

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ  
И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ  
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**АЛЕКСЕЙ  
АНДРЕЕВИЧ  
ЛЯПУНОВ**

**100 лет со дня рождения**

Редакторы-составители:  
*Н.А. Ляпунова, А.М. Федотов, Я.И. Фет*

Ответственный редактор  
академик *Ю.И. Шокин*



НОВОСИБИРСК  
АКАДЕМИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГЕО»  
2011

УДК 007 (092)

ББК 32.81

Л975

*Издание осуществлено при финансовой поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований  
по проекту № 11-01-07016*



**Алексей Андреевич Ляпунов. 100 лет со дня рождения** / Редакторы-составители : Н.А. Ляпунова, А.М. Федотов, Я.И. Фет ; отв. ред. Ю.И. Шокин. — Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2011. — 587 с., [40] с. ил. — ISBN 978-5-904682-54-5 (в пер.).

Книга посвящена выдающемуся российскому учёному Алексею Андреевичу Ляпунову (1911–1973) в связи со 100-летием со дня его рождения.

А.А. Ляпунов занимает особое место в истории науки в связи с тем, что он сыграл решающую роль в борьбе за признание и развитие кибернетики в нашей стране.

В этой книге представлены биографические материалы, избранные статьи, воспоминания и документы, ярко характеризующие личность Алексея Андреевича Ляпунова, его жизнь и деятельность.

Книга адресована читателям, интересующимся историей науки и жизнью замечательных людей.

**Aleksey Andreevich Lyapunov. 100th anniversary of the birth** / Edited by N.A. Lyapunova, A.M. Fedotov, Ya.I. Fet ; Managing editor Yu.I. Shokin. — Novosibirsk : Academic Publishing House “Geo”, 2011. — 587 p., [40] p. il.

The book is dedicated to the 100th anniversary of birth of the prominent Russian scientist Alexey Andreevich Lyapunov (1911–1973). A.A. Lyapunov holds a special place in the history of science due to his leading part in the struggle for recognition and development of cybernetics in our country.

This book presents a collection of biographical materials, selected papers, reminiscences, and documents depicting A.A. Lyapunov’s life and activities.

The book is addressed to general readers interested in the history of science and the lives of outstanding people.

© Н.А. Ляпунова, А.М. Федотов, Я.И. Фет, составление, 2011

© Оформление. Академическое изд-во «Гео», 2011

ISBN 978-5-904682-54-5

## ОТ СОСТАВИТЕЛЕЙ

Книга посвящена Алексею Андреевичу Ляпунову – выдающемуся математику, яркому представителю Московской математической школы Н.Н. Лузина – в связи со 100-летием со дня его рождения.

Предыдущая книга: «Алексей Андреевич Ляпунов» (Новосибирск, Филиал «Гео» Издательства СО РАН, 2001, 524 с.) была опубликована в серии «Наука Сибири в лицах» к 90-летию А.А. Ляпунова и отражала, в основном, новосибирский период жизни и творчества Алексея Андреевича (1962–1973 гг.), когда основным полем его деятельности были кибернетика, информатика, математическая биология, математическая лингвистика, философские вопросы естествознания. В предлагаемой читателям книге составители постарались рассказать об Алексее Андреевиче как о математике и расширить представление о нём, как об уникальном человеке с разносторонними научными интересами и необыкновенными душевными качествами.

Кибернетикой А.А. Ляпунов занялся в начале 50-х годов. В те годы в официальной советской прессе кибернетика носила клеймо «буржуазной лженауки». К этому времени А.А. Ляпунов был уже сложившимся учёным, известным, прежде всего, в области математики. Одним из первых советских специалистов он оценил значение ЭВМ и перспективность кибернетических идей. С его именем неразрывно связана героическая борьба за признание кибернетики в нашей стране, первые шаги этой новой науки и дальнейший её расцвет. А.А. Ляпунов заслужил почётный неформальный титул «отец отечественной кибернетики».

В начале 1962 года А.А. Ляпунов переехал в Новосибирск по приглашению руководителей Сибирского отделения АН СССР. Здесь, в Академгородке, с особым блеском и характерной для него энергией, он развернул работы по теоретической и прикладной кибернетике. Не будет преувеличением сказать, что вместе с Ляпуновым сюда переместился центр кибернетических исследований в СССР.

Газеты в то время писали: «Раньше мальчишки убегали в Америку, к индейцам. Теперь они убегают в Академгородок, к Ляпуно-

ву». В этой шутке есть доля правды. Талантливые мальчишки со всей страны приезжали в те годы в Новосибирск, чтобы поступить в НГУ, где преподавал А.А. Ляпунов, или принять участие в физико-математической Олимпиаде и поступить в знаменитую ФМШ, одним из инициаторов создания которой и энтузиастом преподавания был Алексей Андреевич.

К Ляпунову стремились не только школьники и студенты. Он обладал необыкновенной притягательной силой. Общительность, доброжелательность, широта научных интересов и щедрость научного общения привлекали к нему людей разных профессий. В течение 60-х и начала 70-х годов к нему приезжали специалисты самых разных областей науки – математики и физики, биологи и лингвисты, из Москвы и других городов страны. Здесь, в НГУ, успешно работали кафедры математического анализа и теоретической кибернетики, основанные Ляпуновым. В Институте математики интенсивные исследования велись в созданном им Отделении кибернетики. В Академгородке созывались Всесоюзные и Международные конференции по кибернетике и программированию.

Изучение истории кибернетики и информатики в значительной степени совпадает с изучением жизни и деятельности Ляпунова. Не случайно, что именно в новосибирском Академгородке, где хорошо помнят и любят этого замечательного учёного и человека, где живут и работают его ученики и почитатели, проявился большой интерес к истории кибернетики и информатики.

Необходимо отметить, что желание осознать масштаб научной и общечеловеческой деятельности Ляпунова вызвало ряд серьёзных публикаций ещё в 70-е и 80-е годы прошлого столетия, вскоре после безвременной кончины Алексея Андреевича. Сюда относится, прежде всего, специальный выпуск сборника «Проблемы кибернетики» (1977, вып. 32), посвящённый памяти Ляпунова. В этом выпуске были опубликованы статьи ближайших учеников Алексея Андреевича: С.В. Яблонского, О.Б. Лупанова, Ю.И. Журавлёва, Р.И. Подловченко, О.С. Кулагиной и других.

В 1979 году опубликован сборник математических трудов А.А. Ляпунова «Вопросы теории множеств и теории функций», который открывается подробной вступительной статьёй В.Я. Арсенина, З.И. Козловой и А.Д. Тайманова «Вклад А.А. Ляпунова в развитие дескриптивной теории множеств». В 1980 году издан сборник кибернетических работ Ляпунова «Проблемы теоретической и прикладной кибернетики», содержащий вступительную статью Ю.И. Журавлёва «А.А. Ляпунов и становление кибернетики в нашей стране».

В 1996 году в новосибирском Академгородке состоялся Второй сибирский конгресс по прикладной и индустриальной математике (ИНПРИМ-96), посвящённый памяти А.А. Ляпунова, А.П. Ершова и И.А. Полетаева. На этот Конгресс приехали многие ученики и последователи Ляпунова из разных городов России и других стран, здесь проходили многочисленные формальные и неформальные встречи, обмен воспоминаниями. ИНПРИМ-96 стал богатым источником информации для наших специалистов, которые интересовались историей кибернетики и ролью А.А. Ляпунова в её развитии.

Тот же 1996 год был отмечен и другим уникальным международным событием. В этом году авторитетное международное общество IEEE Computer Society наградило А.А. Ляпунова почётной медалью “Computer Pioneer” как «основоположника советской кибернетики и программирования».

В последующие годы труды Алексея Андреевича, его научная, педагогическая и общественная деятельность продолжали оставаться в центре внимания математиков, программистов, биологов, педагогов и других специалистов, работающих в тех областях знания, которыми он занимался. Естественно, научное наследие А.А. Ляпунова привлекало внимание историков науки.

Первая книга нашей неформальной серии «История информатики» была разработана и вышла в свет в 1998 году. Она называлась «Очерки истории информатики в России». Книга была посвящена 50-летию первого издания «Кибернетики» Норберта Винера. В книге «Очерки...» было представлено множество различных документов эпохи становления кибернетики в нашей стране. Отчасти, это — документы, публиковавшиеся в различных источниках, но в основном — хранившиеся до этого долгие годы в архивах участников тех событий. Воспоминания ряда авторов, опубликованные в «Очерках...», воскрешают атмосферу того времени.

Значительная часть книги «Очерки...» посвящена А.А. Ляпунову. Так, в Разделе первом «Ранняя история советской кибернетики» была впервые опубликована стенограмма доклада Ляпунова «Об использовании математических машин в логических целях», записанная 24 июня 1954 года в Энергетическом институте АН СССР. Это — один из тех многочисленных докладов начала 50-х годов, которые были прочитаны А.А. Ляпуновым для защиты и реабилитации кибернетики. Здесь же публикуется стенограмма обсуждения упомянутого доклада, из которой видно, что тогда ещё в аудитории высказывались противоречивые мнения...

О следующей книге, которая была издана в Новосибирске в 2001 году и целиком посвящена Ляпунову, было сказано в начале данной статьи. Это – монография «Алексей Андреевич Ляпунов», приуроченная к 90-летию со дня рождения учёного. Эта дата была торжественно отмечена в Академгородке.

Отдавая дань памяти выдающемуся российскому ученому, Объединённый институт информатики СО РАН, совместно с другими институтами Сибирского отделения РАН в октябре 2001 года провёл конференцию, посвящённую 90-летию со дня рождения Алексея Андреевича. Конференция вызвала большой интерес у научной общественности: советскими и зарубежными участниками было представлено более 170 докладов по тематике, связанной с деятельностью А.А. Ляпунова. Эти работы докладывались и обсуждались в семи тематических секциях: Мемориальная, Информационная биология, Математическая кибернетика, Программирование, Перспективные проблемы образования, Математическое моделирование в биологии, Кибернетика в физиологии.

В 2003 году московское издательство «Наука» опубликовало книгу «История информатики в России: учёные и их школы». Специальный раздел этой книги «У истоков информатики» был посвящён А.А. Ляпунову и его научным школам. Необходимо отметить, что в других разделах этой книги рассказывается о современниках и соратниках Алексея Андреевича, о людях, которые жили и работали в сфере его влияния.

Другие книги по истории информатики, изданные в дальнейшем в Сибирском отделении РАН, рассказывают о многих героях истории отечественной кибернетики и информатики, однако в каждой из этих книг явно или неявно присутствует Алексей Андреевич Ляпунов. Без его участия история отечественной кибернетики и информатики не существует.

При поддержке РФФИ были созданы и опубликованы в Интернете виртуальный архив «История отечественной кибернетики и информатики» (2002–2004 гг.) и виртуальный музей «Наследие основателя отечественной кибернетики и программирования Алексея Андреевича Ляпунова» (2008–2010 гг.).

В юбилейном 2011 г. вышла из печати иллюстрированная биография А.А. Ляпунова, написанная ещё в 1977 г. Николаем Николаевичем Воронцовым, отредактированная и подготовленная к печати Еленой Алексеевной Ляпуновой (*Н.Н. Воронцов. «Алексей Андреевич Ляпунов. Очерки жизни и творчества. Окружение и личность»*. Москва: Новый хронограф, 2011, 239 с.)

Отмечая 100-летие со дня рождения Алексея Андреевича Ляпунова, мы представляем вашему вниманию новую книгу.

Книга состоит из семи разделов. *Первый раздел* – подробный научно-биографический очерк о жизни и деятельности А.А. Ляпунова. *Второй раздел* содержит публикации Ляпунова о его учителях, учениках, коллегах. В этих работах в полной мере проявилось умение Алексея Андреевича чётко и логично обобщать и излагать сложные вопросы в разных областях науки в доступной для читателя форме. Часть этих персоналий была в своё время опубликована в различных научных изданиях и сейчас представляет библиографическую редкость. Другие статьи обнаружены недавно в архивах и публикуются впервые. Читатель найдёт здесь очерки А.А. Ляпунова о математиках Н.Н. Лузине, П.С. Новикове, Л.В. Келдыш, о физике П.П. Лазареве, геофизике Г.А. Гамбурцеве, биологе И.И. Шмальгаузене и др. В *третьем разделе* собраны отдельные теоретические и методологические статьи Ляпунова. А.А. Ляпунов был блестящим и оригинальным педагогом. В частности, он придавал решающее значение методологии процессов обучения и реформам образовательных программ. *Четвёртый раздел* содержит статьи математиков А.Н. Ляпунова и С.С. Кутателадзе, характеризующие цикл работ Алексея Андреевича о вполне аддитивных вектор-функциях и теореме выпуклости Ляпунова. Эти работы получили широкое приложение в математической статистике и математической экономике. В *пятом разделе*, в статье Б.А. Трахтенброта, представлены работы Алексея Андреевича в области теории множеств в новосибирский период его жизни и удивительный пример общения его с талантливым учеником в этой области В.И. Амстиславским. Особое внимание в юбилейной книге уделяется воспоминаниям об Алексее Андреевиче. Им посвящен *шестой раздел*. Свои воспоминания прислали нам многие люди, которые работали вместе с А.А. Ляпуновым или только встречались с ним. В этом разделе около 30 таких очерков. Среди авторов – друзья детства и маститые академики, курсанты Артиллерийской академии и другие ученики Алексея Андреевича, люди разных поколений и профессий. Есть даже воспоминания чемпиона мира по шахматам Михаила Ботвинника. Все они пишут о неотразимом впечатлении, которое производил на них мудрый, благородный, бескорыстный Алексей Андреевич Ляпунов, человек высочайшей духовности и нравственности. Личность Ляпунова позволяет с полным основанием применить для его характеристики редкое понятие «*подвижник*», которое недавно предложил (или,

скорее, восстановил в этом значении) Владимир Андреевич Успенский: *«Подвижником называют человека, занимающегося своим делом самоотверженно, не думая о личной выгоде, подчинив свои устремления и свои действия великой идее».*

В Приложениях (*раздел седьмой*) собраны некоторые архивные документы, связанные с биографией А.А. Ляпунова, варианты его автобиографии, написанные в разные годы, перечень более ста докладов, прочитанных и обсуждённых на кибернетических семинарах А.А. Ляпунова в Московском университете (1954–1964 гг.), документы об учреждении в НГУ стипендии имени А.А. Ляпунова, полная библиография научных и публицистических трудов А.А. Ляпунова и библиография публикаций о нём.

Книга заканчивается мажорным аккордом: улица в Академгородке, на которой стоит любимое детище Алексея Андреевича Физико-математическая школа (ФМШ), в 2009 г. названа «Улицей Ляпунова». Это достойно увековечивает память о выдающемся учёном, педагоге и человеке.

*Н.А. Ляпунова, А.М. Федотов, Я.И. Фет*



**EDITORS' FOREWORD**

This book is dedicated to the 100<sup>th</sup> anniversary of the birth of Alexey Andreevich Lyapunov, a prominent mathematician and an outstanding representative of the Moscow Mathematical School associated with the name of N.N. Luzin.

Our previous book “Alexey Andreevich Lyapunov” (SO RAN Publishers, 2001, 524 pp.) was published as part of the series “Siberian Science through its Personalities” on the occasion of the 90<sup>th</sup> anniversary of A.A. Lyapunov’s birth and addressed mostly the Novosibirsk period of Alexey Andreevich’s life and creative work (1962–1973) when his primary pursuits were focused on computer science, informatics, mathematical biology, mathematical linguistics and the philosophical aspects of natural science. In the current publication, the editors’ goal was both to describe Alexey Andreevich as a mathematician and enlarge the reader’s appreciation of Lyapunov as a unique individual who combined broad scientific interests with a big heart.

A.A. Lyapunov began his work in the field of cybernetics in the early 1950s when the official Soviet press stigmatized it as a bourgeois “pseudo-science”. By that time Lyapunov was already an accomplished scientist whose primary achievements were in mathematics. He was among the first Soviet scientists to recognize the true potential of computers and cybernetics. Lyapunov played a key role in the heroic struggle for recognition of computer science in our country and guided this new discipline from its first steps to the eventual flourishing. He has deservedly been referred to as the “father of Soviet computer science”.

In the beginning of 1962, A.A. moved to Novosibirsk upon invitation of the management of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences. It was here, at the Akademgorodok scientific center, that he initiated research in theoretical and applied cybernetics, bringing to it his characteristic flair and energy. It can be said without exaggeration that along with Lyapunov, the hub of Soviet computer science shifted to Novosibirsk.

The newspapers of the time quipped that “before, boys dreamed of running away to the Indians in America. Now, they run away to Lyapunov in Akademgorodok.” There is a grain of truth in that joke as talented

youth from the whole country would come to Novosibirsk in those years either to enter Novosibirsk State University (NSU) where A.A. taught or to take part in one of the physics and math Olympiads and enter the famous Physics and Math High School where Lyapunov also taught and which he helped found.

However, it was not just high school or college students who flocked to Lyapunov. He possessed a unique ability to attract people of all professions due to his outgoing and warm personality, breadth of scientific interests and generous sharing of professional knowledge. During the 1960s and early 1970s people working in the fields of science as diverse as mathematics, physics, biology and linguistics would come to visit him from Moscow and other cities of the Soviet Union. NSU included the flourishing departments of calculus and theoretical cybernetics that were founded by Lyapunov. Active research was conducted at the Institute of Mathematics' department of computer science, also founded by A.A. In addition, national and international conferences on computer science and programming were regularly held in Akademgorodok.

Not surprisingly, the study of the history of computer science and informatics overlaps to a great extent with the study of A.A. Lyapunov's life and work. It is also no accident that particularly in Akademgorodok whose residents preserve the good memories of this outstanding scientist and person and where his pupils and fans still live and work, there developed considerable interest to the history of computer science and informatics.

It should be noted that already in the 1970s and 1980s there appeared a number of important publications driven by the desire to grasp the scale of Lyapunov's scientific and personal achievement. A special issue of the series "Problemy Kibernetiki" (Issue 32, 1977) published shortly after Lyapunov's untimely death and dedicated to his memory included papers by the closest pupils of Alexey Andreevich such as S.V. Yablonsky, O.B. Lupanov, Yu.I. Zhuravlev, R.I. Podlovchenko, O.S. Kulagina and others.

In 1996, a Second Siberian Congress on Applied and Industrial Mathematics (INPRIM-96) took place in Akademgorodok. The congress was dedicated to the memory of A.A. Lyapunov, A.P. Yershov and I.A. Poletaev. Many of Lyapunov's pupils and followers from all around Russia and abroad attended the congress where they held numerous formal and informal meetings and shared their memories. INPRIM-96 provided a wealth of information to our researchers interested in the history of computer science and Lyapunov's role in its development.

The year 1996 was marked by yet another unique international event when IEEE Computer Society, an authoritative international body in the area of computer science, awarded Lyapunov with a “Computer Pioneer” medal honoring him as a “Founder of the Soviet Cybernetics and Programming”.

In the years that followed, Lyapunov’s works and various scientific, pedagogical and social activities remained the focus of mathematicians, programmers, biologists, educators and other researchers specializing in the fields of knowledge in which A.A. was involved. Naturally, A.A. Lyapunov’s scientific heritage attracted attention of historians of science.

The first volume in our informal series “History of Computer Science” was prepared and published in 1998. Its title was “Essays on the History of Computer Science in Russia”. The publication was dedicated to the 50<sup>th</sup> anniversary of the first edition of Norbert Wiener’s “Cybernetics”. The “Essays” included numerous documents from the period of development of computer science in the Soviet Union. Some of the documents included in the collection had appeared in previous publications but the majority were discovered in personal archives of the participants of those events. Through the reminiscences of some of the book’s contributors, the “Essays” helped resurrect the atmosphere of that period.

A considerable portion of the “Essays” was devoted to A.A. Lyapunov. Thus, Part One of the collection (“Early History of Soviet Cybernetics”) included the first publication of a shorthand record of Lyapunov’s paper “On the Use of Mathematical Machines in Solving Logical Problems” which he delivered at the Institute of Energy of the USSR Academy of Sciences on June 24, 1954. The paper was one of many that Lyapunov delivered in the early 1950s in an attempt to defend and rehabilitate cybernetics. Also included was a shorthand record of the discussion that followed the presentation which makes clear that the audience members held conflicting positions regarding the paper’s subject.

Earlier in this foreword, we mentioned the book that followed the “Essays” and was completely devoted to A.A. Lyapunov. That was the monograph “Alexey Andreevich Lyapunov” published in Novosibirsk in 2001 and dedicated to the 90<sup>th</sup> anniversary of the scientist’s birth. The Akademgorodok community observed the anniversary with a formal and serious commemoration.

In October of 2001, on the occasion of the 90<sup>th</sup> anniversary of the A.A. Lyapunov’s birth, the Joined Institute of Informatics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences along with other institutes of the Siberian Branch held a conference to commemorate the prominent

Russian scientist. The conference attracted significant interest among the scientific community resulting in more than 170 papers being presented by Russian and foreign participants on subjects related to Lyapunov's work. The presentations were divided among seven thematic sections: Memorial, Informational Biology, Mathematical Cybernetics, Programming, Prospective Issues in Education, Mathematical Modeling in Biology and Cybernetics in Physiology.

In 2003, the Moscow publishing house "Science" published "History of Computer Science in Russia: Scientists and Their Schools". A special section of that book entitled "At the Origins of Computer Science" was devoted to A.A. Lyapunov and his scientific schools. It should be noted that the rest of the publication deals with Lyapunov's contemporaries and colleagues, i. e. the people who lived and worked in his sphere of influence.

Although the publications on the history of computer science that followed were devoted to various persons who played a role in the history of Russian cybernetics and informatics, in each of them A.A. Lyapunov is either openly or implicitly present. It is impossible to discuss the history of Russian cybernetics and informatics without talking about Lyapunov.

With the support of the Russian Foundation for Fundamental Research (RFFI), the virtual archive "History of Russian Cybernetics and Informatics" and the virtual museum "Heritage of Alexey Andreyevich Lyapunov, the Founder of Russian Cybernetics and Programming" were prepared and published online in 2002–2004 and 2008–2010, respectively.

An illustrated biography of A.A. Lyapunov was published in the anniversary year 2011, under the title "*N.N. Vorontsov. Alexey Andreevich Lyapunov. Essays on His Life and Work. His Personality and Circle.* (Moscow: Novyi Khronograph, 2011. 239 pp.)". The biography was written by Nikolay Nikolayevich Vorontsov back in 1977, and was edited and prepared for publication by Elena Alexeyevna Lyapunova.

To commemorate the 100<sup>th</sup> anniversary of A.A. Lyapunov's birth, we present this new book to your attention.

The book consists of seven parts. Part One contains a detailed biographical description of A.A. Lyapunov's life and work. Part Two includes Lyapunov's writings about his teachers, pupils and colleagues. These essays fully demonstrate his ability to provide clear and logical explications of complex issues in various areas of science, thus making them accessible to the reader. Some of these papers were previously published in various scientific sources and can currently be considered

bibliographic rarities. Others were recently discovered in archives and are published for the first time. This section includes Lyapunov's essays about the mathematicians N.N. Luzin, P.S. Novikov and L.V. Keldysh, the physicist P.P. Lazarev, the geophysicist G.A. Gamburtsev, the biologist I.I. Schmalhausen and others. Part Three includes a collection of several theoretical and methodological papers by A.A. Lyapunov. As is well known, Lyapunov was a brilliant and original educator. Among other issues, he was particularly concerned with the methodology of education and the reform of curricula. Part Four contains papers by the mathematicians A.N. Lyapunov and S.S. Kutateladze who comment on A.A. Lyapunov's series of works on fully additive vector functions and the Lyapunov Convexity Theorem. These works have found broad application in mathematical statistics and mathematical economics. In Part Five, B.A. Trakhtenbrot describes his memories of Lyapunov's work in the area of set theory during his stay in Novosibirsk as well as a remarkable episode concerning his relationship with his last pupil in that field, V.I. Amstislavsky. The book makes special emphasis on memoirs, which comprise Part Six. We received such memoirs from numerous contributors who had worked with Lyapunov or had an occasion to meet him. The section includes almost 30 such essays. Among the authors are people of all ages including childhood friends of Lyapunov, well-known members of the Academy of Sciences, and students of the Artillery Academy and other educational institutions. The section even includes memoirs of the former world chess champion Mikhail Botvinnik.

Every memoir mentions the indelible impression that this wise, honorable and selfless person made on people. The high spiritual and moral standards of Alexey Andreevich Lyapunov provide full grounds for describing him as an "*devotee*" – the word rarely used nowadays but recently redefined by Vladimir Andreyevich Uspensky as follows: "*A devotee is a person who engages in his work selflessly, without thinking of his personal profit and having subjugated his ambitions and actions to a great cause*".

The Attachments to this book (Part Seven) include certain archival documents relating to A.A. Lyapunov's life history, several versions of his autobiography written over the years, a list of more than 100 papers delivered and discussed at the cybernetics seminars that Lyapunov conducted at Moscow State University during 1956–1964, documents relating to the founding of Lyapunov scholarship at NSU, the full bibliography of his scientific and publicistic works and a bibliography of publications about him.

The book ends on a major chord as it describes that in 2009, a street in Akademgorodok where the Physics and Math High School, Lyapunov's favorite creation, is located was renamed *Lyapunov Street* in his honor. This act of commemoration was worthy of the prominent scientist, educator and person that was Alexey Andreevich Lyapunov.

*N.A. Lyapunova, A.M. Fedotov, Ya.I. Fet*

*Раздел I*

*Страницы жизни А.А. Ляпунова*





## **ОЧЕРК НАУЧНОЙ, ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ И ОБЩЕСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.А. ЛЯПУНОВА\***

Выдающийся учёный-математик, обогативший отечественную науку в области теории множеств, кибернетики и программирования, известный плодотворными приложениями математических методов в различных областях техники и естествознания Алексей Андреевич Ляпунов родился в Москве 8 октября 1911 г.

Свыше сорока лет своей жизни отдал А.А. служению отечественной науке. Только однажды был перерыв, когда в годы Великой Отечественной войны он добровольно ушёл на фронт, и в качестве офицера артиллерии прошёл боевой путь от Крыма до Восточной Пруссии.

Круг научных интересов А.А. был настолько широк, что его по праву можно назвать учёным-энциклопедистом. Он не только глубоко ориентировался в разных областях науки, но и плодотворно работал во многих из них.

Основные труды А.А. Ляпунова относятся к чистой математике, но охватывают также её прикладную и вычислительную части, приложения к естественным и гуманитарным наукам (биология, геофизика, астрономия, лингвистика и др.), простираясь до философских проблем естествознания и актуальных проблем педагогики.

Будучи по своему характеру исключительно добрым и отзывчивым человеком, А.А. проявил себя талантливым педагогом и пропагандистом новых идей, дал путь в науку многим молодым учёным.

По происхождению А.А. – потомственный дворянин, из старинного рода, типичный представитель прогрессивной русской интеллигенции, которая видела свой долг в бескорыстном служении своему отечеству, в возвышении отечественной науки.

Отец А.А. – Андрей Николаевич Ляпунов – математик, получивший образование сначала в Московском, а затем в Гайдельбергском университетах. До 1917 г. он служил в Путевом ведомстве, а

---

\* Опубликовано в кн.: Ляпунов Алексей Андреевич (1911–1973) // Москва: Наука, 1996.– 89 с.– (Материалы к биобиблиографии учёных. Сер. математических наук, вып. 19).

после революции в Институте биофизики и в Комиссии по изучению Курской магнитной аномалии, где сотрудничал с академиком П.П. Лазаревым, с которым его связывала близкая дружба.

Будучи человеком общительным, широко образованным, большим знатоком и ценителем искусства, отец оказал большое влияние не только на формирование жизненных взглядов, научных и эстетических вкусов А.А., но и на стиль его общения с людьми.

Начальное образование А.А. получил дома. В 1924 г. он поступил в 5-й класс экспериментальной школы № 42 Бауманского района Москвы. Эта школа, хотя и считалась школой с языковым уклоном, тем не менее, имела высококвалифицированных учителей по физике и математике. Всю жизнь А.А. вспоминал своего учителя математики С.Н. Успенского: «Он всегда следил за тем, чтобы ученики не скучали. Более продвинутым он приносил отдельные трудные задачи и предъявлял к ним более жёсткие требования. Многие из них стали математиками, механиками, физиками».

В школьные годы А.А. увлекался астрономией. Он возглавлял астрономический кружок в школе, принимал участие в работе Коллектива Наблюдателей Московского общества любителей астрономии (МОЛА), которым руководил тогда аспирант, а впоследствии профессор Московского университета, Б.А. Воронцов-Вельяминов. Алексей Андреевич вспоминал: «Кружковые занятия дали мне очень много. Астрономом, правда, я не стал, но благодаря им стал учёным». Кстати, первые научные публикации Алексея Андреевича были посвящены астрономии: в «Бюллетене КН МОЛА» в заметке А.П. Моисеева «Явление Керрингтона в сентябрьской группе солнечных пятен» (1926, № 7, с. 43) и в статье Б. Машбица «Персеиды в 1926 году» (1929, № 14, с. 109–115) были опубликованы наблюдения А. Ляпунова.

В 1928 г. А.А. поступает на физико-математический факультет Московского государственного университета. Учёба в университете не сложилась: отказавшись подписать письмо о сносе в Москве очередных церквей (такие кампании были тогда в моде), он вступил в конфликт с сокурсниками и перестал посещать занятия, за что и был отчислен в конце 1929 г. Больше он в университет не возвращался.

В 1930 г. П.П. Лазарев приглашает Алексея Андреевича в Государственный геофизический институт на должность лаборанта в лабораторию сейсмоки. Порученные А.А. эксперименты по моделированию процесса образования лунных кратеров при падении метеоритов, а затем по моделированию океанских течений, особых результатов не принесли. Вспоминая это время, А.А. писал: «Экс-

периментатора из меня не получилось, но то, что я получил от самого Лазарева и его окружения, имело для меня колоссальное значение».

В 1932 г. вместе с лабораторией сейсмики А.А. переходит в Нефтяной геологоразведочный институт на должность младшего научного сотрудника. Здесь он занимается методами сейсморазведки полезных ископаемых под руководством крупного геофизика, впоследствии академика, Г.А. Гамбурцева.

Дальнейшие научные интересы А.А., всё больше тяготевшего к математике, формировались под влиянием и непосредственным руководством академика Николая Николаевича Лузина. Заметив незаурядные способности юноши, Н.Н. Лузин приобщил его к работе в области теории множеств.

В 1934 г. А.А. становится младшим научным сотрудником Отдела теории функций действительного переменного Института математики им. В.А. Стеклова, где сближается со старшими учениками Н.Н. Лузина: Н.К. Бари, М.А. Лаврентьевым, Д.Е. Меньшовым, Л.А. Люстерником, А.Н. Колмогоровым, Л.В. Келдыш, П.С. Ночковым.

В 1934–39 гг. А.А. публикует ряд работ по дескриптивной теории множеств. Сдав экстерном экзамены по университетским курсам и кандидатские экзамены, он в 1939 г. защищает кандидатскую диссертацию на тему «Об униформизации аналитических дополнений».

После защиты кандидатской диссертации А.А. работает в области приложения теории вероятностей к естествознанию и технике, применения вероятностных методов в теории стрельбы. В 1939–40 гг. по рекомендации академика А.Н. Колмогорова А.А. проводит статистическую обработку обширного экспериментального материала по расщеплению наследственных признаков у гибридов, полученного тогда молодым генетиком школы Н.И. Вавилова Юлием Яковлевичем Керкисом. Впоследствии, уже после войны, А.А. выполняет ряд работ, посвящённых приложению математики к биологии и сближается с такими выдающимися генетиками, как Н.В. Тимофеев-Ресовский, Б.Л. Астауров, Н.П. Дубинин и другие.

Жизнь в последние предвоенные годы складывалась нелегко. Сказывалось дворянское происхождение и жизненные убеждения. В 1937 г. А.А. был уволен из Института математики «по сокращению штатов», в связи с расформированием отдела Н.Н. Лузина. Два следующих года, не имея постоянной работы, А.А. Ляпунов на временной договорной основе читал лекции, руководил семинаром по теории множеств при Научно-исследовательском институте ма-

тематики МГУ, выполнял заказные переводы. В 1939 г. он восстанавливается в Институте математики им. В.А. Стеклова в должности старшего научного сотрудника и по совместительству занимает должность доцента в МГПИ им. К. Либкнехта. Здесь он читает лекции по математическому анализу и теории функций, руководит научной работой студентов вместе с В.И. Гливенко и П.С. Новиковым. Начавшаяся в 1941 г. война застала А.А. старшим научным сотрудником Института математики им. В.А. Стеклова. Осенью 1941 г. он роет траншеи под Малым Ярославцем, участвует в ПВО Москвы. Затем – эвакуация института в Казань. Об этом времени он вспоминал так: «Настроение было тяжёлое. Научная работа не клеилась. Сотрудники Академии наук, имевшие учёную степень, подлежали бронированию, но три моих младших брата Аскольд, Ярослав и Андрей были на фронте, и я от бронирования отказался. В марте 1942 г. я был направлен во Владимирское военное училище...»

Далее – учёба и преподавание в училище, некоторое время пребывание в резервных формированиях, госпиталь в связи с тяжёлым заболеванием сыпным тифом, едва не стоившим молодому лейтенанту жизни. С октября 1943 г. А.А. Ляпунов в качестве командира топографического разведвзвода на передовой линии фронта: он участвует в боях в Крыму при взятии Перекопа и освобождении Керчи, затем – на Украине, в Прибалтике (участвует в боях за освобождение Шауляя) и заканчивает боевой путь в Восточной Пруссии.

На фронте выполнению обязанностей по привязке к местности и ориентированию стрельбы артиллерийских батарей Алексею Андреевичу помогало знание математики и особенно теории стрельбы. Во время наступательных боёв в районе Курской магнитной аномалии А.А., используя свой опыт работы у П.П. Лазарева, сумел внести в артиллерийские расчеты поправку на магнитное отклонение, что обеспечило успех артподготовки. Это было замечено командованием, и в дальнейшем перед большими наступлениями ему поручалась привязка батарей не только своего дивизиона, но и всего полка. За участие в боях по освобождению Крыма А.А. был награждён орденом Красной Звезды (1944).

В апреле 1945 г. старшего лейтенанта А.А. Ляпунова отозвали с фронта из-под Кенигсберга и назначили преподавателем в Артиллерийскую академию им. Ф.Э. Дзержинского в Москву.

С Артакадемией у А.А. связан весьма заметный и плодотворный период жизни, который длился около 5 лет. Вначале он был лаборантом кафедры артиллерийской инструментальной разведки и одновременно преподавателем, а после демобилизации в 1946 г.

старшим преподавателем кафедры математики. С самого начала преподавания в Академии А.А. развернул интенсивную работу по перестройке курсов математики на основе последних достижений математической науки. В частности, им был создан новый курс теории стрельбы, основанный на теории вероятностей и математической статистике. В эти годы А.А. публикует ряд работ по теории стрельбы, которые явились результатом его размышлений в годы войны.

А.А. сохранял контакты с военными до конца жизни. Его влияние в значительной мере способствовало тому, что военная наука в нашей стране была поднята до уровня фундаментальных исследований. Из учеников Алексея Андреевича по Артакадемии вышли видные военные учёные: член-корреспондент АН Н.П. Бусленко, профессор, лауреат нескольких государственных премий М.Д. Кислик, профессора А.И. Китов, Н.А. Криницкий, И.Б. Погожев, И.А. Полетаев, С.Я. Виленкин, О.В. Сосюра, С.М. Швартин, В.И. Мудров и другие.

С 1946 г. А.А. возобновляет исследования в области чистой математики. Он получает стипендию А.Н. Крылова и поступает в докторантуру Института математики им. В.А. Стеклова АН. В эти годы он выполнил ряд глубоких работ по дескриптивной теории множеств. Основные результаты этих работ вошли в его докторскую диссертацию «Об операциях, приводящих к измеримым множествам», которую он защитил в конце 1949 г.

В 1949 г. А.А. Ляпунов начинает по совместительству работать в Институте геофизики АН (директор – академик Г.А. Гамбурцев). В летний сезон 1950 г. он – начальник Северо-Тяньшаньской экспедиции. Предметом геофизических исследований Алексея Андреевича в этот период были повторяемость землетрясений и интерпретация гравитационных наблюдений, а также глубинное сейсмическое зондирование.

В июне 1951 г. А.А. возвращается в Математический институт им. В.А. Стеклова. В 1953 г. по приглашению М.В. Келдыша он переходит во вновь созданное Отделение прикладной математики этого Института, где организует Отдел кибернетики. С этого времени кибернетика становится основным делом А.А. до последнего дня жизни.

Одновременно, с осени 1952 г., А.А. Ляпунов работает на механико-математическом факультете МГУ в качестве профессора кафедр математической логики и вычислительной математики. В 1953 г. он организует в МГУ семинар по программированию и специальный семинар для студентов младших курсов мехмата, в

1954 г. – семинар по исследованию проблем расширения возможных областей применения вычислительных машин. В 1955–56 гг. под его руководством работает семинар по вопросам, смежным для кибернетики и физиологии.

Важным событием в научной жизни стал междисциплинарный семинар по кибернетике, организованный А.А. Ляпуновым в МГУ в 1954 г. Его участниками были математики, экономисты, инженеры, биологи, военные, лингвисты, философы. Этот семинар существовал до 1964 г. Он стал центром зарождения кибернетической мысли в нашей стране и сыграл большую роль в координации работ по кибернетике и формировании новых направлений исследований. Из числа его регулярных участников впоследствии вышли известные учёные в области теоретической и прикладной кибернетики: академики А.П. Ершов, Ю.И. Журавлёв, члены-корреспонденты АН Н.П. Бусленко, О.Б. Лупанов, С.В. Яблонский, доктора наук Р.И. Подловченко, О.С. Кулагина, В.И. Левенштейн, М.Л. Цетлин и многие другие.

В 1956 г. А.А. Ляпунов организует издание серии сборников «Проблемы кибернетики». Сборники быстро получили мировую известность. Многие выпуски и отдельные статьи переведены на английский и немецкий языки. До 1973 г. под редакцией А.А. Ляпунова вышли 29 выпусков «Проблем кибернетики», издание их продолжили ученики А.А. Наряду с этим, А.А. заботился о переводе на русский язык зарубежных работ. Многие из них изданы под его редакцией, с его предисловиями и комментариями в виде отдельных монографий, а также в основанной им серии «Кибернетический сборник», которую он редактировал вместе с О.Б. Лупановым.

Большое внимание Алексей Андреевич уделяет философско-методологическим проблемам кибернетики. Его выступления и публикации на эту тему сыграли существенную роль в пропаганде кибернетики и в её защите от неоправданных нападок, которым она подвергалась в период становления. Научной общественности хорошо известна и деятельность А.А. Ляпунова в эти годы по организации борьбы за восстановление в правах генетики, которая подверглась беспрецедентным гонениям после печально известной сессии ВАСХНИЛ 1948 г. Широкие личные и научные связи Алексея Андреевича позволили ему вовлечь в эту деятельность многих видных математиков, физиков, химиков.

В 1959 г. по инициативе А.А. Ляпунова при Президиуме АН создается Научный совет по комплексной проблеме «Кибернети-

ка». По предложению А.А. председателем Научного совета назначается академик А.И. Берг, а А.А. становится его заместителем.

В 1960 г. академики М.А. Лаврентьев и С.Л. Соболев приглашают А.А. Ляпунова переехать в Новосибирск, где за несколько лет до этого было создано Сибирское отделение Академии наук, и на берегу Обского моря началось строительство Академгородка. А.А. с энтузиазмом принял это предложение, сразу поняв, что это откроет большие возможности для развёртывания работ по кибернетике и осуществления педагогических экспериментов на всех уровнях воспитания молодежи – от дошкольного до университетского.

После переезда в Новосибирск в 1961 г., со всей присущей ему страстностью и энергией А.А. включился в работу по созданию кибернетических научных коллективов в рамках Сибирского отделения АН. Ещё ранее по его инициативе в Новосибирский Академгородок приехали многие из его учеников и последователей. А.А. сыграл определяющую роль в создании Отдела кибернетики в Институте математики СО АН; он организовал в Новосибирском университете кафедру матанализа, а позже – кафедру теоретической кибернетики. В 1970 г. А.А. организовал лабораторию кибернетики в Институте гидродинамики СО АН. Этой лабораторией он руководил до конца своей жизни. За 12 лет, прожитых в Академгородке, А.А. сумел осуществить многие из своих педагогических замыслов.

В 1964 г. А.А. Ляпунов избирается членом-корреспондентом Академии наук СССР по отделению математики.

Научные, педагогические и организационные заслуги А.А. Ляпунова отмечены правительственными наградами. Он был награждён орденом «Знак Почёта» (1953) двумя орденами Красного Знамени (1956 и 1967) и орденом Ленина (1971).

А.А. Ляпунов скоропостижно скончался 23 июня 1973 г. в Москве, куда приехал на общее собрание Академии наук. Он похоронен в Москве на Введенском кладбище.

## **Научная деятельность**

В научной деятельности А.А. Ляпунова, несмотря на её разносторонний характер, можно выделить два этапа: первый, длившийся до начала пятидесятых годов, связан, главным образом, с теорией множеств; второй – с развитием кибернетики.

Интерес к теории множеств А.А. пронёс через всю жизнь и неоднократно возвращался к занятиям ею также и в период работы в области кибернетики. Более того, в кибернетических проблемах он зачастую подмечал обстоятельства теоретико-множественного характера и привлекал к ним внимание учеников и сотрудников.



### **Работы по теории множеств и теории функций**

Первая половина нашего столетия была ознаменована бурным развитием теории множеств. Полученные в этой области результаты легли в основу самых разных областей математики. Теория множеств делится на метрическую, связанную с измерениями, и дескриптивную, занимающуюся способами конструирования множеств и их классов.

Основное содержание дескриптивной теории множеств – изучение связи между способами конструирования множеств (или классов множеств) и внутренними свойствами этих множеств (классов). Рассматриваются некоторые классы операций над множествами, обычно связанные, так или иначе, с объединением и пересечением множеств. Затем берётся некоторый исходный запас достаточно простых множеств, например, интервалы числовой оси, и строится минимальный класс, содержащий исходные множества и замкнутый относительно выбранных операций. При этом, естественно, возникает классификация множеств, входящих в расширенный класс, по поводу которой важно выяснить, например, такие вопросы: (1) существуют ли в каждом классе такие множества, которые не входят в предыдущие классы, т. е. проблема непустоты; (2) отделимы ли множества, принадлежащие к какому-либо классу посредством множеств из более простых классов; (3) какой мощности бывают эти множества; (4) измеримы ли они; (5) посредством каких множеств они униформизированы – задача, связанная с переходом от неявного задания функции к явному её значению.

Классические результаты в области дескриптивной теории множеств получены в начале 20-го века французскими математиками (Бэр, Борель, Лебег и др.). Одновременно с французскими математиками в теории множеств работали московские математики в коллективе Н.Н. Лузина. В 1916 г. П.С. Александровым была введена  $A$ -операция и, пользуясь ею, М.Я. Суслин в 1917 г. построил класс  $A$ -множеств более широкий, чем класс  $B$ -множеств. Для изучения  $A$ -множеств Н.Н. Лузиным была определена (1930 г.) специальная операция «решета». П.С. Новиков установил (1931, 1937 гг.) принцип сравнения индексов решета. Им же введено (1934 г.) понятие кратной отделимости. А.Н. Колмогоровым введено понятие  $C$ -множеств, полученных повторным применением  $A$ -операции и дополнительной к ней. С проективными множествами работали А.Н. Колмогоров, Ф. Хаусдорф, Н.Н. Лузин, П.С. Новиков. Ко времени прихода А.А. Ляпунова в Институт математики им. В.А. Стеклова большинство воспитанников лузинской («московской») математической школы уже перешло в другие области.



Исследования принципиальных вопросов дескриптивной теории множеств продолжал П.С. Новиков. Под его непосредственным руководством, начиная с 1935 г., и стал работать А.А.

Первый цикл работ А.А. Ляпунова связан с проблемой отделимости и униформизации множеств. А.А. показал, что для  $A$ -множеств имеет место первая теорема о кратной отделимости по отношению к операции предела счётной последовательности множеств (1936 г.), а для  $CA$ -множеств не имеет места первая теорема отделимости по отношению к операции верхнего предела.

Далее А.А. Ляпунов детально изучает общие законы отделимости и неотделимости по отношению к  $A$ -операции. Опираясь на принцип сравнения индексов П.С. Новикова, А.А. доказал первую и вторую теоремы о кратной отделимости для класса  $A(M)$  по отношению к  $A$ -операции. Результаты, полученные в области  $B$ -,  $A$ -,  $C$ - и  $CA$ -множеств, позволили решить до конца некоторые вопросы, относящиеся к изучению природы основных объектов математического анализа. Ряд существенных результатов получен А.А. в области униформизации множеств. Он исследует проекции равномерных  $CA'_{n-1}$ -множеств, названных им  $A'_n$ -множествами (1939 г.); дополнения к  $A'_n$ -множествам названы  $CA'_n$ -множествами; множества, одновременно являющиеся  $A'_n$ - и  $CA'_n$ -множествами  $B'_n$ -множествами. А.А. обращает внимание на то, что операция так называемого элементарного решета есть геометрическая форма  $A$ -операции. Исследуя свойства  $A'_n$ -,  $CA'_n$ -,  $B'_n$ -множеств при  $n \geq 2$ , А.А. доказал (1939 г.), что класс  $B'_n$ -множеств инвариантен относительно операций счётного объединения и счётного пересечения.

Для изучения проективных множеств используется аппарат общей теории операций над множествами. А.Н. Колмогоров (1928 г.) дал определение широкого класса операций над множествами, названных  $\delta s$ -операциями. В дальнейшем  $\delta s$ -операции изучали Л.В. Канторович и Е.М. Ливенсон (1932, 1933 гг.), Ю.С. Очан (1942, 1955 гг.), А.А. Ляпунов (цикл работ 1946–1973 г.). Исследуя свойства  $\delta s$ -операций, А.А. установил общие теоремы о кратной отделимости для  $\delta s$ -операций, из которых следуют все известные теоремы этого типа. Его «основная лемма» лежит в основе кратной отделимости.

В связи с трудностями, возникшими при изучении проективных множеств, встал вопрос о построении возможно более широких эффективных классов измеримых множеств. А.Н. Колмогоров рассмотрел своеобразный процесс усиления  $\delta s$ -операций, названный им  $R$ -операциями. Это привело к построению так называемых  $R$ -множеств. А.А. Ляпуновым было предпринято исследование

трансфинитных классов  $R$ -множеств, получающихся  $R$ -операциями нормального ряда (1949 г.). Он существенно продвинул вперед теорию  $R$ -множеств и вопрос о расширении теоретико-множественных операций, приводящих к измеримым множествам. Основные результаты его работы в этом направлении представлены в работе «Об операциях, приводящих к измеримым множествам» (1949 г.) и в монографии « $R$ -множества» (1953 г.), представляющей собой систематическое изложение теории  $R$ -множеств.

Ряд работ А.А. Ляпунова относится к области метрической теории множеств и посвящён изучению вполне аддитивных вектор-функций множеств и законов распределения случайных величин. Теорема А.А. Ляпунова о множестве значений аддитивной вектор-функции множеств, доказанная в 1940 г., получила широкий резонанс и развитие в работах многих исследователей. А.А. Ляпунов показал, что вполне аддитивная вектор-функция, лишённая скачков, определённая на системе подмножеств некоторого множества, инвариантной относительно счётных сумм и пересечений и взятия дополнений, и принимающая значения  $n$ -мерного евклидова пространства, имеет выпуклое множество значений. В 1946 г. им было показано, что это свойство теряется, если вместо конечномерного пространства взять бесконечномерное, хотя бы даже компактное пространство.

А.А. возвращается к анализу вполне аддитивных вектор-функций в 60-е годы. Он публикует две статьи в «Проблемах кибернетики», подчёркивая этим важность разрабатываемого им подхода для решения задач, смежных для кибернетики и математической экономики, в частности, для принятия решений о справедливых дележах. Жизнь подтвердила правильность предвидения А.А. Ляпунова. «Теорема Ляпунова» находит многогранные возможности практического приложения, особенно в сфере математической экономики и оптимального управления.

### **Работы по кибернетике**

Идея применения дескриптивных методов исследования вне математики возникла у А.А. ещё в 40-е годы. Однако реальное воплощение её требовало возможности практического осуществления задуманных конструкций и экспериментальной проверки получаемых результатов. Поскольку дескриптивные конструкции сложны, необходимы были технические средства моделирования и ускорения эксперимента. Такую возможность предоставили быстродействующие вычислительные машины и появление связанного с ними нового научного направления, названного Н. Винером *кибернетикой*, или наукой об управлении. Под названием «кибернетика»

объединяли много родственных, но все же разнородных проблем. Требовалось определить предмет исследования, классифицировать задачи, методы, выработать единую терминологию. Значительную часть этой работы проделал А.А. Ляпунов. Он был одним из первых, кто оценил значение кибернетики и стал активным организатором исследований по кибернетике в нашей стране. Работы А.А. Ляпунова посвящены общим вопросам кибернетики (основные понятия, задачи, методы), математическим основам программирования и теории алгоритмов, математической лингвистике и машинному переводу, кибернетическим вопросам биологии, а также философским и методологическим вопросам.

*Общие вопросы кибернетики.* Основные задачи и методы кибернетики сформулированы А.А. Ляпуновым в статье «О некоторых общих вопросах кибернетики» (1958) и особенно полно в докладе «Теоретические проблемы кибернетики», прочитанном на Объединённой конференции философских и методологических семинаров (Москва, 1961), опубликованном в 1963 г. (совместно с С.В. Яблонским). В этих работах кибернетика определена как наука об общих закономерностях строения управляющих систем и течения процессов управления. В управляющей системе выделяется функционирование системы и её структура, строение. Система строится из элементарных подсистем, связанных друг с другом по определённым правилам. Каждая из элементарных подсистем функционирует по своему закону; при соединении получают различные композиции этих законов, дающих, в конце концов, законы функционирования системы в целом. Из множества реальных управляющих систем выделяется подмножество систем, подлежащих анализу в рамках кибернетики. Обосновывается принцип выделения этого подмножества на основе трёх признаков: дискретность, сложность системы, многозначность представлений. Кибернетика изучает лишь сложные системы, которые не могут быть изучены непосредственным анализом элементарных подсистем и их связей. Авторы делят проблемы, изучаемые кибернетикой, на два больших класса. Это проблемы, возникающие соответственно при «макро-» и «микрподходах» к исследованию системы. Выделены 12 основных направлений исследований. Четыре из них – выяснение потоков информации, раскрытие кода информации, выявление функций управляющей системы, изучение функционирования управляющей системы – отнесены к макроподходу, остальные – выявление элементов и связей, алгоритмизация, анализ, синтез, эквивалентные преобразования, эволюция, изучение надёжности управляющих систем – к микрподходу. Для всех двенадцати направлений указаны методы исследования, сформулированы задачи исследова-

ний в разных областях науки (экономика, техническая кибернетика, разные разделы биологии, лингвистика и др.)

В работе сформулированы основные математические задачи кибернетики, как в макро-, так и в микроподходе. В основе их лежат методы статистического анализа, логического анализа, кибернетического эксперимента. Кибернетический эксперимент, по определению Ляпунова и Яблонского, состоит в том, что «исходная управляющая система заменяется моделью, которая затем изучается. Принципиально моделирование состоит в создании управляющей системы, изоморфной или приближённо изоморфной данной, и в наблюдении за её функционированием».

В настоящее время кибернетический эксперимент, и особенно моделирование с помощью ЭВМ, стали одними из главных методов исследования сложных систем. За годы, прошедшие со времени написания статьи, расширился круг областей науки, в которых продуктивно применяются кибернетические методы. И сейчас ясно, что основное содержание статьи выдержало испытание временем. Понимание предмета кибернетики, её научного содержания базируется на концепциях, сформулированных А.А. Ляпуновым в конце 50-х – начале 60-х годов, и развитых в работах его учеников.

*Теория математического программирования.* Основная заслуга А.А. Ляпунова в области математического программирования состоит в создании им *операторного метода программирования*. Этот метод получил широкое распространение в реальном программировании и оказал огромное влияние на всё последующее развитие теории программирования. Операторный метод был подробно изложен Ляпуновым в курсе лекций, прочитанном в 1952–1953 гг. для студентов кафедры вычислительной математики механико-математического факультета МГУ, и опубликован в работах 1957–1958 гг.

В работе «О логических схемах программ» (1958) А.А. дал определение программирования как отдельного научного направления, отличного от классической теории алгоритмов, и первое описание операторного метода. Задача программирования – это разработка рациональных способов составления программ для решения задач на быстродействующих цифровых вычислительных машинах. Рациональные способы составления программ должны базироваться на рациональных способах описания алгоритмов. Языки теории алгоритмов расчленяют алгоритмы на столь элементарные операции, что описания даже простейших реальных алгоритмов становятся необозримыми. Кроме того, жёсткий набор базисных элементарных операций не может во всех случаях давать рациональное представление алгоритма. Поэтому базисные блоки в описании должны быть достаточно крупными и выбираться в

зависимости от класса задач. Блоки связываются между собой логическими условиями, определяющими порядок выполнения блоков, обмен информацией и т. п.

Описание алгоритма через блоки и логические условия было названо А.А. Ляпуновым *логической схемой алгоритма* (схемой счёта), блоки схемы счёта А.А. называет операторами счёта. По схеме счёта строится *логическая схема программы*. Для этого вводятся дополнительные блоки-операторы, получившие название *операторов управления*. А.А. вводит два уровня описания алгоритмов: (1) описание, не связанное с программой – схема счёта и (2) описание, являющееся эскизом программы – схема программы. В дальнейшем по схеме программы с учетом системы команд и особенностей конкретной машины составляется программа.

Аппарат логических схем стал первым языком, позволившим говорить об общих приёмах программирования. Совокупность этих приёмов получила впоследствии название операторного метода в программировании.

Схема счёта и схема программы могут рассматриваться как алгебраические объекты, записанные на некотором формальном языке. Над ними можно выполнять различные эквивалентные преобразования и, следовательно, ставить задачу приведения схемы счёта или схемы программы к простейшему или достаточно простому виду. В статье «К алгебраической трактовке программирования» (1962) А.А. предложил рассматривать логическую схему программы как класс программ. Конкретная программа получается из схемы, если в схеме некоторым способом интерпретировать символы операторов и предикатов. Две схемы называют эквивалентными, если при любой интерпретации входящих в них переменных (операторов и предикатов) получаются эквивалентные программы. А.А. Ляпуновым была поставлена задача отыскания алгоритма, распознающего эквивалентность схем программ и отыскания полной системы эквивалентных преобразований. Эти задачи были решены учеником А.А. Ляпунова Ю.И. Яновым. Алгебраическая теория программирования, основы которой были заложены в работах А.А. и его учеников, получила бурное развитие во многих научных коллективах, как в нашей стране, так и за рубежом, и дала серьёзные теоретические и прикладные результаты.

А.А. Ляпунову принадлежит идея автоматического программирования, т. е. создание программы, которая по сжатой, особым образом записанной информации о задаче строит программу для решения задачи. Сейчас такие, по терминологии А.А. Ляпунова «*программирующие программы*», принято называть «трансляторами». Создание трансляторов, исследование их строения и принципов их

работы – это основное направление в современном программировании. Основателем этого направления, безусловно, является А.А. Ляпунов.

*Математическая лингвистика и машинный перевод (МП)* были теми областями, где А.А. видел широкие возможности практического применения развиваемых им методов кибернетического анализа и математического программирования. Вместе с тем, он считал, что велика методологическая ценность исследований в этом направлении, поскольку задачи МП порождают принципиально новый класс кибернетических проблем. Лингвистика и МП привлекли его внимание уже в 1954 г.

А.А. рассматривал естественные языки, а также искусственные языки разных типов (например, языки программирования) как сложные и разветвлённые системы кодирования информации. Разработка рациональных методов перевода текстов с одного языка на другой требует формализации и систематизации основных понятий лингвистики, что позволило бы применять для их анализа строгий математический аппарат. Вклад А.А. в развитие указанных областей состоит не столько в получении конкретных результатов, сколько в определении стратегии всего направления, в постановках задач, для решения которых он привлекал лингвистов (А.А. Реформатский, И.А. Мельчук, Т.Н. Молошная и др.) и математиков (О.С. Кулагина, Г.П. Багриновская и др.). В этом взаимодействии А.А. стремился к сбалансированному соотношению между теоретическими исследованиями и их практическим применением.

Для реализации МП А.А. формулировал, с одной стороны, задачи внутрикибернетические (строение алгоритмов, приближённая алгоритмизация, кодировка, машинный эксперимент и др.), с другой стороны, – задачи лингвистические (выяснение структурно-лингвистической иерархии языков, их классификации, эволюции и др.).

А.А. указывал на важность сопоставления локальных алгоритмов МП с другими алгоритмами, в которых осуществляется «перевод» одного класса объектов в другой класс. В качестве таких задач А.А. выделял синтез контактных схем, реализующих данную функцию алгебры логики, упрощение дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ), трансляторы в программировании.

Исследования по МП позволили ввести в практику одной из труднейших областей кибернетики – теории распознавания образов – лингвистические методы распознавания. Эти методы нашли применение при решении задач, связанных с распознаванием сложных образов (фотоснимков, химических соединений, чертежей и т. п.).

Многие из задач, поставленных А.А. в области кибернетической лингвистики и МП, ещё не решены и продолжают быть актуальными.

*Кибернетические вопросы биологии.* Большое место в кибернетическом наследии Алексея Андреевича занимают исследования процессов управления в живых организмах. Применение в биологии методов математического моделирования и внедрение в биологическую теорию и практику точных определений и доказательных рассуждений математического характера являлось не только заслугой, но и любимым детищем А.А. Ляпунова, фактического основоположника «кибернетической биологии».

Интерес к биологии проявился у А.А. довольно рано: его первые публикации о применении математических методов в биологии, а именно в генетике, относятся ещё к 1941 году. В кибернетический период научной деятельности А.А. круг его интересов в этой области стал очень широким. Работы А.А. и его учеников по математическому моделированию биологических процессов охватывают самые разные уровни: молекулярный, клеточный, организменный, популяционный. Так, к организменному уровню относятся работы по математическому моделированию работы эндокринной системы, системы кровообращения и др. Ряд исследований был посвящён проблемам эволюции популяций. Много внимания А.А. уделял биогеоценологии, исследованию совокупности популяций, совместно существующих на общей территории. Биогеоценозы являются естественными составными частями биосферы. К этой сфере относятся работы по моделированию океанических ценозов. Кроме того, им были начаты серьёзные работы по моделированию почв и почвообразовательных процессов. Важность этих работ подтверждается тем фактом, что исследование ресурсов биосферы стало признанной международной проблемой. Алексей Андреевич должен был возглавить в качестве научного руководителя работу Национального комитета СССР по этой проблеме, и только преждевременная смерть этому помешала.

Особенно следует упомянуть работы А.А., посвящённые управляющим системам живой природы, поскольку проблема управления является основополагающей кибернетической проблемой. А.А. интересовали вопросы иерархической организации систем управления, вопросы возникновения, развития и взаимодействия управляющих систем разных уровней, вопросы кодирования и функционирования информации в них. Причем важно отметить, что всё управление на разных уровнях рассматривалось им с единой системной точки зрения.



Интересы Алексея Андреевича в области биологии простираются вплоть до философских проблем определения сущности жизни. Используя понятие «живое вещество» в смысле Вернадского, А.А. определяет его как «ограниченно однородное, относительно и повышенно устойчивое, обладающее сохраняющими реакциями и управляющими системами». Понятие «жизнь» определено им как «высокоустойчивое состояние вещества, использующее для выработки сохраняющих реакций информацию, кодируемую состояниями отдельных молекул». А.А. формулирует представления о иерархии управляющих систем в живых организмах и рассматривает их структуру, взаимодействие и соподчинение на разных уровнях структурной организации живой материи (клетка, орган, организм, популяция, биоценоз и т. д., вплоть до биосферы в целом). Распространение на биологические системы положений общей теории управляющих систем позволяет проводить глубокий логико-кибернетический анализ структурной и функциональной организации биологических систем на разных уровнях организации, вскрывать закономерности их эволюции, рассматривать под новым углом зрения их классификации. Обсуждению разных вопросов кибернетического осмысления жизненных явлений посвящены многие публикации и доклады А.А. с середины 50-х годов и до конца жизни. Наиболее полно его размышления в этой области и результаты исследований, проведенных в разные годы в коллективах его учеников и единомышленников, изложены в статье «О кибернетических вопросах биологии» (1972 г.), которая была задумана Алексеем Андреевичем как конспективное изложение монографии, над которой он работал последние годы жизни, так и не успев довести её до конца.

### **Педагогическая деятельность**

Алексей Андреевич был замечательным педагогом и пропагандистом научных знаний. Этому благоприятствовал редкий набор качеств: широкий кругозор, ораторский талант, эффектная внешность, а главное – какая-то трогательная привязанность к молодежи и детям, умение понятно и одновременно точно вести разговор с самыми различными по уровню и характеру образования людьми. Педагогическая деятельность и педагогическое наследие А.А. характеризуются следующими тремя обстоятельствами. Во-первых, он интересовался преподаванием на всех ступенях образования, от высшей до начальной школы. Во-вторых, его интересы не ограничиваются преподаванием математики, а охватывают весь цикл ес-



тественных наук, а также проблемы воспитания в целом. И, наконец, он в равной мере занимался и теорией и практикой педагогического дела.

В разное время А.А. был доцентом Педагогического института им. К. Либкнехта, преподавателем Артиллерийской академии им. Дзержинского, профессором Московского университета, заведовал кафедрами математического анализа и кибернетики в Новосибирском университете. И всюду он принимал самое живое участие в решении важных задач вузовского преподавания, вытекающих из динамичного развития науки. Его заслугой является постановка новых вузовских курсов кибернетического цикла (программирование и теория вычислительных машин, математическая лингвистика, математическая биология, исследование операций). Большое внимание он уделял также содержанию и методике преподавания традиционных курсов.

Вместе с тем, его глубоко волновали школьные дела, и участие в них он рассматривал как своё кровное дело. Начиная с 1957 г., вместе с Я.С. Дубновым и А.И. Маркушевичем он выпускает серию сборников «Математическое просвещение», в которых большое внимание уделяется пропаганде новых идей в преподавании математики, публикуются статьи, посвящённые основам школьного курса математики, опыту отечественной и зарубежной школы.

Педагогическая деятельность А.А. достигает своей вершины в Новосибирском Академгородке, где условия для экспериментирования и пропаганды новых идей были весьма благоприятными. Он был среди инициаторов создания в 1962 г. первой в нашей стране физматшколы-интерната (ФШМ) при Новосибирском университете. Будучи первым заместителем председателя Учёного совета ФШМ и активным её лектором, он оказал большое влияние на становление и развитие этой школы нового типа. Он был также одним из организаторов сибирских математических олимпиад и летних физматшкол в Академгородке. Однако увлечение физматшколой не заслоняло от А.А. проблем обычной школы. Он глубоко верил в то, что идеи современной науки не удел какой-то элиты, а при правильном методическом осмыслении могут и должны стать достоянием всех учащихся. Поэтому он уделял постоянное внимание преподаванию в обычной школе, а в 1972–73 учебном году, несмотря на колоссальную загруженность, начал вести регулярные занятия в 9 классе 130 школы Академгородка. Он намеревался продолжать занятия и в 10 классе; к сожалению, этот интересный эксперимент остался незавершённым.

Конкретные соображения А.А. о содержании естественно-математических предметов в школе и о методике их преподавания изложены в ряде статей, опубликованных в центральных журналах (в том числе «Математика в школе»), а также в тематических сборниках «Наука и просвещение», издававшихся Научным советом по проблемам образования при Президиуме Сибирского отделения АН. В общих чертах эти соображения созвучны идеям модернизации школьных программ, получившим в последние годы распространение в достаточно широких кругах научной и педагогической общественности. В частности, они касаются преподавания элементов дифференциального и интегрального исчисления на приемлемом интуитивном уровне без предварительной чрезмерной формализации учения о пределах, непрерывности и действительных числах. А.А. настаивал также на расширении комбинаторики и введении на этой основе элементов теории вероятностей и статистики в программы старших классов школы.

Настаивая на модернизации школьных программ А.А. не просто «теоретизирует», а отстаивает свои научные и педагогические идеи в тесном общении с учителями и школьниками. В этом отношении характерен следующий пример. А.А. ратовал за то, чтобы в школе (а для начала в ФМШ) вместо традиционной географии преподавалось *землеведение*, которое, по его определению, «есть комплексная наука о земном шаре как космическом теле и области существования человека. В землеведение входят основы астрономии, физической географии, исторической и динамической геологии, история развития жизни на земле, учение о биосфере и об охране окружающей природы, элементы океанологии и климатологии». А.А. не только разработал программу по землеведению (совместно с Т.С. Беляевой), но и участвовал в преподавании этого предмета в 1964–65 годах.

Алексей Андреевич Ляпунов оставил после себя много учеников нескольких поколений: от действительных членов и членов-корреспондентов АН до студентов и школьников. Его жизненный путь является примером рыцарского служения науке и народу нашей страны.

*Академик Ю.И. Журавлёв  
Член-корреспондент АН Н.П. Бусленко  
Доктор технических наук Е.В. Гливенко  
Доктор биологических наук Н.А. Ляпунова  
Доктор технических наук О.В. Сосюра  
Доктор физико-математических наук Б.А. Трахтенброт*

*Раздел II*

*А.А. Ляпунов о своих учителях,  
соратниках, учениках*



**НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ ЛУЗИН.  
МОСКОВСКАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ШКОЛА.  
ДЕСКРИПТИВНАЯ ТЕОРИЯ МНОЖЕСТВ\***

Развитие теории множеств и теории функций шло после работ Г. Кантора в двух направлениях.

С одной стороны, шло изучение основных понятий математического анализа, таких как функционал, производная, интеграл, ряд. При этом общая точка зрения теории множеств позволила обнаружить целый ряд новых глубоких свойств этих понятий. Кроме того, она обнаружила недостаточность многих из классических определений и вызвала к жизни широкий круг новых образов, играющих в настоящее время выдающуюся роль во всей современной математике. Это направление получило название метрической теории функций и множеств. С другой стороны, оказалось необходимым предпринять детальный анализ тех конструкций, с помощью которых в математике создаются новые объекты. Бурное развитие теоретико-множественной математики привело к необходимости критического пересмотра её основ, чрезвычайно подробного изучения смысла вводимых новых понятий и отношений между ними. Это критическое направление оказалось в то же время созидательным, так как оно привело к открытию новых объектов, нередко играющих роль далеко за пределами породившего их направления. Это направление получило название дескриптивной теории функций и множеств.

Н.Н Лузин принял чрезвычайно плодотворное участие в развитии первого из этих направлений и явился инициатором и соз-

---

\* Судя по всему, текст был написан в 1936 году в связи с проходившим в то время безобразным, в определённой мере позорным для Академии наук, делом «Об академике Н.Н. Лузине». Чтобы понять обстановку на этом судилище, достаточно познакомиться с обстоятельным трудом, составленным на основе стенографических отчетов и других архивных материалов сотрудниками Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН и Архива Российской Академии наук Н.С. Ермаловой, А.И. Володарским и Т.А. Токаревой: *Дело академика Николая Николаевича Лузина* // Ответственные редакторы С.С. Демидов и Б.В. Лёвшин / СПб.: РХГИ, 1999. – 312 с. (Н. Ляпунова).

дателем значительной части второго. Кроме того, Н.Н. явился первым проводником идей обоих направлений в нашем Союзе и главой школы, которая в значительной мере определила современное развитие и распространение теории функций действительного переменного.

Первый период научной деятельности Н.Н. Лузина относится к метрической теории функций. Первые научные работы Н.Н. Лузина относятся к теории тригонометрических и степенных рядов. Им были построены примеры степенного ряда, расходящегося всюду на границе круга сходимости, а также тригонометрического ряда, коэффициенты которого стремятся к нулю, и который расходится почти всюду. Это давало исчерпывающий ответ на вопросы, предложенные крупным французским учёным Фату.

Вслед за этим Н.Н. Лузин получает существенные результаты по теории тригонометрических рядов. Он показывает, что если тригонометрический ряд сходится абсолютно на множестве положительной меры или на множестве второй категории, то он сходится абсолютно всюду.

Другой важный результат Н.Н. Лузина по абсолютной сходимости состоит в том, что если тригонометрический ряд сходится абсолютно в двух точках, расстояние между которыми не соизмеримо с  $\pi$ , то он сходится абсолютно на всюду плотном множестве.

Главные результаты Н.Н. Лузина по метрической теории функций содержатся в его диссертации «Интеграл и тригонометрический ряд». Эта диссертация была представлена в Московский Университет на соискание степени магистра, однако Н.Н. Лузин был сразу удостоен степени доктора – случай почти не имевший прецедентов в Московском Университете.

В этой диссертации Н.Н. Лузин отправляется от новых определений понятия интеграла, предложенных Лебегом и Данжуа, и обнаруживает новые глубокие свойства этих понятий и функции, для которых они могут быть определены.

Установленная Н.Н. Лузиным в диссертации теорема о том, что всякая измеримая функция непрерывна, если пренебрегать множеством сколь угодно малой меры, является одним из центральных обстоятельств метрической теории функций. Её интерес заключается в том, что она вскрывает внутреннее родство между таким сложным и мало обозримым понятием, как измеримая функция и понятием непрерывной функции, являющимся достоянием каждого образованного человека. В установлении этой теоремы сказалась своеобразная особенность творчества Н.Н. Лузина, наиболее ярко проявившаяся в его позднейших дескриптивных рабо-

тах, – умение найти основное ядро «сложных», но значительных по природе образований, и вскрыть глубокое, но своеобразное родство их с хорошо изученными и «простыми» вещами. Такое проявление обстановки всегда облегчает дальнейшие исследования в данной области. Быть может, этим объясняется то, что едва ли не во всех областях, в которых Лузин работал, он всегда имел большое число последователей.

Другим ярким результатом этой диссертации была теорема о том, что всякая измеримая функция имеет примитивную функцию, то есть, что всякая измеримая функция почти всегда совпадает с некоторой производной, определённой также почти всюду. Эта теорема также вскрывает глубокое родство «сложных» понятий теоретико-множественной природы с понятиями «простыми» и общеизвестными.

В связи с этим Н.Н. Лузин ставит вопрос о том, каким способом отличить интеграл Лебега или Данжуа от всех остальных примитивных данной функции. В диссертации показано, что этот вопрос не может быть решён на классическом пути. Дело в том, что даже если некоторая функция является точной производной, может оказаться, что её интеграл Лебега в некоторых точках не имеет производной. Однако, Н.Н. Лузин показал, что интеграл Лебега среди всех примитивных от данной функции характеризуется тем, что он имеет наименьшее полное изменение. Для того, чтобы решить аналогичный вопрос для случая интеграла Данжуа, Н.Н. Лузин ввёл понятие изменения функции на совершенном множестве. С помощью этого понятия он указал характеристическое свойство интеграла Данжуа, выделяющее его среди всех примитивных от данной функции.

Далее Н.Н. Лузин сопоставляет все основные определения интеграла, бывшие в ходу в то время, и показывает, что ни один из этих интегралов не расширяет интеграла Данжуа.

В той же диссертации Н.Н. Лузин сильно продвинул теорию тригонометрических рядов. Кроме результатов по абсолютной сходимости, Н.Н. Лузин получил ряд глубоких результатов, выясняющих связь между теорией интегрирования и изображением функций тригонометрическими рядами. Н.Н. Лузин показал, что всякая измеримая функция может, в известном смысле, быть отображена тригонометрическим рядом (который суммируется почти всюду к этой функции методами Пуассона и Римана), впрочем, такое изображение отнюдь не единственно. Кроме того, опираясь на теорию тригонометрических рядов, Н.Н. Лузин открыл новое глубокое свойство измеримых множеств. Оно состоит в том, что почти для

любой точки, измеримое множество в некоторой окрестности этой точки является почти симметричным относительно выбранной точки. Идеи, развитые Н.Н. Лузиным в диссертации, оказали огромное влияние на дальнейшее развитие метрической теории функций. Она явилась отправным пунктом для работ многих учеников Н.Н. Лузина, из которых получилось немало выдающихся учёных. Работы учеников Н.Н. Лузина способствовали проникновению идей, заключённых в этой диссертации, в различные смежные области математики. Теория функций действительной переменной оказала глубокое влияние на развитие целого ряда областей математики. Многие выдающиеся учёные, начав свою деятельность с теории функций, переходили в другие области науки и оставляли там глубокий след. Н.Н. Лузин не остался в стороне от этого течения. В его руках теоретико-функциональные идеи становятся могущественным аппаратом в деле изучения граничных свойств аналитических функций. Многие из этих результатов Н.Н. Лузина вошли в настоящее время во многие монографии и специальные руководства. К числу таких результатов относится установленная совместно с И.И. Приваловым теорема о том, что функция, осуществляющая конформное отображение области, ограниченной спрямляемой кривой на круг, абсолютно непрерывна на границе. Очень крупным результатом в теории аналитических функций является теория Н.Н. Лузина о том, что функция аналитическая внутри круга равна тождественно нулю, если она стремится к нулю при приближении к границе круга по всем некасательным путям, для множества точек границы положительной меры. Н.Н. Лузин установил глубокую связь между граничными свойствами аналитических функций и метрикой Римановой поверхности, на которую они отображают единичный круг, установив следующее предложение: если функция разлагается внутри круга в степенной ряд, у которого ряд из коэффициентов абсолютно сходится, то почти во всякой точке границы можно провести замкнутую касательную кривую, область ограничения которой отображается на участок Римановой поверхности конечной площади.

Перечисленные результаты далеко не исчерпывают того, что Н.Н. Лузин сделал в метрической теории функций и теории аналитических функций.

Работы Н.Н. Лузина в этих областях сыграли огромную роль и вызвали большое число дальнейших работ других учёных, в особенности учеников Н.Н. Лузина. Однако с 1915 года основные интересы Н.Н. Лузина на долгое время переходят в область дескриптивной теории множеств. В первом десятилетии XX в. французские



ученые, Борель, Бэр и Лебег, выяснили исключительно большое значение для математического анализа класса множеств, названных Борелевскими множествами, или  $B$ -множествами. Эти множества получаются исходя из отрезков, повторным применением операций счётная сумма и счётное пересечение.

Все математические конструкции предыдущей эпохи были ограничены рамками  $B$ -множеств. Лебегу удалось построить искусственный и очень сложный пример множества, не являющегося  $B$ -множеством, однако ценность таких построений для математики была совершенно не ясна. Примерно в то же время появился в теории множеств целый ряд иных, чрезвычайно своеобразных построений, основанных на аксиоме произвольного выбора Цермело, которые постоянно выводили за пределы  $B$ -множеств и тогда приводили к результатам большого значения. Но эти построения столь сильно отличались от общепринятых в математике способов рассуждения, что были объявлены многими учёными лишёнными реального смысла. Возникло своеобразное положение, характерное для моментов внутренних кризисов в науке, когда оказалось невозможным придти к единому мнению по поводу смысла некоторых рассуждений. Настоятельно ощущалась необходимость коренного пересмотра оснований теории множеств. В то же время, почва для такого пересмотра ещё не была подготовлена. Ещё не была найдена та точка зрения, которая могла бы внести ясность в эти сложные вопросы. Всё это указывало на то, что круг вопросов, относящихся к дескриптивной теории множеств, имеет большое, принципиальное значение.

Работа Н.Н. Лузина и созданной им школы в короткий срок совершенно преобразила эту область. В своем семинаре в Московском Университете Н.Н. Лузин поставил вопросы о дальнейшем изучении свойств  $B$ -множеств, в частности, вопросы об их мощности, а также о значении построения множеств, не являющихся  $B$ -множествами, такими средствами, которые не могли бы вызвать разногласий. Оба эти вопроса были успешно разрешены учениками Н.Н. Лузина. П.С. Александров доказал, что всякое несчётное  $B$ -множество содержит совершенное подмножество и, следовательно, имеет мощность континуума. С помощью аппарата, построенного для получения этого результата, М.Я. Суслин построил класс множеств, более обширный, чем класс  $B$ -множеств. Они были названы  $A$ -множествами. Их часто называют также аналитическими множествами, или Суслинскими множествами.

Вскоре было установлено, что изучение  $A$ -множеств отнюдь не является каким-то узким, изолированным вопросом. От них про-

тянулись нити в самые разнообразные области математики – прежде всего, внутри теории функций, а здесь – к вопросам оснований математики, математической логике, топологии и т. п. Н.Н. Лузин был инициатором, деятельным участником и руководителем всех основных работ этого направления не только у нас, но и за границей. Самому Н.Н. Лузину принадлежит открытие новых определений  $A$ -множеств, а также  $B$ -множеств, замечательных по своей простоте и обозримости, и ясно показывающих принципиальную роль этих понятий:  $A$ -множества суть множества значений функций, имеющих лишь счётные множества точек разрыва;  $B$ -множества суть множества значений функций, имеющих лишь счётное множество точек разрыва и принимающих различные значения во всяких двух различных точках. Основные результаты теории  $A$ -множеств были получены либо самим Н.Н. Лузиным, либо его многочисленными учениками. Очень часто фундаментальные результаты были получены как ответы на вопросы, поставленные Н.Н. Лузиным. Очень большую роль в развитии теории  $A$ -множеств сыграла операция расчёта, введенная Н.Н. Лузиным и позволившая придать всей теории наглядную геометрическую форму, полную законченность и большое изящество. Н.Н. Лузин показал, что всякое  $A$ -множество может быть получено операцией решета исходя из отрезков, и нашёл необходимый и достаточный признак, отмечающий решета, определяющие  $B$ -множества. В дальнейшем операция решета принесла большие плоды и в теории  $B$ -множеств. С помощью операции решета Н.Н. Лузин показал, что отрезок может быть представлен как сумма  $\chi_I$  попарно неперекрывающихся  $B$ -множеств. Это до сих пор является наиболее сильным из чисто теоретико-множественных результатов, примыкающих к проблеме континуума и не опирающихся на аксиому Цермело. Теория  $A$ -множеств изложена Н.Н. Лузиным в монографии «*Leçon sur les ensembles analytiques*», вышедшей в Париже в серии монографий по теории функций, руководимой Борелем. Эта книга излагает как собственные результаты Н.Н. Лузина, так и результаты, полученные целым рядом учеников Н.Н. Лузина. Она чрезвычайно богата фактами, а также идеями и постановками вопросов. По существу говоря, эта книга явилась программой для всех последующих работ по дескриптивной теории множеств, как для советских учёных, так и за границей (Польша, США, Япония и т. д.). Кроме теории  $A$ -множеств, в этой монографии содержится теория так называемых проективных множеств. Этот класс множеств был открыт Н.Н. Лузиным. Простейшие свойства этого класса были изучены Н.Н. Лузиным и польским учёным Серпинским. Ученики Н.Н. Лузина в

последние годы получили ряд дальнейших результатов в этой области. Этот класс множеств [был получен] исходя из  $B$ -множеств, с помощью операций проектирования или непрерывного преобразования и взятия дополнения. Наиболее важным обстоятельством, обнаруженным Н.Н. Лузиным в теории проективных множеств, является совершенно специфический характер трудностей, возникающих при попытках дальнейшего развития учения о проективных множествах. Глубокий анализ проблем теории проективных множеств, не поддающихся решению, проведенный Н.Н. Лузиным, привёл его к предположению, что недоступность этих проблем имеет совершенно особенный, не встречавшийся до сих пор в математике, характер. Дело не в том, что у математиков не хватает изобретательности для их решения, а в своеобразной природе определения этих множеств, которая не допускает слишком далеко идущих положительных заключений. Н.Н. Лузин показал, что к вопросу о пустоте или непустоте того или иного вполне индивидуального проективного множества – названного им резольвентой – может быть сведен широкий круг разнообразных общих проблем, среди которых имеются и такие, как, например, некоторые случаи проблемы континуума, на которые по самой природе вещей невозможно рассчитывать получить однозначный ответ в классическом смысле этого слова. Н.Н. Лузин ясно указал на то, что здесь находится область, на которую в будущем должна пролить свет математическая логика. В настоящее время различными учёными получены значительные результаты в направлении осуществления этой программы Н.Н. Лузина. Н.Н. Лузин высказал предположение о том, что такие вопросы, как вопрос о мощности дополнений к множествам, вопрос об измеримости или наличии свойства Бэра у проективных множеств, вопрос об отделимости проективных множеств, лежат вне современных возможностей математики. Эти проблемы требуют развития новых областей математической логики и создания новых методов исследования в этой науке. Только на этом пути может быть найден выход из того состояния внутреннего кризиса, который назрел в теории множеств. В настоящее время в этом направлении идет интенсивная работа некоторых новых математических школ. Трудности далеко ещё не преодолены, но уже стало ясно, что прогнозы, высказанные Н.Н. Лузиным, должны подтвердиться.

Теория проективных множеств уже нашла своеобразный отклик в математической логике. Прежде всего, было обнаружено, что операции проектирования и взятия дополнения по существу эквивалентны логическим понятиям «для всех» и «ни для кого».

К этим понятиям сводятся логические кванторы «существует  $x$ » и «для всех  $x$ -ов», являющиеся главными операциями в современных логических исчислениях. Опираясь на это, польские ученые Тарский и Куратовский показали, что объекты, к построению которых ведут наиболее распространенные логические исчисления, не прибегающие к аксиомам произвольного выбора, ограничены классом произвольных множеств. Таким образом, класс проективных множеств в некотором смысле ограничивает поле «существенных» математических объектов.

В последние годы в работах Чёрча, Клини, Поста и других построена новая область математики – теория разрешимых функций, которая ставит своей задачей анализ математических конструкций и поиски проблем, неразрешимых конструктивным путем. Построение этой области протекает под значительным влиянием идей, высказанных Н.Н. Лузиным в теории проективных множеств. В другом направлении работ, относящихся к основаниям математики, и созданным голландской школой во главе с Брауэром, существенную роль играет понятие «индивидуально определённого» множества. Оказалось, что с точки зрения Канторовской теории множеств, всякое «индивидуально определённое» множество является  $A$ -множеством. Наконец, Гёдель доказал непротиворечивость гипотезы континуума. В этой работе он частично черпал тематику из работ Н.Н. Лузина по проективным множествам. Из всего этого видно, что хотя «кризисное» состояние в теории множеств ещё далеко не разрешено, но теория проективных множеств уже смогла пролить свет на некоторые наиболее принципиальные вопросы, связанные с этим кризисом, и много дала в смысле приближения «выхода» из этого кризиса.

Описание роли Н.Н. Лузина в науке было бы неполно, если бы мы не отметили его роли как главы и создателя московской математической школы. Значительное число выдающихся математиков являются его учениками. Отметим хотя бы покойных М.Л. Суслина, П.С. Урысона, И.И. Привалова и др. Едва ли можно в истории русской математики указать человека, из учеников которого вышло столько первоклассных учёных, как у Н.Н. Лузина. Необычайный успех Н.Н. Лузина в создании школы объясняется тем, что, будучи профессором Московского Университета, Н.Н. Лузин умел объединить вокруг себя наиболее одарённых студентов и вводил начинающих математиков в наиболее актуальную научную проблематику. Он умел показать начинающим наиболее интересные и важные проблемы, а также основные идеи и трудности, определяющие характер этой проблематики. Этим объясняет-

ся то, что неоднократно, ещё будучи студентами, ученики Н.Н. Лузина получали первоклассные результаты. Очень многие начинали свою научную деятельность с продолжения и развития только что законченных работ Н.Н. Лузина.

Помимо работ в области теории функций, Н.Н. Лузину принадлежит целый ряд работ в области математического анализа и дифференциальной геометрии. Им доказана сходимости метода Чаплыгина приближённого решения дифференциальных уравнений и показано, что скорость сходимости весьма велика. Кроме того, им построена качественная теория интегралов некоторых дифференциальных уравнений, описывающих движение по «не идеально гладкому» полотну железной дороги, и найдены условия устойчивости движения. В области дифференциальной геометрии Н.Н. Лузин занимался классическим вопросом об изгибании на главном основании. Этому вопросу посвящено большое число работ крупных геометров. Однако до Н.Н. Лузина были не известны условия, при которых такие изгибания существуют. Н.Н. Лузин показал, что существование и свойства изгибаний является очень специальным, так сказать, «редко встречающимся» свойством поверхности.

Наконец, необходимо отметить деятельность Н.Н. Лузина в области создания учебников. Н.Н. Лузин является автором учебника дифференциального и интегрального исчисления, выдержавшего уже более 16 изданий. Первоначально Н.Н. редактировал перевод учебника Грэнвилля. Затем он его постепенно, от издания к изданию, перерабатывал и усовершенствовал, с одной стороны, приближал его к запросам нашей высшей школы, с другой стороны, повышал общий теоретический уровень учебника. Результатом этой работы явилось издание учебника дифференциального и интегрального исчисления, которым пользуется большинство высших школ нашего Союза. Кроме этого, Н.Н. Лузин является автором очень своеобразно и чрезвычайно интересно написанного учебника по теории функций действительного переменного. В этой книге, с присущим ему мастерством, Н.Н. Лузин сочетал большую идейную глубину с практичностью и увлекательностью изложения.

### ПЕРВЫЙ ТОМ СОЧИНЕНИЙ Н.Н. ЛУЗИНА\*

Академией наук СССР предпринято издание трёхтомного собрания сочинений выдающегося советского учёного-математика Н.Н. Лузина.

Научная деятельность Н.Н. Лузина составляет важный этап в развитии математики в нашей стране. Основные результаты его работ излагаются в учебниках теории функций и являются общеизвестными. Однако в трудах Н.Н. Лузина содержатся важные результаты, не вошедшие в учебники и монографии. Глубокие мысли о природе изучаемых вопросов, высказанные Н.Н. Лузиным и в своё время оказавшие большое влияние на развитие науки, особенно на развитие теории функций, не утратили своей ценности. Некоторые из выдвинутых Н.Н. Лузиным научных проблем принципиальной важности не решены и до настоящего времени. Хотя идеи Н.Н. Лузина явились источником научной деятельности большого числа учёных, научное наследство его до сих пор использовано далеко не полностью.

Работы Н.Н. Лузина побуждают математиков по-новому ставить ряд вопросов, дают возможность получения новых научных результатов. Ознакомление с этими работами в подлинниках имеет очень большое значение для математиков. Однако изучение работ Н.Н. Лузина сильно затрудняется тем, что многие из них напечатаны в научных журналах, ставших в настоящее время библиографической редкостью.

В 1951 году была переиздана диссертация Н.Н. Лузина «Интеграл и тригонометрический ряд» под редакцией и с подробными комментариями Н.К. Бари и Д.Е. Меньшова. В это издание вошли также некоторые работы Н.Н. Лузина по метрической теории функций, но всё же творчество Н.Н. Лузина в этой области представлено далеко не полно.

Поэтому предпринятое Академией наук СССР издание сочинений Н.Н. Лузина представляет несомненную ценность.

---

\* Рецензия на книгу: *Н.Н. Лузин. Собрание сочинений. Том I* // М.: Изд. АН СССР, 1953, 399 с. (Опубликована в Вестнике АН СССР. – 1954. – № 1. – С. 126–127).

В настоящее время вышел первый том этого издания, в который включены работы по метрической теории функции и по теории функций комплексного-переменного.

Второй том будет содержать исследования по дескриптивной теории множеств.

В третий том войдут труды по дифференциальной геометрии, дифференциальным уравнениям и другие. В этом томе будут помещены обзор научных работ Н.Н. Лузина и биография учёного.

В связи с выходом первого тома хочется отметить, что издание собрания сочинений классиков науки ставит перед редакцией специфические и весьма ответственные задачи. Недостаточно довести до читателя научные мысли и научные результаты автора, надо также помочь ему ориентироваться в том, какое воздействие на науку они оказали. Этому было уделено большое внимание в комментарии к упомянутому выше переизданию диссертации Н.Н. Лузина. К сожалению, в первом томе собрания сочинений Н.Н. Лузина примечания редакции очень не полны.

В интересах подавляющего большинства читателей необходимо было привести библиографические данные об основных работах, в которых идеи Н.Н. Лузина получили дальнейшее развитие. Кроме того, обязательно следовало указать, какие из поставленных им проблем решены и какие нет. По отношению к некоторым работам Н.Н. Лузина это сделано при упомянутом переиздании его диссертации.

Кроме того, надо иметь в виду, что Н.Н. Лузин принадлежит к числу таких учёных, научная деятельность которых далеко не исчерпывается их собственными печатными трудами. Он был руководителем большой научной школы, из которой вышли выдающиеся учёные. Школа Н.Н. Лузина оказала чрезвычайно большое влияние на развитие советской математической науки. В рецензируемом издании это не нашло отражения.

Жаль, что в издание не вошли статьи, относящиеся к одним и тем же вопросам, но написанные в разное время. Между тем в этих статьях Н.Н. Лузин нередко высказывает различные общие соображения, представляющие большой интерес. В собрании сочинений следовало поместить такие статьи, так как их совместное изучение позволяет проследить эволюцию взглядов Н.Н. Лузина, полнее разобраться в природе вопроса.

Наконец, нельзя рассчитывать на то, что читатель непременно имеет под руками другие издания работ Н.Н. Лузина или соответствующие статьи о нем. Поэтому неправильно поступила редакция, помещая в первом томе вместо обстоятельной статьи, характеризу-

ющей творчество Н.Н. Лузина, мало содержательное предисловие и отсылая читателя к серии статей о Н.Н. Лузине, опубликованных в журнале «Успехи математических наук». В собрании сочинений обязательно должна быть вводная статья, содержащая глубокий анализ значения работ учёного. Между тем редакция, отнеся обзорную статью о работах Н.Н. Лузина в третий том, никак не восполнила столь заметный пробел первого тома.



### ПАМЯТИ ПЕТРА ПЕТРОВИЧА ЛАЗАРЕВА\*

В наше время, когда физико-математические методы исследования победным образом шествуют по всей системе человеческих знаний, чрезвычайно своевременно вспомнить Петра Петровича Лазарева, который являлся в свое время одним из основоположников этого направления. Имея двойное – физико-математическое и медицинское образование, – чрезвычайно широкий круг интересов и огромный кругозор, П.П. Лазарев ещё в начале текущего века понял, что широкое использование физико-математического подхода к изучению природы, как живой, так и неживой, сулит громадные перспективы.

Он всегда стремился к тому, чтобы развивать новые направления в науке, важные с точки зрения приложений, и закладывал основы новых направлений на стыке физико-математических и естественных наук.

Он был одним из основателей двух наук: биофизики и геофизики, которые в настоящее время получили колоссальное развитие и которые играют очень большую роль в жизни человечества.

Напомним, что П.П. Лазарев явился одним из первооткрывателей сейсмической разведки. Он был инициатором комплексного изучения Курской магнитной аномалии (КМА).

По поводу необходимости изучения КМА П.П. Лазарев обратился к В.И. Ленину, который сразу оценил большое значение предприятия. По инициативе В.И. Ленина была создана комиссия по изучению КМА, в которую, кроме П.П. Лазарева, вошли И.М. Губкин, А.Н. Крылов, О.Ю. Шмидт, А.Д. Архангельский, А.А. Михайлов, П.М. Никифоров и др. Учёным секретарем комиссии был близкий друг и соратник П.П. Лазарева А.Н. Ляпунов.

Несмотря на организационные и технические трудности, работы были начаты ещё во время Гражданской войны. Геофизической службы в нашей стране в то время не существовало. Основные ра-

---

\* Впервые опубликовано в книге: *Очерки истории информатики в России* // Новосибирск: Научно-издательский центр ОИГГМ СО РАН. – 1998. – С. 594–602.

боты по изучению КМА исполнялись кучкой молодых энтузиастов – учеников и сотрудников П.П. Лазарева. Это был первый случай, когда было проведено изучение крупного геологического объекта одновременно всеми доступными средствами, как геофизическими, так и геологическими. В начале 20-х годов была проведена магнитная съёмка района аномалий и издан первый в мире магнитный атлас, содержащий все результаты этой съёмки. Одновременно была открыта и изучена гравитационная аномалия, сопутствующая магнитной. Была проведена подробная геологическая съёмка. Благодаря П.П. Лазареву для изучения этих аномалий были выработаны разумные методологические принципы производства геофизической съёмки и были созданы приборы, которыми эту съёмку производили, и методы, которыми обрабатывали результаты наблюдений.

В те времена для производства магнитной съёмки употреблялись прецизионные приборы – магнитометры и магнитные вариометры, дающие высокую точность, но очень сложные в обращении. В то же время геодезическая основа магнитных съёмочных работ была очень грубой (в частности, так работал проф. Лейст в дореволюционное время, который долго занимался изучением Курской магнитной аномалии, но не смог придти к сколько-нибудь ощутимым выводам естественнонаучного или методологического характера).

П.П. Лазарев очень скоро понял, что в районе КМА горизонтальные градиенты магнитного поля столь велики, что измерять это поле прецизионными средствами нет никакого смысла, однако совершенно обязательно точно привязывать магнитную съёмку к топографии. При этом нужно требовать взаимной согласованности, точности топографических и магнитных измерений. (В наши дни этот принцип считается само собой разумеющимся для всех геофизических исследований. Думаю, что сейчас мало кто из геофизиков отдаёт себе отчёт в том, что в недалеком прошлом этот принцип не был сформулирован и что его создателем является П.П. Лазарев.)

Всё это позволило П.П. Лазареву чрезвычайно усовершенствовать методику проведения геофизической разведки в районах КМА. В качестве основного магнитного прибора был выбран дешёвый, простой в употреблении и достаточно точный для района КМА магнитный котелок Де Колонга. Зато все наблюдения строились на точной топографической основе.

Совершенно иначе обстояло дело с изучением гравитационной аномалии. Гравитационная аномалия в районе КМА невелика по абсолютной величине, но она сосредоточена на небольшой терри-

тории, поэтому она значительно более резко выражена во вторых производных потенциала, чем в первых. Это дало П.П. Лазареву основание отдать предпочтение гравитационной съёмке посредством вариометров перед съёмкой посредством маятников. Здесь возникли своеобразные трудности, связанные с тем, что вариометры весьма чувствительны к неровностям рельефа – вторые производные от потенциала силы тяжести изменяются особенно резко поблизости от массы, создающей гравитационное поле. На этой почве в коллективе, руководимом П.П. Лазаревым, были разработаны методы введения поправок за счет рельефа в наблюдения, полученные посредством вариометров. Там же был поставлен вопрос об интерпретации геофизических данных. Наконец, по инициативе П.П. Лазарева в районе КМА впервые в нашей стране была применена сейсмическая разведка. По его же инициативе было предпринято бурение в районе КМА.

Добиться средств для производства бурения в КМА было далеко не просто. Многие не верили в возможность существования железных руд в этом районе и высказывали предположение, что магнитная аномалия вызвана подземными токами. Солидным подтверждением этого скептицизма явились результаты разбуривания магнитной аномалии, открытой в то время в Японии. Японцы провели в районе своей аномалии буровые работы большого масштаба, но никакой железной руды не нашли. Сопоставив результаты магнитных съёмок в КМА с наблюдениями, проведенными в Японии, П.П. Лазарев заметил, что магнитное поле в районе КМА имеет строение, отвечающее сильно вытянутому подземному магнитному полюсу. Такое магнитное поле может быть вызвано намагниченным телом, но никак не током. В то же время японская съёмка отвечает магнитному полю соленоидального строения. Такое магнитное поле может быть создано подземным током, но никак не магнитным телом. Так по одним только магнитным данным П.П. Лазарев сумел понять фундаментальное различие между Курской и Японской магнитными аномалиями.

В скором времени из недр КМА были извлечены железные кварциты. Таким образом, проведенное бурение подтвердило правоту П.П. Лазарева.

В Институте физики и биофизики, возглавляемом П.П. Лазаревым, было проведено изучение магнитных свойств этих образцов. В связи с этим сотрудник института Н.К. Щодро разработал новые для того времени методы лабораторных исследований магнитных свойств горных пород. Впоследствии эти методы нашли широкое применение.

На почве геофизических работ КМА и благодаря постоянному интересу П.П. Лазарева к этим работам сложилось основное ядро советской геофизической школы. В этих работах ещё в качестве начинающих исследователей принимали участие Г.А. Гамбурцев, М. П. Поликарпов, М.А. Леонтович, Н.Н. Парийский, М.С. Молоденский, Б.А. Андреев, Г.Н. Петрова, А.Г. Иванов и др., которые в дальнейшем сыграли огромную роль в развитии геофизики в нашей стране.

В 30-х годах значение геофизических методов разведки было осознано повсеместно. С этого времени в нашей стране геофизические работы приобрели колоссальный размах. Не следует забывать, что колыбелью этих работ явились разведки, проведенные в КМА, и что инициатором и первым руководителем их был П.П. Лазарев.

П.П. Лазарев всегда интересовался вопросом о выяснении физико-химической основы процессов жизнедеятельности. Он стремился к выделению некоторых элементарных актов физико-химической природы, протекающих в организме, которые, с одной стороны, представляли бы собой основу жизнедеятельности, с другой стороны, могли бы быть расшифрованы с физико-химических позиций. Он искал такие элементарные акты в работе рецепторов органов чувств и в процессах передачи возбуждения в нервной системе. Он стремился к тому, чтобы описать в точных терминах сущность этих актов, сформулировать те физико-химические законы, которым они подчиняются, и построить математическую модель течения этих актов. Он ставил эксперименты, в основе которых лежало измерение определенных величин, и сопоставлял результаты измерений с математической моделью. В наиболее полном виде эта программа была выполнена им в ионной теории возбуждения при изучении функционирования зрительных рецепторов – палочек – и в теории адаптации центральной нервной системы.

Разумеется, в то время, когда П.П. Лазарев занимался этим вопросом (1915–1940), возможности эксперимента были несравненно меньшими, чем в наше время, однако в методологическом отношении его работы в области биофизики не утратили своего значения и в наше время, хотя за последние 20 лет биофизика, молекулярная биология и биохимия сделали колоссальные успехи. Эти области представляют из себя едва ли не наиболее интенсивно развивающиеся направления естествознания.

П.П. Лазарев был одним из тех, кто содействовал привлечению внимания физиков к проблемам биологии и тем самым в значительной мере подготовил проникновение физико-математичес-

ких методов в биологию, которое столь интенсивно развивается сейчас.

Пожалуй, наиболее интересное с современной точки зрения направление работ П.П. Лазарева связано с изучением порожной чувствительности нервной системы. В качестве индикатора порожной чувствительности зрительных центров им было введено измерение минимального изменения яркости освещённого поля, которое мог зафиксировать испытуемый, находящийся в заданном состоянии. Важно то, что этот подход даёт возможность точного измерения чувствительности некоторой подсистемы нервной системы.

Аналогичные методы изучения порожной чувствительности некоторых разделов нервной системы проводились и многими его сотрудниками. Изучалась порожная чувствительность органов слуха, органов осязания, вкуса, а также порожная способность органов зрения к различению двух близко расположенных пятен на однородном иначе освещённом поле. Изучалось изменение порожной чувствительности различных разделов нервной системы в зависимости от состояния испытуемого, а также тех или иных внешних воздействий на него. В частности, была изучена порожная чувствительность нервной системы в зависимости от возраста испытуемого, от времени суток, времени года, при тех или других патологических состояниях, при воздействии тех или других биологически активных веществ, в частности, лекарственных. Многие результаты этих работ нашли применение в медицинской диагностике и фармакологии.

П.П. Лазарев всегда стремился к тому, чтобы пользоваться в физиологии и биофизике числом и мерой в отличие от того, что в те времена подавляющее большинство экспериментальных работ биологов носило качественный характер.

Осенью 1929 года из-за случайности я оказался объектом одной из биофизических работ П.П. Лазарева. У меня случилось сотрясение мозга. После того, что видимые последствия этого сотрясения прошли, настало удивительное состояние – занятие наукой не доставляло мне удовольствия. Когда П.П. Лазарев узнал о случившемся, он предложил измерить чувствительность моей центральной нервной системы. Она оказалась сниженной более чем вдвое по сравнению с возрастной нормой, определённой П.П. Лазаревым. П.П. Лазарев пришел к заключению, что последствия сотрясения мозга не ликвидированы и что мне необходим длительный отдых. В течение нескольких месяцев я не работал, но время от времени в лаборатории измеряли чувствительность моих нерв-

ных центров. Только после того, как она достигла возрастной нормы и перестала изменяться, Пётр Петрович разрешил мне вернуться к работе. Работа по-прежнему стала доставлять мне огромное удовольствие.

Я познакомился с П.П. Лазаревым в самом начале революции, будучи еще мальчишкой. В то время Пётр Петрович был директором Института физики и биофизики НКЗ, в котором работал мой отец. У нас часто бывал сам Пётр Петрович и другие сослуживцы моего отца. Уже тогда П.П. Лазарев был академиком и крупным, широко известным учёным.

Пётр Петрович жил в Москве на Миусской площади, а читал лекции в Московском высшем техническом училище, ныне МВТУ им. Баумана. В те времена городской транспорт в Москве почти не работал, и Пётр Петрович добирался до МВТУ либо пешком, либо на единственном транспорте, который был в его распоряжении – в санках на Сером. Мои родители жили на Солянке в том доме, где в настоящее время находится Рентгеновский институт. Это было на полпути между Миусской и МВТУ. Нередко, возвращаясь из МВТУ с лекции, Пётр Петрович заезжал к нам отдохнуть и согреться. Для нас, детворы (нас было 9 человек Ляпуновых и Наметкиных), появление Петра Петровича было всегда огромной радостью. Мы его обступали с самыми разнообразными «делами». Я был старшим, и мне всегда было интересно послушать рассказы Петра Петровича о научных проблемах, о его поездках за границу, о его встречах с разными интересными людьми. Интересы младших братьев и сестер были другими. Мальши залезали к нему на колени, а то и на плечи и требовали: «Дядя Петя, нарисуй мотоциклиста, нарисуй лошадку, нарисуй автомобиль» и т. д. Пётр Петрович мгновенно исполнял все «заказы». Он это делал легко, быстро, с веселыми прибаутками и вызывал неизменное восхищение всей детворы. Когда ребятишкам говорили, что Пётр Петрович устал, что ему надо отдохнуть и что нельзя к нему приставать, Пётр Петрович сам протестовал и говорил, что дети доставляют ему большое удовольствие. Иногда он тут же рассказывал какие-нибудь истории, которые ребятишкам были очень интересны. Помню, мне было нередко досадно, что Пётр Петрович уделяет много внимания малышам, а мне не удается расспросить его о том, что мне было интересно. Я в те времена мог без зазрения совести попросить Петра Петровича рассказать мне, в чем состоит теория относительности или чем замечательна Курская аномалия. В тех случаях, когда доходила очередь до меня, Пётр Петрович с полным вниманием выслушивал меня и всегда рассказывал что-нибудь ин-

тересное. Какова же была моя радость, когда весной 1928 года, незадолго до того, как я окончил среднюю школу, П.П. Лазарев предложил мне с осени, независимо от того, поступлю я в университет или нет, посещать руководимый им институт и попробовать поставить эксперименты по моделированию образования лунных кратеров при падении метеоритов.

Эта точка зрения была выдвинута немецким геофизиком Вегенером в первом десятилетии 20-го века. Были известны его эксперименты, выполненные с порошкообразными телами, в которых внешний вид искусственных кратеров сильно напоминал лунные. Однако сопоставление результатов промеров настоящих и искусственных кратеров давало не очень благоприятные результаты. Отношение диаметра к глубине у лунных кратеров на несколько порядков больше, чем у экспериментальных кратеров Вегенера. Лунные кратеры интересовали меня в связи с моим участием в работе школьного астрономического кружка и Коллектива наблюдателей Московского общества любителей астрономии. Вопрос, который Пётр Петрович предложил мне выяснить экспериментально, состоял в следующем: что, если тело, на которое падает метеорит, является не вполне твердым, а обладает свойствами, напоминающими жидкость, т. е. по его поверхности могут распространяться волны вроде тех, которые распространяются по поверхности воды? Не может ли быть, что в таком случае вал возникающего кратера, подобно волне, может «распространяться и растекаться»? Эти процессы должны были бы привести к резкому увеличению отношения диаметра кратера к его глубине. Этот вопрос возник в нашем школьном кружке. П.П. Лазарев предложил мне исследовать его в экспериментальной лаборатории института.

С осени, уже в качестве студента университета, я стал регулярно бывать в институте на Миусской и пытался ставить соответствующие эксперименты. Однако с предложенной задачей я не справился. Впоследствии Пётр Петрович предложил мне другую задачу – продолжить работу по моделированию морских течений, которую он начинал вместе с Б.В. Дерягиным. Его идея состояла в том, что наличие течений обязано своим возникновением вращению Земли, в частности, пассатам, а их конфигурация определяется конфигурацией материков. В свою очередь, океанические течения оказывают определяющее воздействие на климат, в особенности в высоких широтах. В те эпохи истории Земли, когда имеется мощное течение от экватора к полюсу (типа Гольфстрима), климат приполярных районов оказывается относительно теплым. В периоды, когда такого течения нет (например, нынешняя



Антарктида), климат гораздо более суровый. Однако и с этой экспериментальной задачей я не справился. Экспериментатора из меня не получилось, но то, что я получил от самого П.П. Лазарева и его окружения, имело для меня колоссальное значение.

В Институте физики и биофизики, кроме самого П.П., работало много ярких и интересных людей: ныне покойные С.И. Вавилов, Г.А. Гамбурцев, Н.К. Щодро, П.Н. Беликов, С.В. Кравков, Н.Т. и В.К. Федоровы, П.П. Павлов, М.И. Поликарпов, А.Н. Цветков, Б.Б. Кудрявцев, В.Л. Лёвшин, а также ныне здравствующие П.Л. Ребиндер, В.В. Шулейкин, Б.В. Дерягин, Э.В. Шпольский, С.А. Ахматов, М.П. Воларович, С.А. Толстой, П.О. Макаров, Г.П. Снякин, В.П. Лазарев, В.В. Васильев, Г.Г. Яуре и др.

П.П. Лазарев стремился прежде всего к тому, чтобы собрать людей, живо интересующихся наукой и стремящихся работать в науке, он создавал исключительные условия для работы, вдохновлял и поддерживал своих сотрудников и создавал своеобразную обстановку служения науке. Стар и мал, физик, биолог, медик, слесарь и стеклодув, заслуженный профессор и начинающий студент – все чувствовали себя членами одной семьи, участниками общего дела, всех объединяли интерес к науке и стремление к работе. В то время техника эксперимента сильно отличалась от современной. В институте были первоклассные по тем временам мастерские, однако значительная часть установок монтировалась силами самих экспериментаторов. Нередко в одной и той же или в соседних комнатах в тесноте, но не в обиде велись эксперименты над лягушками, эксперименты по физиологии зрения или слуха у человека и разработка геофизических приборов. Лаборантов и технических сотрудников почти не было. Все научные сотрудники выполняли эксперименты собственными силами. Конечно, почти все преподавали в высших, а то и в средних школах, но часы, свободные от преподавания, сотрудники проводили в институте. Различия между вечерними и утренними часами практически не было. Работа в лабораториях не прекращалась до 10, а то и 12 часов ночи.

У Петра Петровича была очень своеобразная система руководства работой сотрудников. Он придавал огромное значение подбору людей и руководствовался при этом двумя обстоятельствами. Он подбирал молодых людей, обладающих чётко выраженным интересом к науке и стремящихся работать под действием интереса к науке. Свою обязанность он видел в том, чтобы на первых порах помочь начинающему выбрать задачу и содействовать тому, чтобы он наметил подходы к её решению. В этот период Пётр Петрович проводил несколько бесед с новым сотрудником, рассказы-



вал ему кое-что из своих личных замыслов, обращал его внимание на некоторые научные факты, связанные с обсуждаемыми проблемами, показывал научные перспективы проблематики, словом, старался побудить человека к научному поиску. В начальном периоде работы он никогда не рекомендовал обращаться к литературе. Он всегда говорил, что знакомиться с литературой нужно тогда, когда свой путь намечен и исследователь знает, что ему нужно. В противном случае чужие мысли слишком легко подавляют ещё не проснувшуюся собственную мысль. В то же время, он всячески призывал начинающего человека к получению фундаментальных знаний путем самообразования, независимо от того, каково было образование нового сотрудника. В итоге этих встреч подопечный должен был представить П.П. Лазареву формулировку задачи, которой он решил заниматься, и принципы подхода к ней. Если Пётр Петрович находил возможным одобрить этот проект, то он предоставлял сотруднику рабочее место, знакомил его с его соседями по комнате, а также с М.П. Воляровичем и Н.М. Масловым, которые «по совместительству» заведовали всем научным оборудованием института, и автоматически включал в институтскую семью. С этого момента человек на равных началах получал доступ ко всему институтскому оборудованию и мастерским, и он на значительное время оказывался предоставленным самому себе. Далее очень многое зависело от устойчивости его научных интересов и от умения работать. Основной формой работы П.П. Лазарева с продвинутыми сотрудниками были обходы. Время от времени (иногда это было раз в неделю, иногда два-три раза) Пётр Петрович обходил лаборатории, главным образом тех сотрудников, которые работали в непосредственном контакте с ним, и обсуждал с ними ход работы, смотрел эксперименты и высказывал свои соображения по поводу дальнейшего; конечно, за раз он обходил немногих, так как каждому уделял порядочно времени. Поразительно было то, как быстро он схватывал все новые обстоятельства, связанные с работой. Нередко он тут же давал советы и показывал, как преодолеть возникшее затруднение. В его поле зрения постоянно шли десятки разных работ. С некоторыми из них он соприкасался очень редко, несмотря на это, даже при сравнительно краткой встрече, он успевал схватить всё новое, что в работе произошло, и дать полезный совет. Особенно интересны были те беседы, которые сопровождали обход. Нередко случалось, что во время обсуждения той или иной работы Пётр Петрович отвлекался и начинал развивать идеи по поводу тех или других научных проблем, или свои точки зрения научно-философского характера, или, наконец, он рассказывал ка-

кие-либо эпизоды, относящиеся к истории науки, которых он знал бесчисленное количество. Эти беседы имели огромное значение для молодых сотрудников. Такими беседами П.П. Лазарев оказывал огромное влияние на научное мировоззрение своих сотрудников. Он особенно любил проводить сопоставления ситуаций, складывающихся в разное время в разных областях науки, и показывать, как точная мысль и точно поставленный эксперимент в конечном итоге торжествовали.

Раз в неделю в 7 часов вечера (по четвергам) лаборатории пустыли. Сотрудники собирались на институтский коллоквиум, которым руководил П.П. Лазарев. Для начинающих это был всегда научный праздник. Доклады бывали очень разнообразными и интересными. Они касались самых разнообразных вопросов теоретической и экспериментальной физики, биофизики и физиологии, геофизики. С докладами выступали как сотрудники института, так и учёные, работающие в других московских учреждениях или в других городах, а также иностранцы. На этих коллоквиумах, кроме сотрудников института, бывали А.Н. Крылов, С.А. Чаплыгин, Л.И. Мандельштам, А.Ф. Иоффе, Н.К. Кольцов, С.Л. Лейбензон, М.А. Великанов, Н.Т. Повало-Швейковский, Н.М. Шатерников, В.С. Гулевич, Л.А. Орбели, Н.А. Бернштейн, Г.С. Ландсберг и многие другие.

На этом коллоквиуме происходили оживлённые обсуждения докладов, там бывала острая критика, делались сопоставления доложенных данных со многими другими научными результатами, нередко здесь же формулировались задачи, решения которых докладывались на последующих заседаниях коллоквиума. Особенно интересны были выступления самого Петра Петровича. Эти выступления, в частности, были особенно ценны для меня. Уровень моей научной подготовки был, конечно, намного ниже, чем у основных участников коллоквиума. Выступая по любому докладу, П.П. Лазарев умел выявить основную мысль доклада и изложить её в доступной и рельефной форме, при этом он постоянно проводил интересные и далеко идущие параллели, а если в дискуссии выяснялось, что в доложенной работе имелись промахи, то Пётр Петрович выявлял ошибку докладчика и очень часто предлагал пути её устранения. Много интересных и разнообразных докладов на коллоквиуме сделал сам П.П. Лазарев.

Пётр Петрович любил подчеркнуть роль русских учёных в развитии науки, особенно в тех случаях, когда они оказывались в каком-то смысле предшественниками докладчика. Он часто подсмеивался над тем, что у нас много лучше знают работы иностранных

учёных, чем русских, и что нередко случалось, что наши исследователи узнавали о работах соотечественников от иностранцев. Он всегда подчеркивал, что это обстоятельство является следствием того, что в дореволюционной России учёные работали в одиночку, научные публикации были из рук вон плохо налажены, основные работы русских учёных публиковались за границей.

После коллоквиума за чашкой чая устраивались постколлоквиумы. Это были восхитительные вечера самого разнообразного характера. Здесь бывали доклады об интересных экспедициях, о поездках за границу, рассказы о разных занятиях, эпизодах или просто обмен шутками и остротами. Все это было ярко, интересно и совершенно по-семейному. Это сближало людей и способствовало установлению дружной и радостной атмосферы в институте.

Впоследствии П.П. Лазарев развернул биофизические работы в ВИЭМе. К нему снова стекалось много молодежи. Закипела экспериментальная работа, и возродился коллоквиум. К этому времени у меня стали преобладать математические интересы, а в своих возможностях экспериментатора я вынужден был разочароваться. В этот период я нередко встречался с Петром Петровичем. Мне всегда были очень интересны его работы, а также работы его ближайших сотрудников, однако мои собственные научные интересы ушли в другую область.

**ПЁТР СЕРГЕЕВИЧ НОВИКОВ\***  
**(к 50-летию со дня рождения)**

28 августа 1951 года исполнилось 50 лет выдающемуся советскому математику Петру Сергеевичу Новикову.

Пётр Сергеевич поступил в Московский университет в 1919 году. Однако осенью того же года он был призван в Красную Армию и вернулся в Университет лишь в 1922 году.

Это был период расцвета научной и педагогической деятельности Н.Н. Лузина, который являлся главой московской теоретико-функциональной школы. Пётр Сергеевич сразу стал одним из ближайших его учеников.

Лузин рано оценил творческие возможности Петра Сергеевича и посоветовал ему взяться за одну из наиболее трудных задач, стоявших в тот момент перед дескриптивной теорией множеств – за проблему взаимоотношения явных и неявных  $B$ -функций. В 1905 году Лебег опубликовал решение этой проблемы, оказавшееся совершенно ошибочным. С тех пор вопрос оставался без продвижения.

В 1927 году П.С. Новиков получил полное решение поставленной проблемы. Он до конца выяснил взаимоотношения между явными и неявными  $B$ -функциями.

Рассмотрим  $B$ -функцию от двух переменных  $F(x, y)$ . Пусть уравнение  $F(x, y) = 0$  определяет  $y$  как неявную функцию от  $x$ . Обозначим через  $E$  множество тех значений  $x$ , для которых эта неявная функция определена. Основной вопрос ставился так: всегда ли существует явная  $B$ -функция  $y = \varphi(x)$ , определённая всюду на множестве  $E$  и удовлетворяющая уравнению  $F(x, \varphi(x)) = 0$ . Лебег полагал, что это действительно так.

Пётр Сергеевич показал, что в общем случае вопрос решается отрицательно, однако, если для каждого  $x$  существует не более чем счётное число значений  $y$ , удовлетворяющих уравнению  $F(x, y) = 0$ , то ответ на поставленный вопрос утвердителен. Для получения этого результата П.С. Новиков установил принцип сравнения индексов, который сделался впоследствии наиболее мощным инструментом в дескриптивной теории множеств. С помощью этого прин-

---

\* Успехи мат. наук. – 1952. – Т. 7. – Вып. 2. – С. 193–196.

ципа Н.Н. Лузин установил вторую теорему отделимости  $A$ -множеств.

Ряд последующих работ П.С. Новикова и его учеников (В.Я. Арсенина, З.И. Козловой, А.А. Ляпунова) был посвящён различным обобщениям принципа сравнения индексов и приложениям его к изучению строения  $A$ -множеств и проективных множеств.

В этих работах было детально изучено явление кратной отделимости, а также были выяснены дескриптивные условия, при которых проекция  $B$ -множества оказывается  $B$ -множеством.

После того как изучение  $A$ -множеств было в основном завершено, центральной задачей дескриптивной теории множеств являлось изучение открытых Н.Н. Лузиным проективных множеств.

Однако ещё Н.Н. Лузин обнаружил, что при изучении проективных множеств возникают затруднения совершенно особенного характера. Н.Н. Лузин высказал убеждение в том, что основные вопросы, касающиеся проективных множеств, не могут быть разрешены современными математическими средствами.

В 34–35-х годах П.С. Новиков предпринял детальное изучение проективных множеств второго класса и показал, что комплекс вопросов, доступных средствам теории множеств, оказался существенным образом шире, чем это предполагал Н.Н. Лузин.

Петру Сергеевичу удалось разрешить вопрос об отделимости проективных множеств второго класса, причём результаты оказались противоположными тем, которых в этой области можно было ожидать. Оказалось, что:

1. Всякие два непересекающихся  $CA_2$ -множества отделимы посредством  $B_2$ -множеств.

2. Существуют непересекающиеся  $A_2$ -множества, неотделимые посредством  $B_2$ -множеств.

3. Если у двух  $CA_2$ -множеств (или же  $A_2$ -множеств) удалить их общую часть, то оставшиеся части отделимы посредством  $A_2$ -множеств.

Таким образом, аналогами  $A$ -множеств оказываются  $CA_2$ -множества, а аналогами  $CA$ -множеств оказываются  $A$ -множества. Это значит, что во втором классе проективных множеств происходит обращение законов отделимости. Это явление находит объяснение в том, что для второго класса проективных множеств также имеет место принцип сравнения индексов, но только роль  $A$ -множеств играют  $CA_2$ -множества.

Одной из наиболее важных задач, неразрешимость которой в рамках теории множеств заподозрил Лузин, является проблема о существовании несчётных  $CA$ -множеств без совершенного ядра.

Эту задачу Н.Н. Лузин нередко использовал в качестве пробного камня. Если он приходил к убеждению в том, что решение некоторой другой задачи повлечёт за собой решение проблемы о мощности  $\mathcal{A}$ -множеств, то он объявлял эту новую задачу также неразрешимой (впрочем, надо иметь в виду, что при этом Лузин руководствовался чисто интуитивным соображением).

П.С. Новиковым была разрешена одна из задач, которую долгое время считали равносильной проблеме о мощности  $\mathcal{A}$ -множеств: им был дан эффективный процесс указания точки в непустом  $\mathcal{A}$ -множестве. Этот процесс оказался в дальнейшем чрезвычайно плодотворным.

С другой стороны, П.С. Новикову удалось строго доказать гипотезу о том, что если всякое несчётное  $\mathcal{A}$ -множество имеет конституанту, содержащую более одной точки, то из этого следует, что всякое несчётное  $\mathcal{A}$ -множество имеет совершенное ядро.

Два последних результата П.С. Новикова, взятые вместе, довольно чётко ограничивают область, доступную классической теории множеств, от области, повидимому, лежащей за её пределами. Эти результаты можно перефразировать таким образом: во всяком непустом  $\mathcal{A}$ -множестве можно эффективно указать точку, принадлежащую наименьшей конституанте. Однако для решения вопроса о мощности  $\mathcal{A}$ -множеств это не даёт ничего; с другой стороны, если бы было возможно какими угодно средствами в любом несчётном  $\mathcal{A}$ -множестве найти две точки, принадлежащие одной и той же конституанте, то проблема о существовании совершенного ядра в несчётных  $\mathcal{A}$ -множествах была бы разрешена в положительном смысле.

Построения классического анализа в общем не выводят за пределы класса проективных множеств, однако эффективные средства теории функций, допускающие трансфинитную индукцию, но свободные от аксиомы произвольного выбора, дают возможность строить множества, уже не являющиеся проективными.

Петру Сергеевичу удалось описать некоторую конструкцию классов множеств, занумерованных не только трансфинитами второго класса, но также трансфинитами третьего класса, которые представляют собой в некотором смысле универсальный каталог всех тех множеств, которые могут быть построены теоретико-множественными средствами без помощи аксиомы произвольного выбора. Во всяком случае, до настоящего времени теория множеств не располагает эффективными конструкциями, выводящими за пределы этих классов. Вопрос о том, простирается ли эта классификация по всем трансфинитам третьего класса или же она затухает

ет где-то раньше, остаётся открытым и, по-видимому, принадлежит к числу вопросов, которые также не могут быть разрешены средствами теории множеств.

Деятельность П.С. Новикова в области дескриптивной теории множеств существенно раздвинула возможности этой науки и значительно расширила круг результатов, добытых ею. В то же время его деятельность косвенным образом подкрепила точку зрения Лузина о том, что возможности теории множеств ограничены и что теория множеств уже поставила целый ряд задач такого характера, решение которых её собственными средствами невозможно. Однако такими косвенными подтверждениями важных гносеологических обстоятельств ни в коем случае нельзя было ограничиться. В связи с этим, Пётр Сергеевич приступил к детальному анализу природы тех трудностей, с которыми столкнулась теория множеств. Это привело к тому, что основная его научная деятельность переместилась в область математической логики.

Основные устремления П.С. Новикова в области математической логики направлены на выяснение того, какова роль логических принципов в математике.

В своей первой логической работе Пётр Сергеевич установил, что в некотором классе, так сказать, «хорошо обозримых» вопросов, касающихся целых чисел, имеет место такое общее явление: из неэффективного решения вопроса такого типа всегда можно элиминировать все неэффективные средства и получить решение в совершенно конкретной форме. Точнее, допустим, что речь идёт о некотором свойстве целых чисел  $F(n)$ , причём для каждого отдельного числа конечным числом операций можно выяснить, обладает оно этим свойством или нет. Пусть теперь применением неэффективных средств с использованием закона исключённого третьего, но без употребления принципа непрерывности и аксиомы произвольного выбора установлено, что допущение о том, что все целые числа обладают свойствами  $F(n)$ , ложно. Тогда, как установил Пётр Сергеевич, из этого рассуждения всегда можно извлечь указание числа  $n$ , для которого  $F(n)$  ложно.

Последние годы Пётр Сергеевич посвятил приложению математической логики непосредственно к задачам теории множеств. Первые шаги в направлении приложения математической логики к теории множеств были сделаны ещё Гильбертом в начале 20-х годов. Он опубликовал своё доказательство непротиворечивости гипотезы континуума. Идея Гильберта состояла в построении некоторой системы объектов, удовлетворяющих всем аксиомам теории множеств, для которых утверждение гипотезы континуума оказы-

вается истинным. Однако вскоре обнаружилась недостаточность рассуждений Гильберта.

Только в 1937 году Гёделю удалось осуществить замысел Гильберта и строго доказать непротиворечивость континуум-гипотезы. В той же работе Гёдель заявил, что им доказана непротиворечивость существования неизмеримых проективных множеств, а также непротиворечивость существования  $CA$ -множеств без совершенного ядра. Однако доказательства этих утверждений Гёдель до сих пор не опубликовал, хотя им выпущена отдельная монография о непротиворечивости континуум-гипотезы.

В своей последней работе П.С. Новиков дал исчерпывающее доказательство непротиворечивости существования неизмеримых проективных множеств, а также несчётных  $CA$ -множеств, лишённых совершенного ядра. Им сделано даже нечто большее: в работе построены некоторые множества классическими средствами теории множеств, и только для изучения их свойств привлечены средства модели Гильберта-Гёделя. С помощью этих средств показано, что в рамках этой модели одно из этих множеств является неизмеримым проективным множеством второго класса, а другое – несчётным  $CA$ -множеством без совершенного ядра.

В той же работе Пётр Сергеевич установил непротиворечивость того, что для всех достаточно высоких классов проективных множеств имеет место обращённая отделимость. Эти результаты получены при помощи своеобразного синтеза теоретико-множественных и логических методов. В связи с этой работой уже сейчас возникает целый комплекс новых задач, и открываются чрезвычайно интересные новые перспективы.

Петру Сергеевичу принадлежит также фундаментальная работа в области математической физики: им установлена единственность решений обратной задачи теории потенциала для случая звёздных областей. Эта работа имеет большое значение для теоретической геофизики.



**ЛЮДМИЛА ВСЕВОЛОДОВНА КЕЛДЫШ\***  
**(к пятидесятилетию со дня рождения)**

Недавно исполнилось 50 лет одному из выдающихся московских математиков – Людмиле Всеволодовне Келдыш.

Л.В. Келдыш – ученица Н.Н. Лузина. Самостоятельную научную деятельность она начала ещё в 20-х годах, но первая её печатная публикация относится к 1934 г. и посвящена вопросу о гомеоморфности канонических элементов третьего класса. Этой публикацией открывается длинный ряд работ Л.В. Келдыш, посвящённых дескриптивной теории множеств. В этой области исследования Л.В. Келдыш имеют самобытный характер: её привлекают не столько наиболее общие проблемы дескриптивной теории, посвящённые самым широким классам множеств, сколько конкретное геометрическое исследование классического запаса  $B$ -множеств, в геометрической теории которых Л.В. Келдыш достигла блестящих результатов, заставляющих видеть в ней едва ли не первого специалиста в этой области.

Основные устремления Л.В. Келдыш в области изучения  $B$ -множеств были всегда направлены на возможно более полное понимание особенностей множеств, принадлежащих к определённому классу, и на выяснение того, чем отличаются множества различных классов друг от друга.

Дело в том, что когда рассматривается некоторое множество  $E$  и говорится, что оно является  $B$ -множеством класса  $\alpha$ , то это обозначает, что его можно получить, исходя из интервалов при помощи некоторого трансфинитного процесса длины  $\alpha$ , т. е. это является указанием на способ образования множества  $E$ , а не на его внутреннее строение. В связи с этим возникает такой вопрос – пусть дано некоторое множество, т. е. пусть относительно каждой точки решается вопрос о том, входит она в данное множество или нет (здесь подразумевается решение в смысле канторовской теории множеств).

Спрашивается, как по самому этому множеству судить о том, является оно  $B$ -множеством класса  $\alpha$  или нет. Ясно, что для ответа

---

\* Успехи мат. наук. – 1955. – Т. X. – Вып. 2 (64).

на такой вопрос нужно иметь достаточные сведения о строении множеств класса  $\alpha$ .

Н.Н. Лузиным было установлено, что особенно важную роль в каждом классе классификации  $B$ -множеств играют так называемые элементы класса  $\alpha$ . Эти множества являются пересечением последовательных множеств классов  $< \alpha$ , но не являются суммами множеств классов  $< \alpha$ .

Всякое множество класса  $\alpha$  сравнительно просто строится из элементов класса  $\alpha$  и множеств классов  $< \alpha$ . Во всяком случае для понимания особенностей строения множеств класса  $\alpha$  в первую очередь необходимо разобраться в строении элементов класса  $\alpha$ . Это обстоятельство было понято ещё Лузиным в начале 20-х годов, однако вплоть до работ Л.В. Келдыш были исследованы лишь элементы трёх первых классов, причём даже исследование строения элементов третьего класса нельзя было считать достаточно полным.

Лузиным была высказана гипотеза о том, что в каждом классе можно выделить некоторое семейство канонических элементов, т. е. элементов особенно правильной и единообразной структуры, которые играют основную роль в образовании любых множеств данного класса. Нахождение таких канонических элементов, изучение их строения и выяснение их роли во всём классе в целом явились центральной проблемой теории  $B$ -множеств. Было известно, что каноническими элементами первого класса могут служить точки и нигде не плотные совершенные множества<sup>1</sup>). Всякий элемент первого класса – замкнутое множество представляется как сумма не более чем одного нигде не плотного совершенного множества и не более чем счётного множества интервалов и отдельных точек.

Каноническими элементами второго класса, т. е.  $G_\delta$ , но не  $F_\sigma$ , являются множества, гомеоморфные множествам иррациональных точек. Как показали П.С. Александров и П.С. Урысон, каждое множество типа  $G_\delta$ , но не  $F_\sigma$  является суммой не более чем одного множества такой природы и счётного числа замкнутых множеств. Наконец, была известна конструкция элемента третьего класса, принадлежащая Бэру, которая позволила непосредственно установить принадлежность получаемого множества к третьему классу, но не ниже.

Этим исчерпывались сведения об индивидуальных особенностях строения  $B$ -множеств низших классов.

---

<sup>1</sup> Наличие двух типов канонических элементов является особенностью первого класса.

Нужно отметить, что теорема о существовании  $B$ -множеств сколь угодно высоких классов была доказана Лебегом с помощью построения универсальных множеств и применения к ним диагонального метода Кантора в сочетании с трансфинитной индукцией.

В то же время знание канонических элементов позволяло построить наглядные арифметические примеры множеств низших классов. В первом классе – это канторовский двоичный дисконтинуум, во втором классе – множество иррациональных чисел, наконец, в третьем классе – это бэровское множество, состоящее из всех точек, последовательность неполных частных которых неограниченно возрастает.

Долгое время стоял вопрос о построении арифметического примера множества четвёртого класса. К этому вопросу Н.Н. Лузин привлекал внимание многих из своих учеников и неоднократно подчёркивал его большую принципиальную важность. С этого вопроса началась работа Л.В. Келдыш в области теории множеств.

В работе, выполненной во время аспирантуры и опубликованной в книге Н.Н. Лузина «Лекции об аналитических множествах», Л.В. Келдыш построила арифметический пример элемента четвёртого класса: это множество точек, среди неполных частных которых имеется бесконечное число чисел, каждое из которых повторяется бесконечное число раз.

Конструкция, применённая в этой работе, позволила в дальнейшем Л.В. Келдыш построить канонические элементы четвёртого класса.

В 1934 г. Л.В. Келдыш показала, что бэровские элементы третьего класса обладают рядом свойств, позволяющих видеть в них канонические элементы третьего класса. Именно: 1) каждый элемент третьего класса состоит из одного бэровского элемента и счётного числа множеств второго класса; 2) всякие два бэровских элемента гомеоморфны между собой, быть может, с точностью до счётного числа точек; 3) каждое множество, гомеоморфное бэровскому элементу, само является бэровским элементом. Таким образом, бэровские элементы оказались основным структурным типом элементов третьего класса.

За этой работой последовала целая серия работ Л.В. Келдыш по изучению строения  $B$ -множеств, завершившаяся её докторской диссертацией «Структура  $B$ -множеств». В этой работе дано исчерпывающее решение вопроса о построении канонических элементов класса  $\alpha$  и об их роли в устройстве произвольных элементов класса  $\alpha$ . Кроме того, в этой работе даны общие принципы для построения арифметических примеров элементов данного класса и

построены примеры множеств всех конечных классов, а также класса  $\omega$ .

Установленные Л.В. Келдыш результаты о канонических элементах состоят в следующем: даётся некоторый вполне индивидуальный трансфинитный процесс последовательного построения некоторых множеств. Без помощи универсальных множеств и диагонального процесса Кантора доказывается, что процесс длины  $\alpha$  ведёт к элементу класса  $\alpha^1$ . Полученные таким образом множества называются каноническими элементами класса  $\alpha$ . Доказывается, что: 1) всякие два канонических элемента класса  $\alpha$  гомеоморфны между собой; 2) семейство канонических элементов класса  $\alpha$  топологически инвариантно; 3) каждый элемент класса  $\alpha$  является суммой одного канонического элемента класса  $\alpha$  и не более чем счётного числа множеств классов  $< \alpha$ .

Один лишь перечень этих результатов, далеко не исчерпывающий всего того, что сделано Л.В. Келдыш в теории  $B$ -множеств, показывает, насколько глубоко она преобразила наши знания в этой области.

Необходимо отметить, что Л.В. Келдыш выработала новые, совершенно своеобразные и очень сильные методы для исследования  $B$ -множеств, имеющие конструктивный геометрический характер и отличающиеся большой глубиной и силой.

В основном завершив изучение  $B$ -множеств, Л.В. Келдыш перешла в область топологии. Первые её результаты в этом направлении являются промежуточными для дескриптивной теории множеств и топологии.

Л.В. Келдыш исследовала связи между открытыми отображениями и  $A$ -множествами. Основной её результат состоит в том, что всякое  $A$ -множество пространства Бэра является открытым образом множества, являющегося пересечением  $F_\sigma$  и  $G_\delta$ . В то же время, как это было показано ещё Хаусдорфом, множества типа  $G_\delta$  инвариантны относительно открытых преобразований.

Этот неожиданный результат был также установлен оригинальным геометрическим конструктивным методом.

Дальнейшие топологические исследования Л.В. Келдыш посвящены теории непрерывных отображений компактов в тесной связи с теорией размерности. Отличительной особенностью всех её работ в этой области снова является их конкретный, геометрический характер. Вместе с тем вся их проблематика целиком относится к теории множеств. Таким образом, Л.В. Келдыш является яр-

---

<sup>1</sup> Эти множества характеризуются однородностью строения, т. е. тем, что каждый кусок каждого из них гомеоморфен всему множеству.

кой представительницей геометрического направления в теории множеств – дескриптивной и топологической.

Основная проблема, интересующая Л.В. Келдыш в топологии, есть трудная проблема, заключающаяся в выяснении тех условий, при которых непрерывное отображение повышает размерность. В этой области Л.В. Келдыш получила ряд очень тонких и интересных результатов, среди которых мы в первую очередь назовём замечательную теорему о неприводимых отображениях отрезка на куб любого числа измерений. При этом под неприводимым отображением какого-нибудь топологического пространства  $X$  на топологическое пространство  $Y$  понимается такое непрерывное отображение пространства  $X$  на  $Y$ , при котором всякое, отличное от всего пространства  $X$ , замкнутое множество  $A \subset X$  отображается на собственное подмножество пространства  $Y$ , т. е.  $(f(A) \neq Y)$ . Результат Л.В. Келдыш гласит: всякое неприводимое отображение  $f$  сегмента  $J$  на  $n$ -мерный куб  $J^n$  может быть представлено в виде суперпозиции  $2(n - 1)$  непрерывных отображений:

$$f = \varphi_{n-1} \psi_{n-1} \dots \varphi_1 \psi_1, \quad (1)$$

где все  $\psi_i$  суть нульмерные<sup>1</sup> отображения, не повышающие размерность, а все  $\varphi_i$  суть двукратные отображения, каждое из которых повышает размерность ровно на 1.

Так как при двукратном отображении размерность не может повыситься более чем на 1, то результат Л.В. Келдыш является окончательным и полностью выясняет картину, имеющую место при «неприводимых» кривых Пеано.

В связи с изложенным результатом Л.В. Келдыш доказывает (в той же работе [18]) ещё и следующее предложение:

Пусть  $f$  – непрерывное отображение отрезка  $J$  на  $n$ -мерный компакт  $Y$ , причём предполагается, что образ любого отрезка  $\delta$ , лежащего на  $J$ , содержит «топологический  $n$ -мерный куб» (т. е. множество, гомеоморфное  $n$ -мерному кубу). Тогда имеет место представление

$$f = \psi f_1,$$

где  $\psi$  есть нульмерное отображение, а  $f_1$  обладает следующими свойствами:  $\dim f_1 J = n$ , любое  $f_1(\delta)$  содержит  $n$ -мерный топологи-

<sup>1</sup> Непрерывное отображение называется нульмерным, если при этом отображении прообраз каждой точки есть нульмерное множество. Непрерывное отображение называется двукратным, если прообраз каждой точки состоит не более чем из двух точек (и имеются точки, прообраз которых состоит ровно из двух точек).

ческий куб и для двух непересекающихся отрезков  $\delta_1$  и  $\delta_2$ , лежащих на  $J$ , размерность пересечения  $(f_1\delta_1) \cap (f_1\delta_2)$  не превосходит  $n - 1$ .

В той же работе Л.В. Келдыш доказывает следующую теорему, касающуюся уже приводимых отображений:

*Приводимое непрерывное отображение  $f$  отрезка  $J$  на  $n$ -мерный куб  $J^n$ , обладающее тем свойством, что для любого лежащего на  $J$  отрезка  $\delta$  множество  $f(\delta)$  имеет размерность  $n$ , может быть представлено в виде суперпозиции  $2n - 1$  непрерывных отображений*

$$f = \Psi_n \Phi_{n-1} \Psi_{n-1} \dots \Phi_1 \Psi_1,$$

где все  $\psi_i$  нульмерны и не повышают размерность, а каждое  $\phi_i$  двукратно и повышает размерность ровно на 1.

В дальнейших работах Л.В. Келдыш старается найти возможно более широкие условия, в которых непрерывные отображения, повышающие размерность на  $n-1$  всё ещё допускают представления вида (1) (см. работу [19]). Мы не можем здесь сформулировать все далеко идущие результаты, полученные Л.В. Келдыш в этом направлении, так как некоторые из них имеют довольно сложную формулировку. Но как следствие этих общих и сложных результатов получается, например, такая теорема, представляющая, как нам кажется, большой интерес именно вследствие простоты и окончательности своей формулировки:

*Неприводимое нульмерное отображение  $f$   $n$ -мерного компакта  $X$  на  $(n + k)$ -мерный куб  $J^{n+k}$ ,  $k > 0$ , может быть представлено в виде*

$$f = \Phi_k \Psi_k \dots \Psi_1 \Phi_1,$$

где, как всегда, все  $\psi_i$  нульмерны и не повышают размерность, а каждое  $\phi_i$  двукратно и повышает размерность на 1.

В той же работе Л.В. Келдыш получает аналогичные результаты, касающиеся приводимых нульмерных отображений  $n$ -мерного компакта на  $(n + k)$ -мерный куб.

В недавно вышедшей работе [23] Л.В. Келдыш доказывает следующее предложение, относящееся к тому же кругу идей:

*Всякое нульмерное открытое отображение  $f$  компакта  $X$  размерности  $n > 0$  на компакт  $Y$  размерности  $n + k$ ,  $k > 0$ , допускает представление в виде итерации  $2k + 1$  непрерывных отображений:*

$$f = \Psi_{k+1} \Phi_k \Psi_k \dots \Phi_1 \Psi_1,$$

где  $\psi_i$  суть отображения не повышающие размерность, а каждое  $\phi_i$  двукратно и повышает размерность на единицу.

В других работах Л.В. Келдыш изучает проблемы, тесно связанные с вопросом о возможности открытого отображения  $n$ -мер-

ного ( $n \geq 3$ ) куба на куб более высокой размерности. Так, ей удалось, в частности, построить пример повышения размерности даже до бесконечности при монотонных непроводимых отображениях трёхмерного куба.

С другой стороны, Л.В. Келдыш построила пример открытого нульмерного отображения одномерного континуума на квадрат. Свои результаты Л.В. Келдыш доказывает, привлекая очень тонкие соображения геометрического и теоретико-множественного характера, в частности, глубоко изучая поведение покрытий компакта при непрерывных отображениях; при этом она получает промежуточные результаты, представляющие и самостоятельный интерес.

Л.В. Келдыш не только является автором ряда важных и интересных результатов по дескриптивной теории множеств и по топологии. Она воспитала учеников, которые также весьма продуктивно работают в этих областях математики. В частности, необходимо отметить очень интересные результаты, полученные аспирантами Л.В. Келдыш – Р.И. Мацкиной и Хухунашвили, касающиеся непрерывных образов замкнутых множеств, лежащих в гильбертовом пространстве.

Л.В. Келдыш является не только выдающимся математиком, но также человеком самых высоких личных и гражданских качеств. Высоко принципиальная как в вопросах научных, так и в вопросах общественных, Л.В. относится с крайней нетерпимостью ко всякой мишуре и ко всему показному и неискреннему. В то же время она всегда живейшим образом откликается на все глубокие и серьёзные явления общественной жизни.

Л.В. награждена орденом Трудового Красного Знамени и медалью материнства II степени.

*П.С. Александров, А.А. Ляпунов*

### **Список печатных работ Л.В. Келдыш**

1. О гомеоморфности канонических элементов 3-го класса, Матем. сб. 41:2 (1934).
2. О простых функциях класса  $\alpha$ , ДАН 4, № 4 (1934).
3. Верхние оценки классов действительных конституант, Изв. АН, сер. матем., № 2 (1937).
4. Счётные измеримые  $B$  решёта, Изв. АН, сер. матем., № 3 (1937).
5. Об одном свойстве решёт измеримых  $B$ , Изв. АН, сер. матем., № 1 (1938).
6. Решёта, определяющие множества измеримые  $B$ , ДАН 19, № 1–2 (1938).
7. Структура минимальных решёт, Изв. АН, сер. матем., № 2 (1938).
8. Однородные множества измеримые  $B$ , ДАН 26, № 6 (1940).

9. Прямое доказательство теоремы о принадлежности канонического элемента  $E_\sigma$  к классу  $\alpha$ , ДАН 28, № 8 (1940).
10. Структура  $B$ -множеств, ДАН 31, № 7 (1941).
11. Sur la structure des ensembles mesurables  $B$ , Матем. сб. 15 (57), № 1 (1944).
12. Структура  $B$ -множеств, Труды Матем. ин-та им. Стеклова 17 (1945).
13. Об открытых отображениях, ДАН 49, № 9 (1945).
14. Непрерывные отображения компактов, ДАН 58, № 2 (1947).
15. Непрерывные отображения нульмерного компакта, ДАН 58, № 8 (1947).
16. Непрерывные отображения сегмента на  $n$ -мерный куб, ДАН 66, № 3 (1949).
17. Нульмерные отображения конечномерного компакта, ДАН 66, № 6 (1949).
18. Непрерывные отображения сегмента на  $n$ -мерный куб, Матем. сб. 28 (70), 3 (1951).
19. Нульмерные отображения, повышающие размерность, Матем. сб. 28 (70), 3 (1951).
20. Монотонные отображения куба, Труды Матем. ин-та им. Стеклова 38 (1951).
21. Работы Н.Н. Лузина в области дескриптивной теории множеств, УМН VIII, вып. 2 (1953), 93.
22. Редакция предисловия и примечания к книге Н.Н. Лузина «Лекции об аналитических множествах и их приложениях», М., Гостехиздат, 1953.
23. Пример одномерного континуума, нульмерно и открыто отображающегося на квадрат, ДАН 97, № 2 (1954).
24. О представлении нульмерных открытых отображений в виде суперпозиций, ДАН 98, № 5 (1954).



**КРУПНЫЙ ВКЛАД В МАТЕМАТИКУ\***

Для развития математики большое значение имеют проблемы, возникшие в ней и привлекающие к себе интерес многих учёных, но не поддающиеся решению в течение длительного времени. Нередко на пути решения таких задач создаются оригинальные теоретические построения, которые впоследствии оказываются применимыми далеко за пределами этих задач. Формулировка таких проблем сама по себе является крупным научным событием. Каждый раз, когда удаётся получить решение проблемы, стоявшей перед наукой долгое время, соответствующая область обогащается новыми возможностями и обычно как следствие возникает существенное продвижение на некотором достаточно широком участке фронта науки. Более того, при появлении новых концепций в науке и разработке новых методов решение широко известной, но ранее не решённой задачи служит своего рода апробированием силы этих методов. К числу таких задач относится проблема тождества слов в теории групп, привлекавшая более 40 лет внимание многих учёных. Постараемся пояснить, в чём состоит эта задача.

Группой называется множество элементов, в котором определена операция, называемая умножением. Это значит, что всякой паре элементов  $a$  и  $b$  этого множества, взятых в определённом порядке, ставится в соответствие третий элемент этого множества  $c$  – их произведение. При этом используется запись  $a b = c$ . В этом множестве имеется единственный выделенный элемент  $e$ , называемый единицей и обладающий тем свойством, что для любого элемента  $a$  из этого множества  $ae = ea = a$ . Кроме того, каждый элемент  $a$  этого множества обладает единственным обратным элементом  $a^{-1}$ , характеризующимся тем, что  $aa^{-1} = a^{-1}a = e$ .

Приведём некоторые примеры групп. Все целые числа образуют группу, если в качестве основной операции умножения взять обычное арифметическое сложение чисел. Единицей группы в этом случае будет число  $0$ ; элементом, обратным к числу  $a$  будет

---

\* *А.А. Ляпунов, С.В. Яблонский.* Крупный вклад в математику: [К присуждению Ленинской премии П.С. Новикову за работу «Об алгоритмической неразрешимости проблемы тождества слов в теории групп»] // Природа. – 1957. – № 8. – С. 54–56.

число  $-a$ . Другим примером группы является множество положительных рациональных чисел, если в качестве операции умножения выбрано обычное арифметическое умножение. Единицей группы в этом случае будет число  $1$ ; элементом, обратным по отношению к числу  $a$ , будет число  $1/a$ . В этих двух примерах произведение не зависит от порядка сомножителей (такие группы называются коммутативными). Однако, существуют и не коммутативные группы. Примером такой группы может явиться группа вращений трёхмерного пространства. Произведением двух поворотов трёхмерного пространства является их последовательное выполнение в заданном порядке, которое также является вращением трёхмерного пространства. Единицей группы является тождественное вращение, при котором все точки остаются неподвижными. Обратным элементом по отношению к некоторому повороту пространства является такой поворот, который возвращает пространство в исходное состояние. В этой группе порядок сомножителей отнюдь не безразличен. Поворот на  $90^\circ$  вокруг некоторой горизонтальной оси, а затем на  $90^\circ$  вокруг вертикальной отнюдь не равносильны последовательности тех же поворотов, выполненных в обратном порядке.

Подробное изучение строения отдельных групп имеет большое значение в разных разделах математики и естествознания. Этим занимается теория групп. Говорят, что группа имеет конечное число образующих, если можно в ней выделить такой конечный набор элементов (образующих), что каждый элемент этой группы может быть представлен как произведение образующих, взятых в определённом порядке. Например, в группе всех целых чисел по сложению образующими будут числа  $1$  и  $-1$ , потому что каждое целое число можно представить в виде суммы, слагаемыми которой являются числа  $1$  или  $-1$ . В группе рациональных чисел по умножению конечного набора образующих выбрать нельзя. Элементы группы с конечным числом образующих, записанные как произведения этих образующих, называются словами группы.

Нередко группа может быть представлена таким образом: дается список её образующих и список определяющих соотношений, каждое из которых является равенством двух слов этой группы. Эти равенства слов имеют следующий смысл: если некоторое слово имеет часть, тождественную одному из слов, фигурирующих в определяющем соотношении, и эту часть заменить равным словом, то получится слово, по определению равное исходному. Таким образом, наличие определяющих соотношений влечёт за собой равенство ряда дальнейших пар слов.

Теперь мы можем сформулировать классическую проблему тождества слов. Дана группа с конечным числом образующих и с конечным числом определяющих соотношений; требуется дать общий алгоритм, позволяющий для любой пары слов данной группы распознать, равны они между собой или нет. В сущности говоря, по отношению к каждой отдельной группе возникает своя массовая проблема. Дело в том, что в каждой группе указанного типа можно записать бесчисленное множество слов и составить бесконечный набор пар таких слов. Вопрос состоит в том, можно ли построить единый алгоритм, т. е. единую систему элементарных актов, позволяющую для каждой отдельной пары слов конечным числом операций выяснить равны ли они между собой.

В течение многих лет усилия большого числа математиков были направлены на поиски такого алгоритма. В этом направлении было получено много интересных результатов. Так, например, для коммутативных групп, а также для групп, обладающих не более чем двумя образующими, такие алгоритмы построить удалось. Был выделен целый ряд специальных классов групп, для которых оказалось возможным построить требуемый алгоритм, однако общая проблема не поддавалась решению.

В то же время возможности математической логики за последние десятилетия качественно изменились. Алгоритмические решения задач разрабатывались в математике со времен классической древности. Достаточно напомнить общеизвестный алгоритм Евклида для нахождения общего наибольшего делителя двух целых чисел или алгоритм разложения числа на простые множители. В самых разнообразных разделах математики известны задачи, допускающие алгоритмические решения. Однако встречались и такие случаи, когда алгоритм определённого типа построить не удавалось. Так, например, оказалось невозможным найти алгоритм для деления угла на три равные части с помощью построений, выполненных циркулем и линейкой. Точно так же невозможно построить алгоритм для решения общего алгебраического уравнения 5-й степени в радикалах. Было сделано много попыток для отыскания упомянутых алгоритмов. Однако в настоящее время доказано, что их не существует. Решающую роль в доказательстве несуществования обоих алгоритмов сыграла та же теория групп. Весьма существенно, что во всех тех случаях, где удавалось доказать несуществование алгоритмов определённой природы, речь шла об алгоритмах, использующих строго ограниченные средства. В случае трисекции угла – построение циркулем и линейкой; при решении алгебраического уравнения – только одни операции элементарной алгебры.

До самого недавнего времени не было известно ни одного случая доказательства несуществования алгоритма в задачах, где не накладывалось никаких ограничений на средства решения. Впервые такая возможность появилась в результате работ известных математиков Чёрча, Поста и Тьюринга, в которых были даны определения понятия алгоритма, впоследствии оказавшиеся эквивалентными. Ими были построены несколько абстрактных логических задач массовой природы, алгоритмическое решение которых оказалось невозможным. Однако здесь речь шла о некоторых искусственных задачах, формулировка которых была далёкой от ранее стоявших реальных задач математики. Впоследствии Постом и А.А. Марковым были построены некоторые алгоритмически неразрешимые задачи из области абстрактной алгебры. Это были задачи, которые ранее в математике не рассматривались и которые представляли ослабленную постановку проблемы тождества слов в теории групп. Однако даже после работ Поста и Маркова оставалось далеко не ясным, в какой мере общие принципы теории алгоритмов способны пролить свет на такие проблемы, которые заслужили всеобщее признание в качестве центральных нерешённых проблем математики. Для окончательного суждения о плодотворности идей общей теории алгоритмов не хватало её апробирования на примере классических нерешённых задач. Такое апробирование теории алгоритмов дала работа чл.-корр. АН СССР П.С. Новикова «Об алгоритмической неразрешимости проблемы тождества слов в теории групп», удостоенная Ленинской премии 1957 г. В этой работе установлено, что существует группа с конечным числом образующих и конечным числом определяющих соотношений, для которой невозможен алгоритм распознавания тождества слов. При этом алгоритм понимается в том точном смысле, который ему придан в математической логике, и на его природу не накладываются никаких специальных ограничений. Эта работа вместе с недавними работами К. Гёделя и П.С. Новикова, относящимися к аксиоматической теории множеств, представляет собой чрезвычайно крупное и принципиально важное достижение математики 20-го века.

Смысл его заключается в том, что общие принципы современной математической логики, направленные на познание природы математической бесконечности, начинают действовать в конкретных областях математики и проливают свет на проблемы, явившиеся камнем преткновения на пути развития математики.

### **ОТЗЫВ О РАБОТЕ ТОВ. А.П. ЕРШОВА**

«Некоторые вопросы теории алгоритмов, связанных с программированием (операционные алгоритмы)», представленной в качестве диссертации на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.

В работе вводится понятие операторного алгоритма, которое по существу является описанием класса математических языков, служащих для описания алгоритмов. Эти языки построены так, что они очень удобны для изучения строения программ и способов перехода от одних уровней формализации алгоритмов к другим. Такие переходы приходится использовать при операционном программировании, в частности, при работе с программирующими программами и их проектировании. Эта проблематика возникла в связи со стремлением к математическому осмысливанию процессов программирования и строения программирующих программ.

Автор констатирует, что вводимые им математические языки спецификаций эквивалентны ранее известным формам теории алгоритмов.

Работа имеет большое значение как важный шаг в разработке теоретических вопросов программирования. Она выясняет связь между общими принципами программирования и идеями теории алгоритмов.

Следует отметить, что независимо, но несколько позднее, аналогичные результаты получила Роза Петер – крупный венгерский математик, работающий в области математической логики и теории алгоритмов.

Работа А.П. Ершова вполне удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. На мой взгляд, она их значительно превосходит.

Я считаю, что тов. А.П. Ершов, безусловно, заслуживает учёной степени кандидата физ.-мат. наук.

Необходимо подчеркнуть, что работа выполнена совершенно самостоятельно, и что кроме данной работы тов. А.П. Ершов имеет целый ряд разнообразных и весьма ценных [работ] в области кибернетики и машинных языков.

*А.А. Ляпунов  
Москва, 1958 г.*

### **О ФУНДАМЕНТЕ И СТИЛЕ СОВРЕМЕННОЙ МАТЕМАТИКИ\* (по поводу статьи Н. Бурбаки «Архитектура математики»)**

Огромный поток современной научной литературы в области математики посвящён решению конкретных математических задач и разработке общих математических теорий. Именно в этом заключается основная ценность современной математической науки. Однако громадная разветвлённость проблематики и непрерывно возрастающее число людей, принимающих участие в её активной разработке, приводят к тому, что ориентироваться в современной научной литературе становится всё труднее и труднее.

В связи с этим тенденции к *систематизации всей современной математики* должны быть признаны очень актуальными.

Наиболее ярким коллективным произведением в этом направлении является многотомное издание «Элементы математики», выпускаемое очень сильным коллективом французских математиков под псевдонимом «Н. Бурбаки». Некоторые выпуски этого издания уже переведены на русский язык. Было бы весьма целесообразно издать это произведение по-русски полностью. Отметим, что количество работ в самых различных областях математики, примыкающих к этому труду, неуклонно возрастает.

Статья Н. Бурбаки «Архитектура математики» представляет собой высказывания программного характера. В ней авторы излагают тот взгляд на современную математику, который проводится во всей полноте в их сочинении. Благодаря этому статья представляет интерес для широкого круга читателей, интересующихся математикой.

Существенной особенностью коллектива Бурбаки является то, что в него входят очень сильные, творчески работающие математики, благодаря чему тенденция к систематизации гармонически сочетается со стремлением к отысканию новых значительных направлений в математике и к разработке новых математических теорий. Можно сказать, не боясь преувеличений, что Бурбаки представляют собой наиболее значительное явление в современной математи-

---

\* Опубликовано в сборнике: *Математическое просвещение*. – 1960. – Вып. 5. – С. 113–115.

ке. Деятельность этого коллектива принесла чрезвычайно существенные плоды в таких разнообразных областях математики, как топология, топологическая алгебра, алгебраическая геометрия, теория функций многих комплексных переменных, теория алгебраических чисел, функциональный анализ. Наконец, та система математики, которую разрабатывают Бурбаки и их приверженцы, находит всё большее число сторонников среди математиков всего мира и оказывает всё большее влияние на современную науку.

Именно потому, что я очень высоко расцениваю деятельность Бурбаки, мне кажется досадной некоторая нечёткость общефилософских воззрений, высказанных в заключительной части статьи «Архитектура математики». Авторы с большой убедительностью показывают, что аксиоматический метод изучения основных математических структур является весьма прогрессивным. Он содействует раскрытию внутреннего родства внешне далеких математических теорий, позволяет расширять границы применимости математических методов, позволяет освобождаться от несущественных ограничений в общих теориях и содействует развитию новой плодотворной математической интуиции. Можно к этому прибавить, что именно аксиоматический метод служит основой самых широких приложений математики к разнообразнейшим сторонам человеческой деятельности. Наблюдающаяся в наше время экспансия математической мысли приводит к необходимости опираться на аксиоматический метод при решении задач, возникающих на почве автоматизации управления производством, использования вычислительных машин как подсобного средства умственного труда, в математической лингвистике, математической экономике и математической биологии. Далеко не всё, что в этих областях делается, строится в явной форме на базе аксиоматического метода. Иногда аксиоматизация проводится нечётко, так что наряду с формализацией новых элементов теории происходит содержательное использование её старых разделов. Однако такая неполнота использования аксиоматического метода рано или поздно приводит к неувязкам, противоречиям и к потере полноты результатов, которые устраняются только приведением в систему логической основы этих теорий, т. е. их последовательным аксиоматическим переобразованием. Пренебрежение к разработке логической основы новых теорий часто приводит к кустарничеству. Таким образом, я считаю, что широкое применение аксиоматических методов необходимо, прежде всего, для *прикладной математики*. Это обстоятельство должно учитываться с максимальной полнотой при составлении учебных планов инженерных и математических учебных заведений.

Мне кажется, что Бурбаки обращают недостаточное внимание на прикладное значение аксиоматических концепций.

С этим связано и то, что взаимоотношения между математическими и общезначимыми теориями, в частности, возможность применения аксиоматических теорий для понимания связи между физическими явлениями, представляется авторам случайным и приводящим обстоятельством. На самом деле, единство материального мира обуславливает то, что при самых различных обстоятельствах возникают однотипные связи между различными сторонами проявлений его особенностей. Эти проявления являются источником физических представлений, которые в свою очередь являются источником математических теорий. Близость тех структур, которые изучаются в этих теориях, является своеобразным отражением единства материального мира в математической абстракции. Правда, выяснение этих обстоятельств выходит за рамки того внутриматематического рассмотрения гносеологических вопросов математики, которому посвящена статья Н. Бурбаки. Но я не вижу оснований для того, чтобы рассматривать этот вопрос, непременно соблюдая указанные ограничения.

Во всем остальном, мне кажется, точка зрения авторов вполне правомочна и высказанные ими взгляды убедительны.

*Если аксиоматический метод является стилем современной математики, то потребности практики (понятые в самом широком смысле, включая сюда также и потребности смежных наук) являются её фундаментом. Широкое использование абстрактных концепций математики: навыки в выработке точных понятий, отчетливая формулировка задач и применение аксиоматического метода при решении актуальных задач, возникающих из практики,— вот что должно быть признано особенно характерным для современной математики. В этой связи нельзя забывать о том, что всестороннее совершенствование и оттачивание математического аппарата, а также систематизация всех добытых ценностей должны быть неотъемлемой составной частью этой деятельности.*



## **ПРЕДИСЛОВИЕ К КНИГЕ И.А. МЕЛЬЧУКА «АВТОМАТИЧЕСКИЙ СИНТАКСИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»\***

Проблема использования вычислительных машин или каких-либо иных автоматических устройств для облегчения интеллектуальной деятельности людей является одной из важнейших научных проблем второй половины XX в. Решение этой проблемы потребует напряжённого труда большого количества учёных разных специальностей. На пути к её решению встанет ряд проблем более частного характера, имеющих большое самостоятельное научное значение.

Интеллектуальная деятельность человека всегда представляет собой некоторую разновидность переработки информации. Во многих случаях эта переработка информации осуществляется в совместной деятельности нескольких человек, но даже при отсутствии коллективной работы, результаты, полученные одним человеком, должны сделаться достоянием других людей. Основной формой общения между людьми являются естественные человеческие языки. Включение машин в переработку информации, осуществляемой людьми, требует общения людей с машинами. Для осуществления этого общения, необходимо, чтобы машина передавала информацию, пользуясь человеческим языком.

Одной из первых задач в этом направлении является задача машинного перевода. Ей посвящено в настоящее время немало интересных и плодотворных исследований, среди которых работы автора данной книги занимают значительное место. В ходе работы по машинному переводу было выяснено, что большой самостоятельный интерес представляют две задачи: 1) грамматический анализ текста, состоящий в том, чтобы по данному тексту на некотором языке составить его достаточно полное «грамматическое» (в широком смысле слова) описание, и 2) грамматический синтез текста, состоящий в том, чтобы по грамматическому описанию

---

\* Предисловие к монографии: *И.А. Мельчук*. Автоматический синтаксический анализ. Т. 1. Общие принципы. Внутрисегментный синтаксический анализ / Под общ. ред. А.А. Ляпунова и О.С. Кулагиной. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР. – 1964. – 395 с. (Серия «Кибернетика в монографиях», вып. 1).

текста, даваемому анализом, построить соответствующий текст на определённом языке. При этом требуется, чтобы полученный текст удовлетворял интуитивным требованиям «языковой правильности». Вокруг этих двух задач группируются сейчас наиболее интересные машинно-лингвистические исследования. Нужно отметить, что эти задачи сами по себе выходят за пределы задач собственно машинного перевода, так как они являются необходимой составной частью всякой достаточно развитой системы языкового общения человека с машиной (например, при использовании машин для управления производством, когда человек имеет возможность давать машине необходимые указания на человеческом языке, или когда машина информирует человека о ходе производственных процессов также на обычном человеческом языке).

На первых порах задачи, как анализа, так и синтеза решались применительно к каждому отдельному языку или паре языков, для которых строился алгоритм машинного перевода, по сути дела, весьма частными способами. В дальнейшем в работах Т.Н. Молошной, О.С. Кулагиной и автора настоящей монографии, равно как и ряда зарубежных исследователей, были найдены достаточно универсальные подходы к задачам анализа и синтеза. В настоящей монографии описывается новый тип синтаксического анализа текста, который является одним из этапов грамматического анализа в целом.

По современным представлениям, грамматический анализ состоит из лексико-морфологического, синтаксического и семантического анализа. Однако эти этапы не являются вполне независимыми друг от друга, т. е. одна и та же информация, нужная для синтеза фразы, иногда может быть получена на разных этапах анализа. Например, некоторые сведения, которые можно получить из синтаксического анализа, при другом подходе можно получить из семантического анализа, и наоборот. Подход к синтаксическому анализу, развиваемый автором в настоящей монографии, состоит в следующем: выявляются некоторые стандартные способы описания грамматических синтаксических связей, и в этих терминах описывается синтаксис русского языка (в принципе можно точно так же описать синтаксис любого другого языка); далее даётся алгоритм, позволяющий установить синтаксические связи в тексте, используя, с одной стороны, «лексико-морфологический» словарь русского языка, в котором слова получают необходимое грамматическое описание, и «синтаксический» словарь русского языка (таблица конфигураций), в котором каталогизированы способы выражения синтаксических связей в русском языке. При этом автор

ограничивается рассмотрением простых сегментов русского предложения.

Ценность подхода к анализирующим алгоритмам, разработанного И.А. Мельчуком, состоит в сочетании универсальности и возможности полной формализации с точностью, чёткостью требований, предъявляемых к знанию языка для того, чтобы построить алгоритм анализа текстов, написанных на этом языке. Таким образом, достигнута следующая, более высокая ступень в разработке анализирующих алгоритмов. Вместо того, чтобы для каждого языка изобретать форму алгоритма, отправляясь от особенностей этого языка, предлагается общая форма таких алгоритмов и указывается, какая конкретная работа должна быть выполнена, чтобы построить для заданного языка анализирующий алгоритм этого типа. По существу говоря, в настоящей монографии фактически сделан следующий шаг в направлении автоматизации процесса выработки соответствующих анализирующих алгоритмов. Следует отметить, наконец, что автором проделана большая, плодотворная работа по описанию синтаксиса русского языка (в частности, им каталогизированы в чёткой форме типы различных русских словосочетаний и способы выражения связей между словами).

Развитие «машинно-математической» лингвистики, несомненно, представляет очень большой интерес и имеет богатые перспективы. Однако организация работы в этой области связана с большими трудностями. Дело в том, что исследователь должен одновременно хорошо знать лингвистические особенности многих языков, обладать специфической лингвистической интуицией, уметь пользоваться точными математическими понятиями и вырабатывать такие понятия применительно к изучению конкретных объектов (в данном случае – языков) и, наконец, иметь достаточный опыт работы с электронными вычислительными машинами. Таким требованиям в полной мере может удовлетворять в настоящее время только коллектив исследователей, состоящий из лингвистов и математиков, умеющих работать с вычислительными машинами. Автор этой книги – лингвист, однако в течение многих лет он работает в тесном контакте с математиками, имеющими значительный «машинный» опыт, и, в первую очередь, с О.С. Кулагиной. Это наложило глубокий отпечаток на данную работу. Я надеюсь, что здесь закладываются основы прочного взаимодействия математиков и лингвистов в более широком плане с целью использования средств автоматизации для облегчения интеллектуального труда человека.

## ДИСКРЕТНЫЙ АНАЛИЗ\*

Группой учёных Москвы и Новосибирска на соискание Ленинской премии 1966 года выдвинуты работы по дискретному анализу московских математиков, докторов физико-математических наук С.В. Яблонского, О.Б. Лупанова и новосибирца Ю.И. Журавлёва. Рассказать об исследованиях молодого сибирского учёного, заведующего отделом дискретного анализа Института математики СО АН СССР Ю.И. Журавлёва, о его пути в науку мы попросили члена-корреспондента АН СССР А.А. Ляпунова.

\* \* \*

Молодой выпускник аспирантуры при Московском госуниверситете Юрий Журавлёв в первые же годы основания научного центра под Новосибирском, вместе со своими коллегами по аспирантуре Ю.Л. Васильевым, Р.Е. Кричевским, В.К. Коробковым, приехал сюда, чтобы продолжить в Сибири работы по новому научному направлению в математике – дискретному анализу. Последовали годы напряжённого труда, неутомимых поисков. Маленькая группа математиков, сформировавшаяся вокруг Ю.И. Журавлёва, постепенно превратилась в специальный отдел по интересной и перспективной области теоретической кибернетики. Сейчас в нём работает около десяти кандидатов наук, в стадии завершения находятся несколько интересных докторских диссертаций.

В чём же сущность исследований Ю.И. Журавлёва и его коллег? Прежде всего, надо сказать, что это совершенно новая область в математике, сформировавшаяся именно в работах С.В. Яблонского, О.Б. Лупанова и Ю.И. Журавлёва. Дискретный анализ имеет, помимо большого теоретического, ещё и немалое практическое значение, так как в основном его методы направлены на увеличение производительности вычислительных машин. Часто бывает, что некоторые задачи сложной логической природы допускают много различных путей решения. В одних случаях они требуют от электронно-вычислительных машин чрезвычайно больших возмож-

---

\* Опубликовано в газете «За науку в Сибири». – 1965. – 20 дек. – С. 3.

ностей, много машинного времени, а результаты, тем не менее, могут получиться довольно приближёнными, грубыми. В то же время при использовании более рациональных алгоритмов можно значительно сократить машинное время, получить куда более точные результаты и обойтись машинами меньших мощностей. Так вот, задача дискретного анализа и состоит в том, чтобы дать методы наиболее рационального выбора таких алгоритмов. Надо добавить ещё, что это – не единственная сфера применения дискретного анализа.

Некоторые задачи чисто логической природы, например, задача упрощения записи алгебрологических функций, часто бывают необходимы как промежуточные звенья при решении очень важных практических задач, где используются методы математики. Упрощением записи алгебрологических функций занимались раньше не только математики, но и многие инженеры. Нередко их работы содержали ряд представлений полуэмпирического характера, не имея никаких обоснований (ибо детальный анализ этой области очень сложен).

Ю.И. Журавлёв подошёл к этим проблемам с новой точки зрения. Он сумел показать, что в общем случае эти задачи выгодных решений не допускают, и есть моменты, где, по существу, необходимо полностью перебрать все возможности. Поэтому многие рекомендации в качестве универсальных оказывались просто неверными. Он выделил определённые классы случаев, где возможны достаточно экономичные алгоритмы, и построил для этих случаев абсолютно наилучшие алгоритмы, затем дал детальную классификацию алгоритмов упрощения записи алгебрологических функций с выяснением того, в каких случаях они дают абсолютный результат, где просто хороший, и где малопродуктивный.

Далее оказалось, что методы, которыми пользовался Юрий Журавлёв в этих исследованиях, могут действовать не только для упрощения функций алгебры и логики, но и в гораздо более широком диапазоне, в частности, в различных задачах из области организации производства, массового обслуживания и т. д., то есть могут иметь огромное практическое значение. Одним словом, работы Ю.И. Журавлёва, с одной стороны, содержат анализ логических возможностей различных алгоритмов, с другой – позволяют во многих случаях просто получать практические рациональные рекомендации, с третьей – показывают, что хороших решений не существует, и следует ограничиться углублёнными результатами, качество которых уже будет зависеть исключительно от приложенного труда.

Идеи, развитые в этих работах, показали, что можно выделить некоторые общие принципы обработки информации (что, как известно, чрезвычайно важно в связи с гигантским ростом общего числа всевозможной информации в мире), и эти принципы могут быть полезны в весьма разнообразных случаях. В частности, их можно использовать при обработке естественно-научной информации, где удаётся из большого комплекса чисто эмпирических данных извлечь некоторые содержательные заключения, которые без этого специалистам получить не удавалось. Естественно, что эти принципы уже сейчас находят широкое применение в различных областях естествознания. Надо сказать, что рассмотренные выше методы дискретного анализа вообще имеют практическое значение, которое трудно переоценить, и уже сейчас применяются в различных областях науки, техники, народного хозяйства.

Такова в общих чертах далеко не полная характеристика наиболее важных исследований новосибирского математика Ю.И. Журавлёва и его коллег и учеников. Им опубликован ряд больших работ, из которых некоторые уже переведены и детально изучаются за границей. Этим летом Ю.И. Журавлёв в составе советской делегации делал пленарный доклад на конгрессе международной ассоциации в США по обработке информации.

Юрию Ивановичу всего тридцать лет. Он находится в расцвете творческих сил и продолжает упорные научные поиски. Являясь одним из создателей большого нового направления в науке, Ю.И. Журавлёв старается передать знание и опыт своим молодым коллегам, помогает им выбрать задачи для исследований, руководит научным поиском. Следует отметить, что он успешно сочетает серьёзный научный труд с педагогической и общественной деятельностью. Ю.И. Журавлёв преподаёт в Новосибирском государственном университете, читает лекции в физико-математической школе при СО АН СССР. Он является членом ЦК ВЛКСМ и отдаёт этой общественной деятельности также немало сил и времени. Активно привлекает научную молодежь к своим исследованиям.

### ПАМЯТИ МИХАИЛА ЛЬВОВИЧА ЦЕТЛИНА\*

30 мая 1966 г. в возрасте 41 года после непродолжительной, но тяжёлой болезни скончался Михаил Львович Цетлин. Его кончина потрясла большой круг его друзей и лиц, связанных с ним по работе.

Михаил Львович был выдающимся учёным с очень широким кругом научных интересов и чрезвычайно разнообразными творческими возможностями. Окончив в 1952 году физический факультет Московского государственного университета, он работал не только в области физики, но также в области математики, биологии и кибернетики. Его работы всегда отличались яркостью идей и оригинальностью постановок задач; они направлены на решение интересных, трудных и неожиданных проблем. Михаил Львович с одинаковым успехом пользовался математическими конструкциями, машинно-математическим экспериментом, а также экспериментальными методами физики, физиологии и биофизики.

Не имея возможности дать здесь сколько-нибудь подробный анализ научных заслуг Михаила Львовича, мы только укажем те области науки, в которых он оставил значительный след: это некоторые вопросы из теории представлений групп и их применений к теоретической физике, вопросы анализа и синтеза управляющих систем из конкретных физических элементов, принципы построения биоэлектрических протезов и первые конструкции таких протезов, изучение строения и функционирования разнообразных процессов управления в живых организмах, изучение поведения коллективов взаимодействующих автоматов и игр между ними. В некоторых из этих областей Михаил Львович является пионером. Широта научных интересов Михаила Львовича поразительна, особенно если учесть, что период его научной деятельности трагически ограничен всего 15 годами. Большой диапазон интересов и творческих возможностей Михаила Львовича, а также его исключительная общительность были причиной того, что он с большим успехом участвовал в коллективных работах, плодотворно взаимо-

---

\* Опубликовано в сборнике: *Проблемы кибернетики*. – 1966. – Вып. 17. – С. 259.

действуя с представителями разных специальностей: математиками, физиками, инженерами-электронщиками и электриками, физиологами, биофизиками, врачами.

Михаил Львович всегда был окружён молодежью, увлекая её не только разнообразием и новизной научных проблем, оригинальными методами работы, но и прекрасными человеческими качествами. Все, кому приходилось работать с М.Л. Цетлиным, испытывали на себе его яркое облагораживающее влияние. Он неизменно горячо откликался на разнообразные общественные явления и всегда был в рядах борцов за справедливость.

*Один из ближайших выпусков «Проблем кибернетики» будет посвящён памяти М.Л. Цетлина.*

*Срок представления статей в этот номер – 1 декабря 1966 г., объём не свыше печатного листа.*



## АНДРЕЙ МАКАРОВИЧ ЭММЕ\*

Настоящая монография представляет собой очень полную сводку экспериментального материала по вопросу о биологических часах, доведенную до 1964 г. Написана она чрезвычайно ярким и разносторонним биологом Андреем Макаровичем Эмме в последний период жизни, когда он был прикован к постели тяжёлой болезнью. Данный труд – это результат той подготовительной работы, которую Андрей Макарович предпринял, рассчитывая в дальнейшем взяться за экспериментальные исследования в области биологических часов. К большому сожалению, эти замыслы остались неосуществлёнными. Научные интересы Андрея Макаровича Эмме охватывали генетику, физиологию растений, вопросы физиологии животных, некоторые разделы биофизики и биохимии. Кроме того, он отдавал много сил вопросам популяризации науки. В частности, он долго сотрудничал в редакции журнала «Техника – молодёжи» и способствовал расширению биологического раздела этого журнала.

Интерес к биологическим часам возник у А.М. Эмме несколько лет назад. Вынашивая планы дальнейших исследований, он начал с того, что в 1962 г. опубликовал очень интересную полупопулярную книгу «Часы живой природы». Однако, он продолжал собирать экспериментальные данные о биологических часах, и в последние месяцы жизни создал новую книгу.

Опубликование настоящей монографии является до некоторой степени исполнением долга перед памятью безвременно погибшего блестящего учёного, замечательного человека.

В книге изложен и систематизирован большой фактический материал, касающийся ритмических процессов, протекающих в организмах животных и растений, рассматриваются различные внешние явления, играющие роль пусковых механизмов для тех или иных ритмических биологических процессов, наличие специфических механизмов управления ритмическими процессами, что представляет большой интерес с биолого-кибернетической точки

---

\* Предисловие к книге: *Биологические часы* / Новосибирск: Наука, Сибирское отделение. – 1967. – 147 с.

зрения. Систематизированная сводка фактического материала, содержащаяся в настоящей книге, сильно облегчит дальнейшие биолого-кибернетические исследования, и будет способствовать проникновению кибернетики в биологию.

Необходимо отметить, что в последнее время эмпирический материал, касающийся биологических часов, очень быстро разрабатывается. Он приводит, по-видимому, к установлению некоторых новых прогностических точек зрения. Если сравнительно недавно господствующая точка зрения состояла в том, что определяющую роль в явлении биологических часов играют периодические химические реакции, то сейчас создается впечатление, что основную роль в этих явлениях могут играть некоторые периодические физические процессы. Эта точка зрения была высказана недавно Раисой Львовной Берг на основе сопоставления данных, приводимых Э. Бюннингом, К. Эретом и И. Барлоу, А.М. Эмме и данных последних экспериментальных работ редактора настоящей монографии Н.Б. Христолюбовой.

Электронно-микроскопические исследования липопротеидных мембран, ограничивающих клеточное ядро, показали, что в этих мембранах существуют ультрамикроскопические поры, диаметр которых измеряется сотнями ангстрем. Н.Б. Христолюбовой удалось установить, что как число, так и диаметр этих пор подвергаются закономерным суточным колебаниям. Как известно, клетки растений делятся по преимуществу около 12 часов дня и около 12 часов ночи. Оказывается, что примерно за 4 часа до деления клетки размеры пор ядерной мембраны и их число заметно увеличиваются. Это может способствовать проникновению в ядро некоторых веществ, синтезированных в цитоплазме.

Во всяком случае, на пути изучения механизмов функционирования биологических часов и выявления процессов, играющих при этом управляющую роль, стоит масса интересных вопросов и предстоят увлекательные открытия. Думается, что настоящая монография будет содействовать распространению внимания к этим задачам.

**ПРЕДИСЛОВИЕ К 16-МУ ВЫПУСКУ СБОРНИКА  
«ПРОБЛЕМЫ КИБЕРНЕТИКИ», ПОСВЯЩЁННОМУ ПАМЯТИ  
И.И. ШМАЛЬГАУЗЕНА**

Настоящий, 16-й выпуск «Проблем кибернетики» посвящён памяти скончавшегося 7 сентября 1963 года академика Ивана Ивановича Шмальгаузена. И.И. Шмальгаузен был выдающимся биологом-теоретиком. Его основные научные интересы лежали в сфере истории эволюции, причём его особенно интересовал вопрос о том, как в процессе эволюции формировались целостные организмы, как они эволюционировали и как под влиянием отбора формировались весьма сложные и хорошо слаженные процессы в организмах и в надорганизменных образованиях. Эти постановки вопросов органически связаны с кибернетикой. Недаром в последние годы жизни Иван Иванович пришёл к центральным кибернетическим проблемам биологии и опубликовал в этой области ряд весьма интересных работ. Некоторые из них опубликованы в предыдущих выпусках «Проблем кибернетики».

Настоящий сборник составлен из работ, относящихся к кибернетическим вопросам биологии, так или иначе связанным с развитием идей И.И. Шмальгаузена. Кроме того, в этом выпуске помещены некоторые статьи по вопросам математического естествознания, которые, быть может, прямо к кибернетике не относятся, но представляют интерес для других исследований, соприкасающихся с кибернетикой. Порядок работ приурочен к уровням организации живого, выдвинутым в своё время И.И. Шмальгаузенем.

### **О ЦИКЛЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ РАБОТ ИВАНА ИВАНОВИЧА ШМАЛЬГАУЗЕНА\***

Работы Ивана Ивановича Шмальгаузена (1884–1963), подводящие итог всей его научной деятельности, написаны на новом для биологов языке теории информации. Они являются крупным событием в истории науки. И.И. Шмальгаузен установил контакт между биологией и кибернетикой в той области науки о жизни, которая до него с позиций кибернетики никем не рассматривалась. И.И. Шмальгаузен первым в мире рассмотрел эволюцию органического мира с позиций теории информации. Он развил взгляд на эволюцию как на регулируемый процесс. Тот процесс регуляции, который завершается изменением представителей того или иного вида живых существ, и притом изменением гармоническим, и который называется эволюцией, протекает на надорганизменном уровне организации живого – в биогеоценозе. Биогеоценоз выступает по отношению ко всем составляющим его популяциям видов как управляющее устройство. Контроль и регуляция взаимозависимостей популяций разных видов друг с другом и с неживыми компонентами биогеоценоза совершаются через отбор, или дифференциальное участие особей в воспроизведении следующего поколения. Гибель, полное или частичное устранение от размножения всех, кто не может выполнять биогеохимическую функцию, поддерживает устойчивость процессов циркуляции вещества и энергии в биогеоценозе и вместе с тем обеспечивает эволюцию отдельных видов. Эволюция является побочным, но неизбежным результатом поддержания устойчивости системы высшего, по отношению к организму, ранга. Отбор, осуществляя контроль и регуляцию, т. е. поддерживая стационарное состояние биогеоценоза, тем самым становится движущим фактором эволюции вида и обеспечивает не просто изменение вида как системы, которое могло бы привести её к разрушению, а переход системы из одного гармонического (ус-

---

\* Предисловие к монографии: *И.И. Шмальгаузен*. Кибернетические вопросы биологии / Под общ. ред. А.А. Ляпунова и О.С. Кулагиной. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение. – 1968. – 224 с. (Серия «Кибернетика в монографиях», вып. 4).

тойчивого по принципу регулирования) состояния в другое гармоническое состояние. Выделив на этом уровне целостный объект, в котором протекает процесс циркуляции информации и имеется управляющее устройство и управляемый объект, каналы прямой и обратной связи, генераторы помех и самонастраивающиеся устройства, И.И. Шмальгаузен способствовал развитию идеи целостности биологических систем.

Одна из основных задач кибернетики – раскрыть механизм поддержания целостности сложных систем в условиях динамического режима – стояла в центре внимания И.И. Шмальгаузена всегда. Его книга, посвящённая факторам индивидуального развития особи, носит название «Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии». Она выдержала два издания – в 1938 и 1942 гг. В 1964 г. вышла в свет книга И.И. Шмальгаузена «Регуляция формообразования в индивидуальном развитии», подводящая итог современным представлениям о регуляции индивидуального развития особи. Эта работа, в сущности, так же, как и публикуемые в сборнике статьи, относится к биокибернетике. Развитие особи рассматривается в ней как процесс самонастройки, основанный на сложной системе регуляции по принципу обратной связи.

И.И. Шмальгаузен показал, что множественное регулирование по принципу обратной связи, или самонастройка развивающегося организма, лежит в основе поддержания устойчивого состояния, обеспечивает сохранение устойчивости процесса развития при нерегулярно меняющихся внешних условиях, обеспечивает надежность достижения результата развития в регулярно меняющихся условиях среды. Самонастройка составляет основу приспособленности организма к среде и взаимного приспособления органов друг к другу. Но она же составляет и основу приспособляемости, правда, на другом – надорганизменном – уровне организации жизни.

Уже в книгах, посвящённых эмбриональному развитию особи, И.И. Шмальгаузен не только показал существование регуляторных механизмов индивидуального развития, но и раскрыл, как эти регуляции возникают в эволюции. В 1939 г. И.И. Шмальгаузен опубликовал книгу «Пути и закономерности эволюционного процесса», в 1946 г. вышла в свет его книга «Факторы эволюции. Теория стабилизирующего отбора». Обе эти книги специально посвящены возникновению регуляторных механизмов в эволюции. И.И. Шмальгаузен вскрыл, каким образом отбор, способствуя образованию регуляторных механизмов индивидуального развития, меняет характер развития и создает устойчивые формы, остающиеся неизменными при неизменных условиях среды и способные изменять-

ся, как только условия среды изменились. Целостность организма, согласно этой концепции, является одновременно условием сохранения устойчивости и предпосылкой преобразования. Само преобразование, т. е. создание новой наследственной программы, осуществляется с помощью сил, оперирующих уже на уровне множества особей – в биогеоценозе и на больших отрезках времени, выходящих за рамки жизни особи в процессе смены поколений.

Вклад И.И. Шмальгаузена в науку не исчерпывается изучением основных движущих сил эволюции и установлением путей и закономерностей эволюционного процесса. На его долю выпало воплотить основную идею века и перебросить мост между наукой девятнадцатого века и наукой сегодняшнего дня.

Эволюционная идея зародилась и развилась в девятнадцатом веке в качестве оппозиции представлению о неизменности мира, но своего апогея она достигла в нашем столетии, и её поистине можно считать детищем двадцатого века. Только в двадцатом веке с развитием генетики стали ясны взаимоотношения между изменчивостью и эволюцией, и принцип отбора получил экспериментальное и математическое обоснование.

В прошлом веке идея неизменности органического мира нашла своего яркого выразителя в лице Ж. Кювье. Но такова диалектика познания, что полное обоснование какой-либо идеи завершается в рамках самой системы доказательств рождением противоположной идеи. Создатель научной теории неизменности видов Кювье может быть с полным правом назван одним из творцов эволюционной идеи. Именно ему принадлежит мысль о смене фаун и флор, о вымирании целых больших групп животных, исчезнувший облик которых он воссоздавал с таким успехом. Вызывая к жизни вымершие формы, предсказывая находки ископаемых, Кювье исходил из своей теории постоянства и неизменности видов и её двух основных принципов – принципа корреляций и принципа условий существования. Неизменность вида входила, согласно Кювье, в организованность, упорядоченность природы. Его теорию катастроф, или смен фаун и флор, в данной ограниченной области можно назвать теорией эволюции при неизменности видов, теорией нарушения гармонии природы только в результате катастрофических событий общеземного масштаба.

Теория типов, теория гармонии природы и теория неизменности видов прекрасно согласовались друг с другом и составляли фундамент естествознания первой половины девятнадцатого века. Познавательная ценность этих представлений об устойчивости органического мира была огромна. Представление о неизменности

видов легло в основу их классификации. Теория типов позволяла делать прогнозы.

Способность видов меняться, приспособляясь к новым условиям, была неизвестна. То, что виды меняются, не знали, но что такое вид, знали отлично. Гениальная эволюционная идея Ламарка, на полстолетия опередившего свое время, не нашла отклика отчасти потому, что, ополчившись на постоянство вида, он направил свою полемику и против его реальности. Ч. Дарвин впервые обосновал эволюцию и убедил своих современников именно потому, что он сочетал признание реальности вида с научной теорией его изменчивости. Совершенно не случайно основной труд Дарвина озаглавлен: «Происхождение видов путем естественного отбора». В двадцатом веке идею гармонии природы сменила идея эволюции. Познание принципов эволюции, самого механизма преобразования, проникновение статистического способа мышления в биологию и ясное понимание длительности геологического времени завершилось созданием Дарвином стройной эволюционной теории. Принцип гармонии природы, теория типов и представление об устойчивости вида отодвинулись в сознании людей на задний план, а многим казались опровергнутыми. С течением времени, однако, полное обоснование эволюционной идеи породило свою противоположность. В науке двадцатого века вновь возродилась идея устойчивости. И с тем же благородным рвением, с каким человеческая мысль разрушала теорию типов и теорию неизменности видов, она устремилась на поиски механизмов поддержания устойчивости.

В 1928 г. один из самых могучих умов века В.И. Вернадский говорил: «В геохимическом аспекте, входя как часть в мало изменяющуюся, колеблющуюся около неизменного среднего состояния биосферу, жизнь, взятая как целое, представляется устойчивой и неизменной в геологическом времени». Подчеркнув резкое изменение форм жизни, исчезновение одних видов и появление других, В.И. Вернадский, однако, пишет: «*В сложной организованности биосферы происходили в пределах живого вещества только перегруппировки химических элементов, а не коренные изменения их состава и количества* – перегруппировки, не отражавшиеся на постоянстве и неизменности геологических – в данном случае геохимических – процессов, в которых эти живые вещества принимали участие. Это новый факт огромной научной значимости, вносимый в биологию геохимическим изучением жизни» (курсив В.И. Вернадского). Указав на различие в темпах эволюции разных видов, В.И. Вернадский говорит: «Устойчивость видовых форм в течение миллионов лет, миллионов поколений, может быть, даже составляет самую харак-

терную черту живых форм, заслуживающую глубокого внимания биолога. Вероятно, мы видим в этих чисто биологических явлениях проявление той же неизменности жизни в основном своем бытии на всем протяжении геологической истории, какую в другой форме вскрывает нам её положение в структуре биосферы.

Мне кажется, эти **явления устойчивости видов заслуживают более серьёзного внимания биолога**, чем это сейчас имеет место».

Говоря об изменении всего научного мировоззрения учёных за последние 70 лет, прошедших со времени выхода в свет «Происхождения видов» Дарвина, В.И. Вернадский пишет: «Эволюция видов заняла центральное место в этом мировоззрении, привлекла к себе внимание до такой степени, что затемнила другие, не менее, если не более, важные биологические явления»

Постоянство запаса веществ, которые могут быть использованы в процессах жизнедеятельности, а также постоянство потока солнечной энергии, по-видимому, однозначно определяет интегральные рамки жизненных процессов. Эволюция живых форм определяется борьбой между различными индивидуумами и их сообществами разных уровней за возможность использования определенной доли этих благ. В таком виде В.И. Вернадский сумел раскрыть на уровне биосферы в целом взаимодействие эволюционного процесса и идеи устойчивости живой природы. Однако в рамках самой биологии эти определяющие концепции – константности и историзма – были разобщены вплоть до работ И.И. Шмальгаузена.

Можно без преувеличения сказать, что само изменение подчинено подчас сохранению неизменного состояния. Неизменность в главном только и может быть достигнута путем изменения частностей. Это касается как смены фаун и флор в качестве механизма, сохраняющего неизменность геохимических функций живого вещества биосферы, что имел в виду В.И. Вернадский, так и изменения вида, поддерживающего на неизменном уровне его роль в био-генной миграции атомов.

В 1938 г. И.И. Шмальгаузен выступил со своей знаменитой теорией стабилизирующего отбора.

В 1946 г. вышла в свет книга И.И. Шмальгаузена «Факторы эволюции. Теория стабилизирующего отбора». Согласно этой теории, отбор не только преобразует данный вид организмов, но и способствует стабилизации уже достигнутых приспособлений.

Преимущественное участие в воспроизведении следующего поколения особей, отличающихся от нормы, ведет к преобразованию вида. В этом случае выступает на сцену отбор в его преобразующей форме.



Гибель всех, кто отличается от нормы, кто изменился в ответ на преходящие стимулы или реагировал на случайные колебания в условиях существования, ведёт к стабилизации вида. Стабилизация касается при этом только конечного результата развития, который остался неизменным. Перед нами стабилизирующая форма отбора. Само развитие меняется. Повышается роль внутренних факторов развития по сравнению с внешними, на место внешних стимулов становятся внутренние управляющие механизмы развития. Усиливается генный контроль развития. Организмы становятся независимыми от случайных колебаний в факторах среды, они полнее и лучше могут использовать среду в процессе своей жизнедеятельности. Как эмбриональное развитие особи, так и её жизнедеятельность во всех проявлениях, начиная от длительности разных фаз жизненного цикла и кончая поведением, защищены высоким порогом реагирования от неблагоприятных воздействий среды. В основе неизменности конечного результата развития, надёжности функционирования лежат механизмы, поддерживающие постоянство внутренней среды, множественное обеспечение развития органов, способность тканей и органов реагировать по принципу «всё или ничего», способность организма в целом отыскивать подходящие условия среды и подготавливаться заранее к наступлению или уходу от неблагоприятных условий.

У высших представителей животного царства достигается постоянство ионного состава плазмы крови и температуры тела. На генном уровне работают такие механизмы, как полигенная обусловленность признака – полимерия. У диплоидных и полиплоидных организмов к ней присоединяется доминирование одного аллеломорфа над другим. Уже одного гена достаточно, чтобы вызвать развитие нормального признака, а между тем в каждой клетке диплоидного организма их два, а у полиплоидного – ещё больше. Политенизация хромосом и увеличение числа наборов хромосом в соматических клетках относятся к той же категории множественного обеспечения конечного результата развития, что и полимерия. Вторичный переход одной или части хромосом от диплоидного к гаплоидному состоянию у самцов двукрылых насекомых, клопов, некоторых рыб и у млекопитающих, включая человека, сопровождается компенсацией дозы генов со стороны других генов хромосомного набора. Полимерия, диплоидность и полиплоидия, политения и компенсация дозы гена защищают организм от помех, возникающих в процессе его собственного развития и унаследованных им от родителей. Мутации, возникающие в половых и в соматических клетках, чтобы осуществить своё действие, должны пробиться через заслон множественного генного обеспечения.

Не только неизменность конечного результата развития, но и характер реакции на воздействие среды носит ярко выраженный регуляторный характер. Внешние стимулы преобразуются организацией живого в сигналы, и взаимодействие со средой приобретает характер обмена информации, т. е. передачи кодовых знаков. Подчас пусковым механизмом служит одно воздействие среды, а возникающие структуры или функции служат защитой совсем от других воздействий среды. Не холод – причина осеннего сбрасывания листьев многолетними растениями высоких широт, отлета птиц, линьки птиц и зверей, не засуха – причина сбрасывания листьев растениями засушливого климата, не запах заставляет пчел – сборщиц нектара – выбирать правильный путь к растению-медоносу. Во многих случаях сигналом наступающих перемен, к которым надлежит приспособиться, служит изменение длины дня. Реакция многих тканей и органов осуществляется по принципу «всё или ничего», в некоторых случаях воздействия среды носят характер пускового механизма и вся специфичность реакции, включая её количественное выражение, всецело определяется природой реагирующего материала. Сама реакция становится защитой от помех, исходящих извне и изнутри. Охранительным механизмом служит поведение животного и реакции на среду растений. Согласование ритмов жизнедеятельности с сезонными и суточными изменениями сред достигается в некоторых случаях с помощью биологических часов, имеющих внутренний завод.

Интуиция, вся сфера подсознательного, весь врожденный компонент поведения (включающий безусловные рефлексy и инстинкты) относится к сфере внутренней регуляции поведения, носит охранительный характер и, в конечном счете, служит поддержанию устойчивости системы. Независимым может стать в процессе эволюции не только формирование организма как целого или отдельных систем органов по отношению к среде, но и рост отдельных органов по отношению друг к другу. Эту независимость роста И.И. Шмальгаузен обнаружил, когда в двадцатые годы сравнивал количественные показатели или константы роста разных органов эмбриона. Он выделил три константы: начальный размер ткани, ставшей на путь специфической дифференцировки и положившей начало развитию органа, скорость роста и продолжительность роста. Выяснилось, что рост разных органов отличается по всем этим показателям. Эту независимость констант роста разных органов И.И. Шмальгаузен назвал гетерономным ростом.

Независимость частей системы друг от друга – частное проявление стабильности. Независимость частей ярко выявляет себя в

эмбриональном развитии животных с мозаичным типом эмбриогенеза, она видна на примере независимости размеров цветков у тех растений, пыльца которых переносится каким-нибудь одним видом насекомых. Независимость частей сказывается в функционировании мозга, в полях действия и независимом друг от друга мутировании генов. Независимость генотипа от фенотипа – такой же закон органической материи, как независимость атомарной структуры от молекулярной – всей материи без исключения.

Закон ненаследования признаков, приобретённых организмом в индивидуальном развитии, основан на отсутствии обратной связи от фенотипа к генотипу.

Независимость – это такое же фундаментальное явление природы, как и наличие взаимозависимости.

Попытки рассмотреть возникновение независимости в процессе эволюции с помощью отбора делались неоднократно. Наиболее ярко в истории науки нашего века выделяются две из них – теории орнитолога Ллойда Моргана и биоматематика Р. Фишера. Ни одна из них не поднимается до уровня общей теории стабилизации, будучи применена к ограниченной области явлений. Л. Морган в самом начале века, задумываясь над взаимоотношением привычки и инстинкта у птиц, выдвинул гипотезу, что приобретённая реакция на среду, или привычка, в процессе смены поколений может стать врождённым компонентом поведения, или инстинктом, в результате отбора мутаций, совпадающих по своему фенотипическому выражению с привычкой, приобретённой в течение жизни особи. Эту форму отбора Л. Морган назвал совпадающим отбором. Одновременно аналогичные идеи были высказаны палеонтологом Осборном и эмбриологом Болдуином. Осборн говорил об органическом отборе, как о механизме включения первоначально ненаследственных признаков в процесс эволюции, Болдуин назвал то же явление гармоническим отбором.

В конце двадцатых годов Р. Фишер выступил со своей знаменитой теорией эволюции доминантности путём естественного отбора генов модификаторов, блокирующих проявление мутантного признака у гетерозигот.

В лице Холдена, Райта, Меллера, Пленкетта, Харланда, Гексли теория Фишера нашла множество приверженцев и вместе с тем подверглась жесточайшей критике. Как эксперименты, так и теоретический анализ показали, что возникновение доминирования одного аллеломорфа над другим идёт не путём отбора модификаторов, приближающих фенотип гетерозиготы к норме, хотя такое изменение в лабораторных условиях и возможно, а совершается в

эволюции гораздо менее специфическим путем в результате повышения общей стабильности онтогенеза. Побочным продуктом общего повышения надёжности формообразования является доминирование нормального фенотипа над мутантным. Доминирование стали рассматривать как проявление общей помехоустойчивости организма. Были созданы лабораторные модели эволюции доминантности в результате искусственного отбора. М.И. Камшилов и Д.М. Шифрин – сотрудники лаборатории фенотипа Института эволюционной морфологии животных имени А.Н. Северцова, которую возглавлял И.И. Шмальгаузен, – внесли большой вклад в разработку теории эволюции доминантности методом искусственного отбора. Теория эволюции доминантности стала преддверием общей теории стабилизирующего отбора. Теория стабилизирующего отбора И.И. Шмальгаузена впервые охватила все случаи независимости, будь то эмбриогенез или течение физиологических реакций, сезонные ритмы жизнедеятельности или поведение, и дала их возникновению в эволюции единое истолкование. В качестве частной теории стабилизации в теорию стабилизирующего отбора оказалась включённой теория эволюции доминантности Р. Фишера.

Другим частным приложением теории стабилизирующего отбора явилась теория наследственного закрепления первоначально ненаследственных изменений организма или модификаций.

На рубеже столетий к роли ненаследственной изменчивости в эволюции относились с живейшим вниманием. Гипотезы Л. Моргана, Осборна и Болдуина были, как раз, вызваны этим интересом. Может ли первоначально ненаследственное изменение, возникающее заново в каждом поколении, стать с течением времени врождённым при условии, что признаки, приобретённые в индивидуальном развитии, не наследуются? Так был поставлен вопрос, и положительный ответ на него был дан в рамках теории отбора.

Успехи генетики отодвинули всю проблему на задний план. Только в тридцатых годах нашего века вопрос был снова поставлен на этот раз генетиком-эволюционистом В.С. Кирпичниковым, зоологом Е.И. Лукиным и экологом Г.Ф. Гаузе. Для объяснения механизма наследственного закрепления отдельных признаков были привлечены специфические механизмы совпадающего или косвенного отбора. В Англии сходные взгляды о соотношении наследственной и ненаследственной изменчивости высказал К. Уоддингтон. И.И. Шмальгаузен подошел к вопросу о наследственном закреплении в нисходящем ряду поколений изменений, возникших в индивидуальной жизни, с более широких позиций. Согласно Шмальгаузену, наследственное закрепление модификаций – след-

ствии общей стабилизации формообразования, общего повышения надёжности регуляторных механизмов. С теорией совпадающего и косвенного отбора произошла та же история, что и с теорией эволюции доминантности. Обе они оказались включёнными в теорию стабилизирующего отбора как её частные принципы, приложимые к отдельным явлениям.

Теория стабилизирующего отбора представляет собой всеобъемлющее истолкование возникновения независимости, устойчивости, стабильности органических форм в эволюции.

Всю проблему независимости И.И. Шмальгаузен разработал в неразрывной связи с интегрирующими механизмами индивидуального развития, углубив и развив принцип корреляций Кювье. Возникновение независимости, устойчивости индивидуального развития в эволюции сопровождается образованием механизмов, управляющих жизнедеятельностью, включая дифференциацию и рост зародыша.

«В развивающемся организме формообразовательные системы достигают большой сложности и в значительной мере взаимодействуют между собой. В этих взаимодействиях осуществляется взаимный контроль и регуляция развития всего организма в целом», – писал И.И. Шмальгаузен в книге «Регуляция формообразования в индивидуальном развитии» (М., «Наука», 1964, стр. 125).

Внутренние связи определяют преемственность организации и точность её воспроизведения. Это утверждение И.И. Шмальгаузена стоит в строгом соответствии с принципом корреляций Кювье. Однако Шмальгаузен в отличие от Кювье показывает, как внутренние связи частей становятся не только необходимыми факторами саморазвития организма, поддерживающими неизменность конечного результата развития, но сами становятся предпосылкой эволюционных преобразований.

Стабилизирующий отбор не только не кладет запрет на дальнейшую эволюцию, но способствует ускорению её темпа. Ускорение эволюции, зависящее от стабилизирующего отбора, коренится в самом интимном механизме эволюционных преобразований. Стабильная структура не подвержена модифицирующему влиянию среды. Её изменчивость, подхватываемая преобразующим отбором, носит преимущественно наследственный характер. Преобразующий отбор использует в своей деятельности то, что достигнуто стабилизирующим отбором, – высокую наследуемость тех отклонений от нормы, которые вызваны изменением генотипа. Эмбриологические работы И.И. Шмальгаузена показали, что наиболее быстро эволюционируют те структуры, которые в процессе развития зароды-

дыша наиболее независимы от остальных частей организма. Их независимость сказывается в их гетерономном росте. Зависимость структур друг от друга выражается, в частности, в появлении в эмбриональном развитии закладок органов, исчезнувших у взрослой особи. Это так называемое явление рекапитуляции предковых состояний является показателем консерватизма тех структур, которые вовлечены в рекапитуляцию. Органы, отличающиеся независимым ростом, в рекапитуляции не вовлечены. Для них следы филогенеза в онтогенезе отсутствуют. Их эволюция приняла характер новообразования, и они нацело порвали с традициями. Их онтогенез перестал быть летописью филогенеза. Преобразования этих органов сопутствовали историческому развитию наиболее быстро меняющихся форм. Таковы нервная система и кожные покровы с их защитными образованиями – перьями и волосным покровом. Ускорение темпа эволюции коснулось их в наибольшей степени.

Идея ускорения эволюции наиболее стабильных структур явилась высшей точкой синтеза идеи устойчивости и идеи эволюции.

И.И. Шмальгаузен указал на всеобщность явления регуляции в органическом мире. Он показал, что явления регуляции осуществляются на всех уровнях организации живого. Регуляции входят как нормальное условие функционирования всех живых систем в жизнь органоидов клетки, клетки как целого, ткани, органа, системы органов и организма как целого.

«Она (обратная связь) во многих случаях ещё недостаточно изучена, и сделанные нами выводы имеют скорее характер логического заключения. Детальное изучение обратной связи является, поэтому, насущной задачей современной экспериментальной эмбриологии», – пишет И.И. Шмальгаузен в упомянутой выше книге (стр. 127–128).

Регуляции по принципу обратной связи присущи системам надорганизменного уровня – популяции, виду как системе и биогеоценозу. В системах, включающих организм как подчинённый элемент системы, регуляции осуществляются путем дифференциального участия особей в воспроизведении следующего поколения, т. е. через отбор. Принцип регулирования везде один и тот же – управление с обратной связью. В биогеоценозе связь среды и генотипа особей осуществляется через отбор наиболее приспособленных. Отбор выступает как механизм, ответственный в конечном счете за усложнение и усовершенствование самого хранилища наследственной информации и за согласование его работы со сложными изменчивыми условиями жизни каждого живого существа. Программа развития не только функционирует, но и создается по принципу

обратной связи. И.И. Шмальгаузен не ограничился тем, что вскрыл всеобщность принципа обратной связи на всех уровнях организации жизни, начиная с молекулярного и кончая организмом как системой. Ему принадлежит заслуга рассмотрения этого принципа на тех уровнях организации живого, которые включают организм как свою подчинённую часть. Это популяционный и биоценотический уровень организации жизни. Сама эволюция предстала перед нами как процесс, регулируемый по принципу обратной связи; И.И. Шмальгаузен выделил тот целостный объект, в котором протекают явления регуляции, связанные с эволюционным преобразованием вида,— биогеоценоз, включающий совокупность живых организмов, заселяющих замкнутое пространство, и неорганический субстрат, используемый этими живыми существами в процессах жизнедеятельности и самовоспроизведения. Он указал и на главный регуляторный механизм эволюции – отбор в его преобразующей и стабилизирующей форме.

В статье «Интеграция биологических систем и их саморегуляция», напечатанной в этом сборнике, И.И. Шмальгаузен сформулировал новый для биологии принцип группового отбора и указал на роль соревнования целых популяций друг с другом по темпам и характеру эволюции в создании и поддержании целостности надорганизменных систем и в частности вида. Он указал на роль группового соревнования в изменении самого течения эволюционных процессов.

Переводя теорию Дарвина на язык кибернетики, И.И. Шмальгаузен показал, что само преобразование органических форм закономерно осуществляется в рамках относительно стабильного механизма, лежащего на биогеоценотическом уровне организации жизни и действующего по статистическому принципу. Это и есть высший синтез идеи эволюции органических форм с идеей устойчивости вида и идеей постоянства геохимической функции жизни в биосфере. Так воедино оказались слитыми и вместе с тем поднятыми на новый современный уровень концепции Кьюве, Дарвина и Вернадского. И.И. Шмальгаузен хотел написать книгу, посвящённую тем вопросам биокибернетики, которые он изложил в виде отдельных статей на страницах нескольких биологических журналов. Он начал писать её, но не успел закончить. Сборник содержит всё, что было написано И.И. Шмальгаузенем по биокибернетике, включая неопубликованные главы книги, которые печатаются впервые.

*Р.Л. Берг, А.А. Ляпунов,  
30 июля 1966 г.*



**ПЁТР СЕРГЕЕВИЧ НОВИКОВ\***  
**(к семидесятилетию со дня рождения)**

В августе 1971 г. исполнилось 70 лет одному из крупнейших советских математиков Петру Сергеевичу Новикову.

Пётр Сергеевич родился 28 августа 1901 г. в Москве. В 1919 г. он поступил на физико-математический факультет Московского университета, но вскоре был призван в ряды Красной Армии, где прослужил до 1922 г.

По окончании военной службы Пётр Сергеевич вернулся в университет и в 1925 г. окончил его, сдав все экзамены досрочно. С 1925 по 1929 гг. он проходит аспирантуру в МГУ под руководством Н.Н. Лузина.

По окончании аспирантуры до 1934 г. Пётр Сергеевич работал доцентом кафедры высшей математики в Московском химико-технологическом институте. В 1934 г. он был приглашён на работу в Математический институт им. В.А. Стеклова АН СССР, где работает до сих пор. С 1957 г. заведует Отделом математической логики института им. В.А. Стеклова.

В 1935 г. Пётр Сергеевич защитил докторскую диссертацию, а в 1939 г. ему было присвоено звание профессора. В 1953 г. он был избран членом-корреспондентом, а в 1960 г. – действительным членом Академии наук СССР.

Ещё будучи студентом, Пётр Сергеевич стал посещать семинары Н.Н. Лузина по дескриптивной теории множеств. Вскоре он становится одним из активнейших представителей теоретико-множественной школы Н.Н. Лузина, из которой, как известно, выросла целая плеяда выдающихся советских математиков. Петром Сергеевичем получены наиболее замечательные результаты в дескриптивной теории множеств. Наряду с исключительной глубиной замысла и яркостью идей его теоретико-множественные работы характеризуются красотой конструкций и силой изобретённых им методов.

Первая опубликованная работа Петра Сергеевича была посвящена исследованию природы неявных  $B$ -функций. Для этого он

---

\* Успехи мат. наук. – 1971. – Т. 26. – Вып. 5 (161).



создал принцип сравнения индексов, который в дальнейшем оказал очень большое влияние на развитие дескриптивной теории функций. Сущность этого метода состоит в следующем:

Каждому  $A$ -множеству естественным образом сопоставляется некоторая трансфинитная функция  $\beta(x)$ , которая в точках этого множества принимает значение  $\Omega$ , а в точках дополнения её значения суть трансфинитные второго класса. Множество точек, в которых эта функция имеет данное значение  $< \Omega$ , всегда есть  $B$ -множество. Пётр Сергеевич установил, что если  $\beta_1(x)$  и  $\beta_2(x)$  – две функции описанной природы, то множество точек, где  $\beta_1(x) \geq \beta_2(x)$ , есть всегда  $A$ -множество. В этом и состоит принцип сравнения индексов.

Отсюда сразу вытекают следующие теоремы отделимости:

1. Существуют два непересекающихся  $CA$ -множества, неотделимые  $B$ -множествами.
2. Если у двух  $A$ -множеств (или  $CA$ -множеств) удалить их общую часть, то оставшиеся части всегда отделимы непересекающимися  $CA$ -множествами.

Из принципа сравнения индексов получается также новое доказательство теоремы Н.Н. Лузина о том, что любые два непересекающихся  $A$ -множества отделимы  $B$ -множествами.

Опираясь на эти результаты, Пётр Сергеевич доказал, что существуют такие неявные  $B$ -функции, которые не могут быть униформизированы посредством  $B$ -функции. (Говорят, что функция  $y = f(x)$  униформизирует неявную функцию  $F(x, y) = 0$ , если для всякого  $x_0$  из разрешимости уравнения  $F(x_0, y) = 0$  следует, что  $F(x_0, f(x_0)) = 0$ ). Позднее оказалось, что принцип сравнения индексов родственной природы имеет место не только для  $A$ -операций, но и для  $R$ -операций. Это явилось одним из основных средств изучения  $R$ -множеств, которое предпринял ученик Петра Сергеевича А.А. Ляпунов.

В работах 1934 г. Пётр Сергеевич ввёл понятие кратной отделимости и установил теоремы о кратной отделимости для  $A$ -множеств и о кратной отделимости  $A$ -множеств по отношению к операции «счётное пересечение».

Распространив принцип сравнения индексов на некоторые другие трансфинитные индексы, которые естественным образом сопутствуют построению проективных множеств, Пётр Сергеевич в работе 1937 г. исследовал проблему отделимости для проективных множеств второго класса. Он получил следующие результаты:

- 1) два  $CA_2$ -множества без общих точек отделимы посредством  $B_2$ -множеств;
- 2) если у двух  $CA_2$  (или же  $A_2$ -)множеств удалить их общую часть, то оставшиеся части отделимы посредством  $A_2$ -множеств;

3) существуют два непересекающихся  $A_2$ -множества, неотделимые посредством  $B_2$ -множеств.

Заметим, что  $A_2$ -множествами называются проекции  $CA$ -множеств, дополнения к  $A_2$ -множествам называются  $CA_2$ -множествами, а  $B_2$ -множества суть те множества, которые одновременно являются  $A_2$ -множествами и  $CA_2$ -множествами.

Таким образом, законы отделимости во втором классе проективных множеств оказались инвертированными по сравнению с законами отделимости в первом классе проективных множеств. Это обстоятельство явилось большой неожиданностью.

Долгое время не поддавался решению вопрос об эффективной униформизации плоского  $CA$ -множества. Основная трудность тут заключалась в том, что не был известен процесс указания точки в непустом  $CA$ -множестве, заданном посредством решета или  $A$ -операции. Такой процесс был найден Петром Сергеевичем в 1935 г. Этот результат произвёл очень большое впечатление на математиков, интересующихся дескриптивной теорией множеств. Таким образом, была найдена процедура построения униформирующего множества для любого плоского множества. Впоследствии японский математик Кондо установил, что это униформирующее множество само является  $CA$ -множеством.

Давно было известно, что проекция  $B$ -множества может не быть  $B$ -множеством, но всегда есть  $A$ -множество. С другой стороны, проекция равномерного  $B$ -множества всегда есть  $B$ -множество. В связи с этим Петра Сергеевича заинтересовал вопрос о том, при каких условиях на прообразы точек проекция  $B$ -множества остается  $B$ -множеством. Он установил, что это верно, если прообразы точек компактны или не более чем счётны. Дальнейшие обобщения этих результатов содержатся в работах японского математика Кунуги и ученика Петра Сергеевича В.Я. Арсенина, доказавшего, что это верно в случае, когда прообразы точек абсолютные  $F_\sigma$ . Для абсолютных  $G_\delta$  это уже не имеет места. К тому же кругу идей относится следующий результат Петра Сергеевича: если плоское  $B$ -множество таково, что при его проектировании на одну из осей прообразы точек не более чем счётны, то это множество можно представить как объединение не более чем счётного набора равномерных  $B$ -множеств.

В поисках новых подходов к уточнению понятия эффективности в теории множеств Пётр Сергеевич в 1939 г. ввёл понятие эффективно-несчётного множества в бэровском пространстве. Множество точек бэровского пространства называется эффективно-несчётным, если каждой последовательности точек этого мно-

жества можно поставить в соответствие точку из того же множества, но не принадлежащую данной последовательности, так чтобы любой начальный отрезок арифметического разложения этой точки эффективно определялся конечным числом начальных отрезков арифметических разложений точек рассматриваемой последовательности. Пётр Сергеевич доказал, что всякое эффективно-несчётное множество содержит совершенное подмножество и поэтому имеет мощность континуума. Дальнейшие исследования в этом направлении проводили его ученики А.А. Ляпунов и Я.Л. Крейнин.

Среди работ Петра Сергеевича несколько особняком стоит его работа об обратной задаче потенциала, опубликованная в 1938 г. Речь идет о задаче определения формы притягивающего тела по заданным значениям его внешнего потенциала при условии, что плотность распределения масс известна. Один из основных вопросов, возникающих при исследовании этой задачи, – вопрос о единственности её решения. Пётр Сергеевич доказал, что два тела одинаковой постоянной плотности, звёздные относительно общей внутренней точки и имеющие одинаковый внешний потенциал, совпадают. Различные обобщения этого результата позже были получены в работах других авторов, в том числе учеников Петра Сергеевича Ю.А. Шашкина и В.П. Симонова.

Решив ряд важных и трудных проблем дескриптивной теории множеств, Пётр Сергеевич вплотную подошел к границам применимости теоретико-множественных методов. Наряду с континуум-проблемой к этому времени обозначились другие проблемы дескриптивной теории множеств, относительно которых Н.Н. Лузин высказывал гипотезу об их неразрешимости средствами теории множеств. К таким проблемам относились проблема мощности  $\mathcal{C}\mathcal{A}$ -множеств и проблема измеримости проективных множеств. Это обстоятельство побудило Петра Сергеевича заняться вопросом обоснования математики и математической логикой.

После того как К. Гёдель установил непротиворечивость в аксиоматической теории множеств континуум-гипотезы, Пётр Сергеевич доказал непротиворечивость следующих утверждений дескриптивной теории множеств:

- 1) существует  $\mathcal{C}\mathcal{A}$ -множество без совершенного ядра;
- 2) существуют неизмеримые по Лебегу проективные множества типа  $B_2$ .

В той же работе 1951 г. он заявил результат о непротиворечивости утверждения о том, что законы отделимости, имеющие место для проективных множеств второго класса, распространяются на проективные множества класса  $n$  – начиная с некоторого  $n$ .

Позже Аддисоном было доказано, что непротиворечивость последнего утверждения имеет место начиная с  $n = 3$ . Непротиворечивость первых двух утверждений была анонсирована Гёделем в 1938 г., однако доказательства этого факта он не опубликовал. Недавно В.А. Любецкий доказал, что из существования неизмеримого множества тина  $A_2$  следует существование несчётного множества типа  $CA$  без совершенного ядра, т. е. утверждение 1) следует из 2).

В 1940–1949 гг. Пётр Сергеевич создает метод доказательства непротиворечивости формальных систем, основанный на понятии «регулярности». Этот метод по своей природе родственен методам Эрбрана и Генцена, но отличается от них. Он заключается в следующем. Сначала определяется класс примитивных формул. Это есть произвольное множество формул, каждая из которых есть либо элементарная формула либо отрицание элементарной формулы, либо логическая сумма элементарных формул и их отрицаний (такие формулы называются элементарными логическими суммами). Класс примитивных формул должен содержать всякую элементарную логическую сумму, содержащую вместе с какой-либо из элементарных формул также и её отрицание. Наконец, он должен быть замкнут относительно операции замещения свободных переменных термами. Каждое семейство примитивных формул однозначно определяет некоторый класс регулярности, состоящий из всевозможных конъюнкций, членами которых являются либо примитивные формулы данного семейства либо формулы, приводимые к примитивным с помощью следующих трех операций:

- 1) вычеркивание квантора всеобщности в одном из слагаемых, с соответствующим переименованием новой свободной переменной;
- 2) добавление к сумме новых членов, соответствующих слагаемым, начинающимся с квантора существования;
- 3) если некоторое слагаемое имеет вид конъюнкции, то в этой конъюнкции раскрываются скобки по закону дистрибутивности.

Доказывается, что определённые таким образом классы регулярности замкнуты относительно применения правил вывода логики предикатов.

Опираясь на этот факт, Пётр Сергеевич в работе 1949 г. доказал независимость аксиомы полной индукции в любой непротиворечивой системе, содержащей все аксиомы арифметики и любые другие аксиомы без переменных предикатов. В той же работе он доказал разрешимость алгоритмической проблемы распознавания для формул арифметики, не содержащих кванторов существования, выводимости их в формальной арифметической системе без аксиомы полной индукции, но с рекурсивными определениями и с аксиомами неравенства.

Используя метод регулярных формул и предположение о непротиворечивости интуиционистской математики, Пётр Сергеевич в работе 1943 г. доказал непротиворечивость некоторого логического исчисления, в котором как формулы, так и правила вывода определяются по трансфинитной индукции. Отсюда следует непротиворечивость арифметики с любыми рекурсивными определениями. В той же работе Пётр Сергеевич доказал, что для всякого суждения о целом числе  $F(n)$ , проверяемого для всякого  $n$  конечным числом операций, из любого доказательства существования числа  $N$ , для которого  $F(N)$  истинно, можно извлечь эффективное указание этого числа  $N$ .

В 1947 г. Пётр Сергеевич исследовал вопрос о возможности присоединения к исчислению предикатов без противоречия формул, постулирующих существование различных предикатов. Он нашел необходимые и достаточные условия для того, чтобы присоединение предиката  $p(x)$  с одним переменным к исчислению предикатов не приводило к противоречию.

Пётр Сергеевич предпринял в теории алгоритмов исследование, навеянное проблематикой дескриптивной теории множеств. Ещё в 1946 г. он обратил внимание своих учеников на «дескриптивную» проблематику теории рекурсивных функций и высказал основные предложения о классификации рекурсивно-проективных множеств, об их отделимости, униформизации и т. п. Хотя эти результаты не были опубликованы в то время и были независимо получены и опубликованы другими авторами (Клини, Мостовский), они оказали большое влияние на учеников Петра Сергеевича и участников его семинаров, побудив их использовать эти «дескриптивные» явления в своих исследованиях, относящихся к теории алгоритмов и её приложениям.

Как известно, после появления в математической логике точного определения понятия алгоритма выяснилось существование неразрешимых алгоритмических проблем. Под алгоритмической проблемой в математике понимается проблема отыскания алгоритма для решения той или иной бесконечной серии однотипных задач. Алгоритмическая проблема называется неразрешимой, если искомый алгоритм не существует. Первые примеры неразрешимых алгоритмических проблем были обнаружены в самой теории алгоритмов, а затем в математической логике. Естественно возник вопрос, не являются ли неразрешимые алгоритмические проблемы специфическими для теории алгоритмов и математической логики. Может быть, в традиционных разделах математики не бывает неразрешимых алгоритмических проблем? Нужно было исследовать известные алгоритмические проблемы, которые не поддавались ре-

шению длительное время. После того как в 1947 г. А.А. Марков и Э. Пост независимо установили неразрешимость проблемы тождества для ассоциативных систем, особое внимание привлекала проблема тождества слов теории групп, поставленная Дэном еще в 1912 г. В этой проблеме требовалось найти алгоритм, который позволял бы проверить по любым двум словам группы, заданной с помощью конечного числа образующих и определяющих соотношений (такие группы называются конечно-определёнными), равны они в этой группе или нет. Большие трудности, стоявшие на пути решения этой проблемы, были связаны с тем, что группы с определяющими соотношениями почти не были исследованы. Более того, была некоторая надежда, что алгоритм, решающий проблему тождества, существенно облегчит исследование таких групп. И вот в 1952 г. Пётр Сергеевич доказал неразрешимость этой проблемы, построив пример конечно-определённой группы, для которой требуемый алгоритм невозможен. Тот факт, что одну из центральных теоретико-групповых проблем решил специалист по математической логике, не является случайным. Дело в том, что группы с определяющими соотношениями задаются посредством так называемых групповых исчислений, которые родственны логическим формальным системам. Успех был достигнут благодаря детальному исследованию преобразований слов в групповых исчислениях.

Разработанный Петром Сергеевичем метод исследования преобразований слов в групповых исчислениях нашёл свое применение в дальнейших исследованиях алгоритмических проблем, принятых его учениками. Следствием неразрешимости проблемы тождества является неразрешимость другой известной алгоритмической проблемы теории групп – проблемы сопряжённости. Пётр Сергеевич доказал также неразрешимость очень важной для теории групп проблемы изоморфизма. В этой проблеме требовалось найти алгоритм, проверяющий для любой пары конечно-определённых групп, изоморфны они или нет. Продолжая исследования Петра Сергеевича, его ученик С.И. Адян доказал, что для каждой фиксированной конечно-определённой группы  $\Gamma$  невозможен алгоритм, который проверял бы по произвольной группе, изоморфна она группе  $\Gamma$  или нет.

Результат Петра Сергеевича о неразрешимости проблемы тождества теории групп и полученные затем следствия из него убедительно показали, что неразрешимые алгоритмические проблемы широко распространены в математике и что они встречаются среди весьма актуальных алгоритмических проблем, касающихся фундаментальных понятий математики. В 1957 г. этот результат Петра Сергеевича Новикова был удостоен Ленинской премии.

Продолжая исследовать природу групповых исчислений, Пётр Сергеевич заинтересовался одной из труднейших проблем теории групп – проблемой Бернсайда о периодических группах. Эта проблема, сформулированная еще в 1902 г., заключалась в следующем: будет ли конечной всякая группа с конечным числом образующих и тождественным соотношением  $x^n = 1$ ? Многие видные алгебраисты пытались решить эту проблему. Появились многочисленные её модификации для различных алгебраических систем. До 1959 г. сама проблема Бернсайда была решена и притом положительно лишь при  $n \leq 4$  и  $n = 6$ . К 1959 г. у Петра Сергеевича наметилась идея отрицательного решения этой проблемы в общем случае. Опубликованное им тогда предварительное сообщение явилось крупной сенсацией в алгебраической науке. Поскольку реализация предложенного Петром Сергеевичем плана решения проблемы Бернсайда натолкнулась на серьёзные трудности, в 1960 г. он привлёк к сотрудничеству над этой проблемой С.И. Адяна. В результате их совместной работы было доказано, что при  $m > 1$  и нечётных  $n \geq 4381$  свободная периодическая группа показателя  $n$  с  $m$  образующими бесконечна. Доказательство этого результата опубликовано в 1968 г. в журнале «Известия АН СССР, серия математическая». В этой работе создан метод исследования периодических групп, основанный на некоторой классификации периодических слов в данном алфавите. Эта классификация складывается из большого числа взаимосвязанных понятий и их свойств, доказываемых совместной индукцией по натуральному параметру. Малейшее изменение любого из этих понятий вызывает необходимость соответствующего изменения остальных понятий и их свойств. Поэтому большую принципиальную трудность представляла задача нахождения взаимно согласованной системы понятий с нужными свойствами. При чисто алгебраическом звучании основного результата этой работы следует отметить, что в её значительной части доказательства, по существу, представляют собой выводы в довольно сложной системе аксиом, описывающих понятия рассматриваемой классификации и называемых индуктивными предположениями. Созданный в этой работе метод позволил его авторам установить некоторые другие свойства периодических групп нечётного показателя  $n \geq 4381$ . В частности, в 1968 г. для этих групп были решены проблемы тождества и сопряжённости и было доказано, что в них все абелевы подгруппы конечны.

Пётр Сергеевич является глубоким мыслителем не только в математике, но также и в области естествознания и гносеологии. Он уделяет большое внимание художественной литературе, глубоким знатоком которой является.



Исключительная роль Петра Сергеевича Новикова в развитии теории множеств, математической логики и теории алгоритмов в СССР определяется не только его личными научными достижениями, но также его многолетней разносторонней педагогической деятельностью, курсами лекций, которые он читал в МГУ и в педагогических институтах, научными семинарами, в которых он подготовил многочисленных своих учеников. Его книга «Элементы математической логики», вышедшая в 1959 г., до сих пор является единственным в Советском Союзе не переводным учебным пособием по математической логике. Она переведена на английский, французский и японский языки.

Учениками Петра Сергеевича являются члены-корреспонденты АН СССР – А.А. Ляпунов и С.В. Яблонский, академик АН Казахской ССР А.Д. Тайманов; доктора физико-математических наук – С.И. Адян, В.Я. Арсенин, А.Л. Брудно, А.В. Гладкий, А.А. Зыков и Б.А. Трахтенброт; кандидаты физико-математических наук – Н.В. Белякин, Ф.А. Кабаков, З.И. Козлова, Я.Л. Крейнин, А.В. Кузнецов, К.А. Михайлова, А.А. Мучник, Я.С. Сметанич, Б.С. Содномов, Б.Я. Фалевич, А.А. Фридман, Ю.А. Шашкин, Л.Л. Цинман, Е.А. Щегольков и многие другие.

Пётр Сергеевич начал свою педагогическую деятельность со студенческих лет – еще в 1924 г. он стал преподавать математику в ФЗУ при заводе имени Ильича. В годы аспирантуры он преподавал математику студентам философского факультета МГУ. После аспирантуры в течение 5 лет Пётр Сергеевич был доцентом Московского химико-технологического института. После перехода в 1934 г. на основную работу в Математический институт им. В.А. Стеклова он продолжает педагогическую работу по совместительству: с 1935 г. по 1937 г. Пётр Сергеевич заведует кафедрой высшей математики на химическом факультете МГУ, с 1937 г. по 1942 г. он профессор кафедры математического анализа МГПИ им. К. Либкнехта, а с 1945 г. заведует кафедрой математического анализа МГПИ им. В.И. Ленина. За время руководства этой кафедрой Пётр Сергеевич, по существу, заново создал в МГПИ им. В.И. Ленина сильную кафедру университетского уровня. В её составе работают профессора и преподаватели, являющиеся крупными специалистами в различных областях математики. Большинство учеников Петра Сергеевича воспитанники этой кафедры.

За время работы в Педагогическом институте Пётр Сергеевич в разные годы читал курсы по следующим дисциплинам: «Математический анализ», «Теория функций действительного переменного»; «Теория функций комплексного переменного», «Уравнения



математической физики», «Алгоритмы и математические машины», «Математическая логика», «Теория алгоритмов». Большое значение в подготовке молодых специалистов и распространении идей математической логики и теории алгоритмов имели прочитанные Петром Сергеевичем в 1947–1954 гг. в МГУ факультативные курсы по дескриптивной теории множеств, по математической логике и по рекурсивной арифметике.

Из семинаров Петра Сергеевича прежде всего следует отметить семинар по математической логике на механико-математическом факультете МГУ. Этот семинар начал работать еще в 1944 г. на квартире у И.И. Жегалкина. Вместе с ним руководителями семинара были Пётр Сергеевич и С.А. Яновская. После смерти И.И. Жегалкина в 1947 г. семинар был переведен в МГУ и Пётр Сергеевич руководил им вместе с С.А. Яновской до 1960 г. В те годы этот семинар объединял, по существу, всех работающих в области математической логики не только в Москве, но также и в некоторых других городах. Влияние Петра Сергеевича на всех участников этого семинара было чрезвычайно велико.

Еще в 30-е годы, когда шла активная работа в области дескриптивной теории функций, Пётр Сергеевич совместно с Н.К. Бари и Д.Е. Меньшовым руководил общим семинаром по теории функций в МГУ. После Отечественной войны, когда научные интересы Петра Сергеевича полностью перешли в математическую логику и основания математики, он отошёл от руководства этим семинаром.

С 1957 г. Пётр Сергеевич руководит семинаром по алгоритмическим вопросам алгебры в Математическом институте им. В.А. Стеклова, а в МГПИ им. В.И. Ленина с 1961 г. он руководит семинаром по математической логике и её приложениям.

Лекции и семинары Петра Сергеевича всегда отличаются глубиной содержания, новизной тематики и творческим видением. Всё это очень привлекает к нему молодежь, она с большим интересом посещает его лекции, участвует в его семинарах и через них вовлекается в научное творчество. Пётр Сергеевич внимателен к молодежи, щедро делится с ней своими идеями, всегда готов выслушать и помочь начинающим математикам. Это сочетается у него с большой требовательностью к своим ученикам.

О своем отношении к педагогической работе он сам говорит так: «В моей математической жизни важное место занимает преподавание, особенно преподавание в Педагогическом институте. Работа со студентами – будущими учителями математики – полна для меня большого смысла и является моей потребностью. Моя цель – научить их математике, а через них донести высокую математическую культуру до сознания молодежи в массовой школе».

В течение более чем 30-летней работы в МГПИ им. В.И. Ленина Пётр Сергеевич принимает самое активное участие в организации учебного процесса и постановке преподавания математики на физико-математическом, а затем математическом факультетах. При его непосредственном участии и решающем влиянии разрабатывались учебные планы и программы по математическим дисциплинам. Он является создателем новых курсов в пединститутах и автором программ по курсам «Алгоритмы и математические машины» и «Математическая логика». Благодаря авторитету Петра Сергеевича как выдающегося учёного, педагога-воспитателя и как руководителя ведущей кафедры, в Педагогическом институте им. В.И. Ленина установился и поддерживается высокий уровень преподавания и подготовки учителей математики.

Заслуги Петра Сергеевича Новикова в развитии математики и его педагогическая деятельность по достоинству отмечены правительственными наградами. Он награждён орденом Ленина, орденом Трудового Красного Знамени, двумя медалями и значком «Отличник народного просвещения».

#### Список печатных работ П.С. Новикова

##### 1931

1. Sur les fonctions implicites mesurables, *Fund. Math.* **17**, 8–25.

##### 1934

2. К вопросу о существовании функций, не измеримых  $B$  на множествах, *Труды 2-го Всесоюзн. матем. съезда* **2**, 145.
3. Об одном свойстве аналитических множеств, *ДАН* **2**, 273–276.
4. К теории релятивного континуума, *ДАН* **3**, 17–20.
5. О счётно-кратной отделимости  $B$ -аналитических множеств, *ДАН* **3**, 145–148.
6. О некоторых системах множеств, инвариантных по отношению к  $A$ -операции, *ДАН* **3**, 557–560.
7. Обобщение второго принципа отделимости, *ДАН* **4**, 8–11.

##### 1935

8. Sur la séparabilité des ensembles projectifs du seconde classe, *Fund. Math.* **25**, 459–466.
9. Choix effectif d'un point dans un complémentaire analytique arbitraire donné par un crible, *Fund. Math.* **25**, 559–560.

##### 1937

10. О взаимоотношении второго класса проективных множеств и проекций равномерных аналитических дополнений, *Изв. АН, сер. матем.* **1**, 231–252.
11. Отделимость  $C$ -множеств, *Изв. АН, сер. матем.* **1**, 253–264.
12. Les projections des complémentaires analytiques uniformes, *Матем. сб.* **2(44)**, 3–16.

**1938**

13. Об единственности обратной задачи потенциала, ДАН **18**, 165–168.

**1939**

14. О некоторых теоремах существования, ДАН **23**, 438–440.  
 15. О проекциях некоторых  $B$ -множеств, ДАН **23**, 863–864.  
 16. О множествах эффективно-несчётных, Изв. АН, сер. матем. **3**, 35–40.

**1943**

17. On the consistency of certain logical calculus, Матем. сб. **12(54)**, 231–261.

**1947**

18. О логических парадоксах, ДАН **56**, 451–453.  
 19. О мощности множества связанных компонент  $A$ -множеств, ДАН **56**, 787–790.  
 20. О мощности множества компонент, УМН **2**: 3, 181.

**1948**

21. Дескриптивная теория множеств, Сб. «Математика в СССР за 30 лет», М.–Л., 243–255 (совм. с А.А. Ляпуновым).

**1949**

22. О классах регулярности, ДАН **64**, 293–295.  
 23. Об аксиоме полной индукции, ДАН **64**, 457–459.  
 24. Непротиворечивость некоторых положений теории множеств, УМН **4**: 2, 170.

**1951**

25. О непротиворечивости некоторых положений дескриптивной теории множеств, Труды Матем. ин-та им. В.А. Стеклова **38**, 279–316.

**1952**

26. Алгоритмическая неразрешимость проблемы тождества теории групп, УМН **7**: 5, 197.  
 27. Об алгоритмической неразрешимости проблемы тождества, ДАН **85**, 709–712.

**1953**

28. Работы Н.Н. Лузина в области дескриптивной теории множеств, УМН **8**: 2, 93–104 (совм. с Л.В. Келдыш).

**1954**

29. Неразрешимость проблемы сопряжённости в теории групп, Изв. АН, сер. матем. **18**, 485–524.

**1955**

30. Об алгоритмической неразрешимости проблемы тождества слов в теории групп. Труды Матем. ин-та им. В.А. Стеклова **44**, 1–144.

**1956**

31. О неразрешимости проблемы тождества слов в группе и некоторых других проблем алгебры, Чехословацкий матем. ж. **6(81)**, 450–454.

32. О некоторых проблемах дескриптивной теории множеств, Труды 3-го Всесоюзн. матем. съезда **2**, 34 (совм. с Л.В. Келдыш).
33. О неразрешимости некоторых проблем алгебры, Труды 3-го Всесоюзн. матем. съезда **2**, 65–66.

**1958**

34. Проблема тождества для полугрупп с односторонним сокращением, *Zeitschr. für Mathem. Logik und Grundlagen der Math.* **4**, 66–88 (совм. с С.И. Адяном).
35. Об одной полунепрерывной функции, Уч. зап. МГПИ им. В.И. Ленина **138**:3, 3–10 (совм. с С.И. Адяном).
36. Über einige algorithmische Probleme der Gruppentheorie, *Jahresbericht d. Dtsch. Math. Ver.* **61**, 88–92.

**1959**

37. О периодических группах, ДАН **127**, 749–752.
38. Решение проблемы Бернсайда о периодических группах, УМН **14**:5, 236–237.
39. Элементы математической логики, М., Физматгиз, 1–400.
40. Об одном непрерывном упорядоченном пространстве, II Всесоюзная топологическая конференция, Тбилиси, 34.

**1961**

41. О непротиворечивости некоторых логических исчислений, *Infinite Methods; Proceedings of the Symposium on Foundations of Mathematics, Warsaw, 2–9 September (1959)*, 71–74.

**1962**

42. Algorithmic problems of algebra. Outlines of one-hour and half-hour addresses of the Intern. Congress Math., Stockholm (1962), 2.35–2.37.

**1963**

43. Теория алгорифмов и вопросы алгебры, Тр. 4-го Всесоюзного матем. съезда **1** (1963), 198.

**1968**

44. О бесконечных периодических группах. I, Изв. АН, сер. матем. **32**:1, 212–244 (совм. с С.И. Адяном).
45. О бесконечных периодических группах. II, Изв. АН, сер. матем. **32**:2, 251–524 (совм. с С.И. Адяном).
46. О бесконечных периодических группах. III, Изв. АН, сер. матем. **32**:3, 709–731 (совм. с С.И. Адяном).
47. Определяющие соотношения и проблема тождества для свободных периодических групп нечётного порядка, Изв. АН, сер. матем. **32**:4, 971–979 (совм. с С.И. Адяном).
48. О коммутативных подгруппах и проблеме сопряженности в свободных периодических группах нечётного порядка, Изв. АН, сер. матем. **32**:5, 1176–1190 (совм. с С.И. Адяном).

## **ОТЗЫВ О НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А.П. ЕРШОВА\***

Доктор физико-математических наук А.П. Ершов является одним из пионеров и основных научных руководителей работ по автоматизации программирования, ведущихся в нашем Союзе. Он является крупным специалистом в вопросах программирования как теоретического, так и прикладного направления и оказывает большое влияние на методы использования вычислительных машин в нашей стране. Круг его научных интересов простирается от вопросов теоретико-алгоритмического характера, связанных с разработкой специальных языков для описания широких классов алгоритмов до создания систем, функционирующих в режиме разделения времени. Последние системы рассчитаны на существенное облегчение взаимодействия человека с вычислительными машинами и на увеличение производительности вычислительных машин большой мощности.

Основные работы А.П. Ершова можно подразделить на 4 цикла:

1. Работы по теоретическим вопросам программирования.
2. Работы по созданию языков программирования и разработке методов автоматизации программирования.
3. Работы по созданию систем коллективного пользования.
4. Создание руководств и учебных пособий по методам программирования, в частности, по использованию языков программирования.

Кроме того, следует отметить большую научно-педагогическую работу в области программирования, весьма значительную научно-организационную работу, относящуюся к области программирования и эксплуатации вычислительных машин не только в масштабах нашей страны, но и на международной арене, так как А.П. Ершов является официальным представителем нашей страны в рабочей группе ИФИП по АЛГОЛу. Наконец, А.П. Ершову принадлежит ряд работ научно-популярного характера высокого уровня. В даль-

---

\* Машинопись. Научный архив академика А.П. Ершова в ИСИ СО РАН. Папка 389, листы 90–95, 1972.

нейшем я остановлюсь на научных работах А.П. Ершова, относящихся к четырем вышеуказанным циклам.

Теоретические работы А.П. Ершова относятся к выяснению логико-алгоритмического аспекта процесса программирования. Им построена общая система понятий, которая позволяет вложить программирование в рамки общей теории алгоритмов, в частности, им показано, что средства, используемые в программировании, оказываются универсальными в рамках общей теории алгоритмов. Кроме того, им усовершенствованы методы преобразования логических схем программ, которые были разработаны впервые Ю.И. Яновым, причём, из чисто теоретической концепции Ю.И. Янова А.П. Ершов сумел построить некоторый аппарат, пригодный для использования при автоматизации программирования.

Наконец, А.П. Ершовым проведен глубокий теоретический анализ процесса экономии памяти при программировании. Сведя эту задачу к известной задаче о раскраске графа, он выработал приближённые методы её решения, которые во многих случаях оказываются весьма эффективными, и довёл их до возможности использования при автоматическом программировании.

Теоретические исследования А.П. Ершова органически связаны с запросами организации программирования.

Второй цикл работ А.П. Ершова рассчитан на практическое использование. Первым этапом было построение работоспособной программирующей программы для машины БЭСМ. Эта программирующая программа была создана приблизительно одновременно с программирующей программой, разработанной в ИПМ под руководством М.Р. Шура-Буры.

После ряда работ по усовершенствованию программирующей программы, рассчитанных на увеличение её возможностей, А.П. Ершов взялся за работу над языком программирования АЛГОЛ. С группой сотрудников на базе АЛГОЛа 60 он построил язык АЛЬФА. Для этого языка под руководством А.П. Ершова был создан транслятор, который очень широко применяется в нашем Союзе большим числом организаций, эксплуатирующих вычислительные машины. В настоящее время имеется значительное число трансляторов с разных языков программирования, в особенности с языков типа АЛГОЛа. Однако транслятор А.П. Ершова существенно отличается от других. А.П. Ершов поставил перед собой задачу не только построения практически работающей системы программирования на базе языка АЛГОЛ, но ещё предъявил требования к этой системе, чтобы она давала программы экономически выгодные для вычислительных задач не слишком большой сложности.

Эти требования можно уточнить следующим образом. Для достаточно разнообразных практически встречающихся вычислительных задач система автоматического программирования должна давать программы, которые как по загрузке памяти, так и по времени работы машины, должны выдерживать сравнение с теми программами, которые строит квалифицированный программист. Для достижения этой цели А.П. Ершову пришлось проявить высокую степень математической изобретательности. Здесь ему существенно помогли результаты его же собственных работ.

Построенный под его руководством группой его учеников транслятор функционирует следующим образом. На первом этапе алгоритм, подлежащий программированию, транслируется с входного языка на некоторый внутренний язык, весьма простой структуры, но сохраняющий почти всю информацию об исходной программе. Затем к полученной записи алгоритма применяются некоторые преобразования, позволяющие оптимизировать машинную программу. Эти преобразования весьма различны и включают в себя как узко специализированные, так и общие. Стратегия применения и набор этих преобразований были разработаны А.П. Ершовым. Такое построение транслятора приводит к тому, что окончательная программа обладает значительно лучшей структурой, чем программы, которые строят более примитивные трансляторы. Специальное сопоставление показало, что как по загрузке памяти, так и по времени работы машины, эти программы лишь на 10–15 % уступают тем, которые строятся квалифицированными программистами. При этом необходимо отметить, что программирование вычислительных задач на языке АЛЬФА неизмеримо проще, чем программирование впрямую. Выигрыш, который происходит за счет облегчения программирования и упрощения подготовки программистов при использовании языка АЛЬФА оказывается весьма значительным. Он на порядок перекрывает тот выигрыш, который получается за счет структуры программы. В настоящее время под руководством А.П. Ершова, в основном на тех же принципах, разрабатывается целый ряд систем программирования для задач другого типа – логических, справочно-информационных, административных. В этой области А.П. Ершов создал свое значительное научное направление, квалифицированный научный коллектив и добился результатов выдающегося практического значения.

Третий цикл работ А.П. Ершова относится к созданию системы коллективного пользования (АИСТ). В этой системе используются машины М-20 и Минск-22. С последней связано большое количество внешних устройств, располагающихся у абонентов сис-

темы. Принцип работы системы следующий. Потребители с помощью внешних устройств общаются с системой, вводят туда программы и исходные данные. Машина Минск-22 проводит первичную обработку всего этого материала, а затем передаёт его в М-220, которая проводит основную работу и выдаёт нужные результаты абоненту через внешние устройства. Смысл создания системы в том, что благодаря ей эффективность работы М-220 будет сильно повышена, так как режим ввода программы и ввода данных в эту машину и режим всех вспомогательных операций станет более выгодным. В настоящее время теоретическая разработка, которой руководил А.П. Ершов, выполнена, и система находится в стадии осуществления. Одновременно ведётся теоретическая разработка ещё более мощной системы, предназначенной для обслуживания значительно большего количества абонентов, в том числе производственных предприятий. Для этих систем машин коллектив, руководимый А.П. Ершовым, разрабатывает также специальные системы программирования.

Четвёртый цикл работ А.П. Ершова складывается из того, что для каждого завершённого этапа работ по транслятору или по машинным системам немедленно создаются специальные учебные пособия, которые позволяют потребителям полноценным образом использовать созданную систему. Таким образом, вся научная деятельность А.П. Ершова в целом ориентирована на то, чтобы существенным образом повысить качество эксплуатации вычислительных машин и производительность вычислительных центров. В этом направлении им достигнуто весьма многое. Его деятельность оказывает существенное влияние на многие коллективы, работающие с вычислительными машинами, а также на коллективы, проектирующие машины.

А.П. Ершов имеет широкое научное признание, как в нашем Союзе, так и за границей. Он является членом нескольких международных организаций по программированию. Многие его работы переведены на иностранные языки и опубликованы за границей.

Всё изложенное говорит о том, что А.П. Ершов является выдающимся учёным, крупным специалистом в области вычислительной математики и кибернетики.

Я считаю, что А.П. Ершов заслуживает избрания в члены-корреспонденты АН СССР по отделению математики как специалист в области вычислительной математики и кибернетики.



## О РАБОТАХ П.С. НОВИКОВА В ОБЛАСТИ ДЕСКРИПТИВНОЙ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ

Настоящая статья написана в расчёте на читателей, хорошо знакомых с дескриптивной теорией множеств. В то же время работы П.С. Новикова представляют интерес для широкого круга математиков. Поэтому в конце статьи помещено дополнение, где даются определения использованных в ней понятий, а также формулируются некоторые результаты, на которые данная статья опирается.

Пётр Сергеевич Новиков учился в МГУ в то время, когда в расцвете своей творческой активности находился Н.Н. Лузин. Очень скоро П.С. Новиков вошёл в коллектив, руководимый Н.Н. Лузиным, и занял в нем чрезвычайно заметное место. Под влиянием Н.Н. Лузина первый период научной деятельности П.С. Новикова был посвящён дескриптивной теории множеств. Он продолжался от студенческих лет почти до самой Отечественной войны. Интересы П.С. Новикова были всегда направлены на наиболее принципиальные проблемы теории множеств, внутренний смысл которых состоял в том, чтобы понять, каковы возможности человеческого интеллекта в познании актуальной бесконечности. Работа в области дескриптивной теории множеств и функций была начата французскими математиками Борелем, Бэром и Лебегом на рубеже XIX–XX веков. Ими была разработана в основных чертах теория  $V$ -множеств и  $V$ -функций. В результате этих работ сложилось впечатление, что для нужд анализа этих объектов достаточно. Однако вопрос о природе неявных  $V$ -функций оставался открытым<sup>1</sup>. В дальнейшем Лузин, Суслин и Александров показали, что операции проектирования или непрерывного преобразования выводят за пределы  $V$ -множеств, так же как операция верхнего предела по непрерывному параметру выводит за пределы  $V$ -функций. Отправляясь от этого, они открыли  $A$ -множества и в первом приближении построили их теорию [3]. Однако для реше-

---

<sup>1</sup> Лебегом было объявлено «решение», основанное на ошибочной лемме о том, что проекция  $V$ -множества есть  $V$ -множество. Из этого следовало, что всякая неявная  $V$ -функция униформизируется  $V$ -функцией.

ния вопроса о природе неявных  $B$ -функций этих средств оказалось недостаточно. В то же время вопрос о природе неявных  $B$ -функций имел в тот период принципиальное значение. В самом деле операция континуального верхнего предела в вопросах анализа употребляется сравнительно редко. Можно представить себе некоторый ограниченный анализ, в котором он запрещён и который тем не менее охватывает всю классическую проблематику анализа. Однако исключить из рассмотрения неявные функции совершенно невозможно.

П.С. Новиков построил пример неявной  $B$ -функции, которая не униформизируется посредством явной  $B$ -функции. Этот пример явился конструкцией совершенно нового типа. В этой конструкции был впервые получен принцип сравнения индексов для  $A$ -множеств:

*Если  $\beta_1(x)$  и  $\beta_2(x)$  два внешних трансфинитных индекса, определённых решётками, составленными из  $B$ -множеств, то множество точек, где  $\beta_1(x) \geq \beta_2(x)$ , есть  $A$ -множество.*

Попутно была доказана 2-я теорема отделимости для  $A$ -множеств:

*Если у двух  $A$ -множеств удалить их общую часть, то оставшиеся части отделимы посредством  $CA$ -множеств и был дан пример пары непересекающихся  $CA$ -множеств, не отделимых посредством  $B$ -множеств.*

Таким образом, эта студенческая работа П.С. Новикова явилась источником новых, весьма мощных методов в дескриптивной теории множеств. В той же работе П.С. Новиков изучил природу не более чем счётнозначных неявных  $B$ -функций. Оказалось, что они всегда униформизируются посредством  $B$ -функций; более того, они распадаются на не более чем счётное число функций, определённых, вообще говоря, на различных множествах, и таких, что каждая из них на том множестве, где она определена, совпадает с некоторой  $B$ -функцией.

П.С. Новиков показал также, что если плоское  $B$ -множество таково, что в каждую точку оси абсцисс проектируется не более чем счётное число точек данного множества, то его проекция есть  $B$ -множество. Отсюда вытекает, что неявная, не более чем счётнозначная,  $B$ -функция всегда оказывается определённой на некотором  $B$ -множестве [26].

Таким образом, природа неявных  $B$ -функций в этой работе (1927 г.) была изучена исчерпывающим образом. За этим последовал значительный цикл работ П.С. Новикова, связанных с систематическим использованием принципа сравнения индексов. Он

определил трансфинитные индексы на проективных множествах класса  $A_2$  и показал, что для них также имеет место принцип сравнения индексов; опираясь на этот принцип, он установил, что во 2-м классе проективных множеств имеют место обращённые законы отделимости. А именно,

(1) *любые два непересекающихся  $CA_2$ -множества отделимы посредством  $B_2$ -множеств;*

(2) *если у двух  $A_2$ -множеств (или  $CA_2$ -множеств) удалить их общую часть, то остающиеся части отделимы посредством  $A_2$ -множеств;*

(3) *существуют два непересекающихся  $A_2$ -множества, не отделимые посредством  $B_2$ -множеств (см. [27]).*

Очень важную роль в дескриптивной теории множеств играет вопрос о мощности множеств, принадлежащих тем или другим классам. Обычным средством для установления того, что несчётное множество некоторого класса имеет мощность континуума, является выделение в этом множестве совершенного подмножества. Именно таким образом П.С. Александровым было показано, что всякое несчётное  $A$ -множество (а значит, и  $B$ -множество) имеет мощность континуума. По отношению к  $CA$ -множествам (а также и к  $A_2$ -множествам) из свойств трансфинитных индексов вытекает, что несчётное множество этого класса либо содержит совершенное ядро, либо имеет мощность  $\aleph_1$ . Н.Н. Лузин постоянно привлекал внимание к проблеме о том, существует ли во всяком несчётном  $CA$ -множестве совершенное ядро. Со свойственной ему способностью находить узловые проблемы в тех областях математики, которые его интересовали, он всегда считал, что это одна из основных задач дескриптивной теории множеств. В то же время сам Н.Н. Лузин выдвинул гипотезу, связывающую возможность выделения совершенного подмножества в несчётном множестве определённой природы с возможностью эффективного указания точки во всяком непустом множестве соответствующей природы. В частности, для  $A$ -множества такое указание легко проходит, а конструкция совершенного подмножества в произвольном  $A$ -множестве строится на той же идее. Таким образом возникла весьма распространённая точка зрения о том, что трудности, связанные с построением совершенного подмножества в произвольном несчётном  $CA$ -множестве, имеют то же происхождение, что и трудность эффективного указания точек в произвольном непустом  $CA$ -множестве.

И вот появилась работа П.С. Новикова, в которой им был построен эффективный трансфинитный процесс, позволяющий

указать точку в произвольном непустом  $SA$ -множестве, отправляясь от решета (или  $A$ -операции), составленного из отрезков, посредством которого это  $SA$ -множество задано. При этом оказалось, что никаких подступов к построению совершенного подмножества в несчётном  $SA$ -множестве эта конструкция не давала [5]. Зато П.С. Новиков получил следующую редукцию проблемы существования совершенного ядра в  $SA$ -множестве. Он установил, что либо существует несчётное  $SA$ -множество, у которого все конstituанты содержат не более чем по одной точке, либо, если это не так, то всякое несчётное  $SA$ -множество содержит совершенное подмножество [16].

Другими словами, если в каждом несчётном  $SA$ -множестве можно указать две точки, принадлежащие к одной и той же конstituанте, то из этого следует, что в каждом несчётном  $SA$ -множестве имеется совершенное ядро. В этой последней конструкции принцип сравнения индексов играл весьма существенную роль. Отправляясь от процесса указания точек в непустом  $SA$ -множестве и опираясь на принцип сравнения индексов, П.С. Новиков показал, что плоское  $SA$ -множество униформизируется посредством  $A_2$ -множества (этот результат остался неопубликованным). В дальнейшем, используя те же средства, но проделав оценку более тщательно, японский математик М. Кондо показал, что всякое плоское  $SA$ -множество униформизируется посредством  $SA$ -множества [24].

Примерно в то же время П.С. Новиков получил замечательное обобщение принципа сравнения индексов на случай  $A$ -операций над множествами произвольной природы. Пусть  $K$  – некоторый класс множеств, инвариантный относительно конечных пересечений, а  $M$  – максимальный подкласс класса  $K$ , инвариантный относительно взятия дополнения. Пусть  $\beta_1(x)$  и  $\beta_2(x)$  суть два внешних трансфинитных индекса, определённых  $A$ -операциями: первый – над множествами класса  $K$ , второй – над множествами класса  $M$ . Тогда множество точек, в которых  $\beta_1(x) \geq \beta_2(x)$ , может быть представлено посредством  $A$ -операции над множествами класса  $K$ . Из этого результата вытекают 1-я и 2-я теоремы отделимости для  $S$ -множеств класса  $\alpha$ , аналогичные тем, которые известны для  $A$ -множеств, а также теорема неотделимости для дополнений к  $S$ -множествам класса  $\alpha$ , вполне аналогичная теореме о неотделимости  $SA$ -множеств [14]. В дальнейшем на основе этого принципа сравнения индексов было показано, что для высших классов  $S$ -множеств не имеют места ни аналог теоремы Суслина, ни аналог теоремы об ограниченности индексов. Это непосредственно следует из работы Куратовского, в которой он показал, что из прин-

ципа сравнения индексов вытекает, что все  $C$ -множества лежат в классе  $B_2$  проективных множеств<sup>1</sup> [25].

Этот результат П.С. Новикова навёл автора настоящей статьи на мысль о том, что для  $R$ -операций тоже должен иметь место аналогичный принцип сравнения индексов. В дальнейшем это явилось инструментом для изучения  $R$ -множеств [7, 10].

К проблематике, непосредственно связанной с принципом сравнения индексов, относится также работа П.С. Новикова по теории кратной отделимости. Им было показано, что в вышеописанном классе множеств  $K$  из справедливости 1-й теоремы отделимости (всякие два непересекающиеся множества класса  $K$  отделимы множествами класса  $M$ ) следует справедливость 1-й теоремы о конечнократной отделимости, а именно: пусть  $E_1, E_2, \dots, E_n$  – множества класса  $K$ , такие, что  $\bigcap_i E_i = \emptyset$ ; тогда существуют множества  $H_1, H_2, \dots, H_n$  класса  $M$ , такие, что  $H_i \supset E_i$  для всякого  $i$  и  $\bigcap_i H_i = \emptyset$ .

Для случая  $A$ -множеств П.С. Новиков показал, что аналогичные теоремы отделимости справедливы и для случая счетных пересечений. Опираясь на эту теорему, он доказал, что если плоское  $B$ -множество таково, что каждый перпендикуляр к оси абсцисс пересекает его по компактному или пустому множеству, то проекция этого  $B$ -множества на ось абсцисс есть  $B$ -множество [11, 13, 18]. Окончательный результат в этом направлении получил ученик П.С. Новикова В.Я. Арсенин, который доказал, что результат остаётся в силе, если заменить компактные множества множествами типа абсолютное  $F_\sigma$  [1]. В дальнейшем Пётр Сергеевич передал эту тематику А.А. Ляпунову. Целая серия различных теорем о кратной отделимости была получена Лузиным, Серпинским, Ружевичем, Козловой, Ляпуновым и другими. Они оказались удобным аппаратом для установления многих результатов дескриптивной теории множеств. В некотором смысле завершающий результат в этом направлении был получен Ляпуновым, который показал, что если для некоторого класса множеств имеются трансфинитные индексы, подчинённые принципу сравнения, и если этот класс множеств инвариантен относительно некоторых  $\delta s$ -операций, то в этом классе имеют место как 1-я, так и 2-я теоремы о кратной отделимости для соответствующей  $\delta s$ -операции [6].

<sup>1</sup> Впервые последний результат был получен Л.В. Канторовичем и Е.М. Ливенсоном другими средствами [23].

П.С. Новикова всегда интересовал вопрос о роли эффективных конструкций в теории множеств и выяснение различных возможностей и подходов к выяснению природы эффективных теоретико-множественных конструкций. При этом он не ограничивался общими соображениями, а старался получать в каждом направлении, которое казалось ему перспективным, конкретные математические результаты. Таких попыток П.С. Новиков сделал много, но, к сожалению, далеко не всё, что он в этой области получал, считал нужным публиковать. Отметим некоторые работы П.С. Новикова, выполненные в этом духе. Один из вопросов состоял в том, чтобы выяснить, в какой степени те или другие подмножества континуума, «бедные» точками по своим внутренним свойствам, родственны всему континууму. В частности, если бы всякое несчётное подмножество континуума оказалось равномошным континууму, то это давало бы решение проблемы континуума.

П.С. Новиков вводит другую, не столь жесткую, как несчётность, характеристику «бедных» подмножеств – быть не 1-й категории на некотором совершенном множестве<sup>1</sup> – и ставит следующий вопрос: можно ли на всяком релятивном континууме определить функцию, которая не может быть продолжена до  $B$ -функции, определённой на всём континууме. Он показал, что ответ оказывается положительным [12]<sup>2</sup>. Заметим, что из существования  $SA$ -множеств, не отделимых посредством  $B$ -множеств, следует, что на некоторых  $SA$ -множествах заведомо существуют функции, которые не могут быть продолжены до  $B$ -функций на всем континууме. Другой подход П.С. Новикова к родственным вопросам состоит в том, чтобы выяснить, как обстоит дело с несчётными подмножествами континуума, содержащими совершенные подмножества.

Если бы этот вопрос решался положительно, то отсюда следовало бы положительное решение проблемы континуума. П.С. Новиков обратил внимание на то, каким путем обычно доказывается несчётность отрезка. Из предположения, что отрезок пересчитан, т. е. дана счётная последовательность, элементами которой являются все точки отрезка, извлекается построение точки, не фигурирующей в этой последовательности. При этом некоторое число первых знаков арифметического представления этой точки определяется, отправляясь от некоторого конечного числа первых знаков

---

<sup>1</sup> Такие подмножества названы релятивными континуумами.

<sup>2</sup> Здесь можно сформулировать следующую задачу, которая, насколько мне известно, не решена: сохранится ли результат П.С. Новикова, если считать релятивным континуумом такое множество, которое не принадлежит некоторому разреженному классу (см. [8, 10]).

некоторого числа первых членов этой последовательности. Отправляясь от этого обстоятельства, П.С. Новиков вводит своеобразную эффективизацию понятия несчётности. Множество называется эффективно-несчётным, если всякой счётной последовательности его точек поставлена в соответствие точка того же множества, такая, что некоторый набор первых знаков её арифметического разложения определяется по некоторому набору первых знаков точек, входящих в некоторых отрезок заданной последовательности, и в таком процессе может быть определён любой знак арифметического разложения этой точки.

П.С. Новиков показал, что всякое эффективно-несчётное множество содержит совершенное ядро [19]. Эта работа получила дальнейшее развитие в работах Л.Я. Крейнина и А.А. Ляпунова [2, 9].

В конце 1930-х годов П.С. Новиковым была сделана попытка классификации эффективных теоретико-множественных конструкций. Им был определён некоторый регулярный трансфинитный процесс, который продолжается не только по трансфинитам 2-го класса, но и по трансфинитам 3-го класса и затухает где-то в пределах трансфинитов 3-го класса. При этом не оставалось средств для эффективных построений, которые бы вывели за пределы этих конструкций. Существенно то, что вместе с построением множества осуществлялся эффективный пересчёт посредством трансфинитов 2-го класса сегмента трансфинитов, определённого тем трансфинитным числом, которое характеризовало ранг построения [4]. Впоследствии эта конструкция П.С. Новикова была усовершенствована А.В. Кузнецовым. Основная идея этой конструкции была использована А.А. Ляпуновым при описании эффективных операций, приводящих к измеримым множествам [10]. В дальнейшем, пользуясь этой идеей, Аддисон построил множество, универсальное для всех проективных. В настоящее время в теоретико-алгоритмических конструкциях идея определения эффективных трансфинитов одновременно с описанием конструкций к построению новых классов эффективных множеств широко используется (Ю.Л. Ершов, А. Мостовский, К. Куратовский, В.И. Амстиславский).

В 1936 г. появилась работа Гёделя [22], в которой в некотором смысле была установлена непротиворечивость положительного решения континуум-проблемы, а также непротиворечивость аксиомы Цермело, и была анонсирована непротиворечивость существования  $\aleph_1$ -множества без совершенного ядра и существования неизмеримых проективных множеств 2-го класса. Эта работа вызвала у П.С. Новикова очень большой интерес. По-видимому, он был первый у нас в стране, который оценил глубину и значимость



этой работы. Однако долгое время подробное доказательство утверждений этой работы, относящихся к дескриптивной теории множеств, не появлялось. Опираясь на основную идею К. Гёделя, состоящую в присоединении аксиомы конструктивности к системе аксиом теории множеств Цермело–Френкеля, и используя дескриптивные методы, разработанные им самим, П.С. Новиков получил доказательство обоих дескриптивных утверждений К. Гёделя [20]. Кроме того, он установил, что в том же смысле непротиворечиво наличие обращённых законов отделимости и неотделимости (т. е. таких же, как во 2-м классе) для всех классов проективных множеств, начиная с некоторого. Впоследствии Аддисон доказал, что это имеет место, начиная с 3-го класса проективных множеств [21].

В самое недавнее время В.А. Любецкий, используя метод форсинга, построенный Коэном, доказал, не прибегая к специальным аксиомам, что:

1) из существования неизмеримого  $A_2$ -множества следует существование  $CA$ -множества без совершенного ядра;

2) из существования  $A_2$ -множества, лишённого свойства Бэра, также следует существование  $CA$ -множества без совершенного ядра.

Он же установил, что не существует других логических зависимостей между следующими тремя предположениями:

А) наличие неизмеримого  $A_2$ -множества;

Б) наличие  $A_2$ -множества, лишённого свойства Бэра;

В) наличие  $CA$ -множества без совершенного ядра.

Во время Великой Отечественной войны многие близкие ученики П.С. Новикова служили в армии.

Некоторые (Янков, Вихман, Лукьянов) не вернулись. Вернувшимся было не просто возвратиться к творческой научной работе после военного перерыва. Чтобы помочь своим ученикам восстановить научную форму, П.С. Новиков организовал семинар по теории алгоритмов – это было новое направление, тесно примыкающее к математической логике и идейно связанное с вопросами оснований математики и теории множеств, которое сильно развилось за границей, главным образом в США, в конце 1930-х – начале 1940-х годов. В Советском Союзе теория алгоритмов в тот момент была недостаточно известна. Вернувшиеся из армии ученики П.С. Новикова имели разнообразные служебные обязанности, они были обременены бытовыми трудностями послевоенного периода, поэтому устроить такой семинар в дневное время в университете, в Ленинском пединституте или Математическом институте им. Стеклова было трудно. Ввиду этого П.С. Новиков решил собирать се-



минар вечером у себя дома. Участники семинара расходились нередко после 12 часов ночи.

Все участники до сих пор вспоминают этот семинар с глубокой благодарностью, так как он оказал большое влияние на научные интересы и научное мировоззрение участников и содействовал возвращению их к научной работе. В частности, автор настоящей статьи вернулся к теоретико-множественной тематике под непосредственным влиянием самого П.С. Новикова и той обстановки, которая сложилась вокруг этого семинара.

Нужно отметить, что, хотя возникновение теории алгоритмов в идейном отношении было в значительной мере подготовлено дескриптивной теорией множеств (некоторые прогнозы в этом направлении высказал еще Н.Н. Лузин), всё же в 1945–1946 гг. эта тематика была совершенно новой для московских математиков. Более того, она была связана с несколько иным научным мировоззрением, чем то, которое культивировалось в московской теоретико-множественной школе.

На семинаре реферировались основополагающие работы Поста, Чёрча, Клини, Тьюринга и других. Со многими работами сам П.С. Новиков впервые ознакомился на заседаниях семинара. Многие из них были написаны непривычным для москвичей формальным языком. Прямо на семинаре П.С. Новиков очищал основные идеи от формализма, выявлял природу основных конструкций, прослеживал идейные связи теоретико-алгоритмических и теоретико-множественных проблем и ставил большое количество разнообразных и интересных новых задач. Этот семинар очень содействовал тому, что вскоре после войны в Москве интенсивно развернулись работы в новых направлениях, относящихся к теории множеств, математической логике, теории алгоритмов, основаниям математики и ряду разделов теории функции действительного переменного.

Косвенным образом этот семинар сильно содействовал тому, что у многих из его участников позднее возникли интересы к электронным вычислительным машинам и кибернетике и появилась уверенность в том, что для развития этих новых областей органически необходим высокий уровень математической культуры.

В процессе работы этого семинара П.С. Новиков поставил серию задач, касающихся рекурсивных, рекурсивно-перечислимых множеств и различных иерархий множеств, возникающих естественным путём, отправляясь от этих классов множеств. Этими задачами занялся целый ряд участников семинара. Были исследованы аналоги проективных множеств, оператор  $\mu$ ; самим П.С. Новико-

вым были установлены некоторые аналоги принципа сравнения индексов и были получены теоремы об отделимости и неотделимости для некоторых классов множеств. Впрочем, П.С. Новиков рассматривал эти задачи как чисто учебные и не считал нужным публиковать эти результаты. Впоследствии за рубежом этим вопросам был посвящен целый ряд публикаций.

Работая в области теории множеств, П.С. Новиков всегда стремился к выбору наиболее принципиальных вопросов, связанных с развитием всей математики в целом. Под влиянием Н.Н. Лузина его заинтересовал вопрос об очерчивании возможностей и выяснении роли эффективных методов в теории множеств. Он всегда стремился к тому, чтобы нащупать границу между теми проблемами, которые берутся эффективными методами, и теми, которые выходят за пределы возможностей эффективного. Его интерес был вызван классификациями или иерархиями, которые рассматривались в дескриптивной теории множеств, потому что здесь всё начинается с простейших объектов – интервалов или отрезков – и простейших операций – объединения, пересечения и дополнения. Далее к этому присоединяются операции проектирования или непрерывного преобразования и процесс трансфинитной индукции. Оказывается, что такие, казалось бы, весьма обозримые средства, приводящие к индивидуально определимым эффективным объектам, приводят к вопросам, которые эффективными средствами не берутся. Сюда относили такие вопросы, как мощность  $\aleph_1$ -множеств (или problema существования у них совершенного ядра), измеримость проективных множеств, возможность эффективного указания точек в заведомо непустом  $\aleph_1$ -множестве (или проблема униформизации  $\aleph_1$ -множества), наконец, законы отделимости для проективных множеств высших классов. Подозрения о том, что дескриптивная теория множеств доводит до границы эффективного, высказывались и раньше. В частности, здесь очень велика заслуга Н.Н. Лузина. Однако П.С. Новиков сумел сочетать идею о поисках границ эффективного с исключительно яркими и сильными конструкциями и показал, что эта граница находится значительно дальше, чем это представлялось раньше.

Природа неявных  $B$ -функций, отделимость проективных множеств 2-го класса, указание точки в непустом  $\aleph_1$ -множестве – всё это оказалось в пределах возможностей эффективного. Наконец, П.С. Новиков показал, что эффективные конструкции классифицируются естественным образом не только по трансфинитам 2-го класса, но что эти классификации простираются до некоторого трансфинита 3-го класса. Занимаясь дескриптивной теорией мно-

жеств, П.С. Новиков естественным образом подошел к вопросам основания математики и после появления замечательной работы К. Гёделя, где была доказана непротиворечивость гипотезы континуума в рамках классических аксиоматик теории множеств, принял деятельное участие в разработке нового направления и весьма плодотворно объединил методы аксиоматической и дескриптивной теории множеств. Результатом такого объединения явилось то, что было выяснено, что многие из фундаментальных задач дескриптивной теории множеств, не поддавшиеся эффективным методам (проблема совершенного ядра в  $CA$ -множествах, измеримость проективных множеств, отделимость проективных множеств высших классов) существенным образом зависят от специальных теоретико-множественных аксиом типа гёделевской аксиомы конструктивности.

### Дополнение

Для простоты мы будем рассматривать множества, лежащие в евклидовых пространствах различных измерений, а также функции, принимающие действительные значения и определённые в этих же пространствах.

1.  $B$ -функциями называются функции, которые можно получить, отправляясь от непрерывных функций путем последовательного конечного или счётного применения операции взятия предела всюду сходящейся последовательности.

2.  $B$ -множествами называются множества, которые можно получить из открытых множеств, путём последовательного конечного или счётного применения операций взятия счётного объединения или счётного пересечения.

3. Подмножество  $U$  совершенного множества  $P$  называется множеством первой категории на  $P$ , если оно является объединением конечного или счётного числа множеств, нигде не плотных на  $P$ .

Дополнение до  $P$  к множеству первой категории на  $P$  называется множеством второй категории на  $P$ .

4. Множество  $U$  обладает свойством Бэра на совершенном множестве  $P$ , если у всякого совершенного подмножества  $P'$  множества  $P$  найдется совершенная порция  $\pi$ , такая, что  $U^\pi$  – либо первой, либо второй категории на  $\pi$ .

5. Все  $B$ -множества измеримы и обладают свойством Бэра.

6.  $A$ -множества, лежащие в пространстве  $n$ -измерений, суть проекции на это пространство  $B$ -множеств, лежащих в объемлющем его пространстве  $n + 1$ -измерений.

7. Теорема Суслина. Два взаимно дополнительных  $A$ -множества суть  $B$ -множества.

8. Пусть  $K$  – некоторый класс множеств и  $M$  – его максимальный подкласс, инвариантный относительно перехода к дополнениям. Говорят, что в классе  $K$  имеет место 1-я теорема отделимости, если для всяких двух непересекающихся множеств  $E_1$  и  $E_2$  класса  $K$  существуют два непересекающихся множества  $H_1$  и  $H_2$  класса  $M$ , такие, что

$$H_1 \supset E_1 \text{ и } H_2 \supset E_2.$$

9. Теорема Лузина. Для класса  $A$ -множеств справедлива 1-я теорема отделимости.

10. Опираясь на эту теорему, Н.Н. Лузин доказал, что проекция равномерного  $B$ -множества есть  $B$ -множество.

11.  $A$ -множества измеримы и обладают свойством Бэра.

12. Пусть  $E$  – множество, лежащее в плоскости  $XOY$ . Говорят, что его подмножество  $U$  униформизирует множество  $E$  относительно оси  $Y$ , если на всякой параллели к оси  $Y$ , пересекающей множество  $E$ , множество  $U$  имеет одну и только одну точку.

13. Пусть соотношение

$$F(x, y) = 0 \tag{1}$$

определяет  $y$  как неявную функцию от  $x$  (ясно, что некоторым  $x$  может отвечать много разных значений  $y$ ). Говорят, что функция  $y = f(x)$  униформизирует неявную функцию (1), если

1) функция  $y = f(x)$  определена для тех и только тех значений  $x$ , для которых уравнение  $F(x, y) = 0$  имеет решение;

2)  $F(x, f(x)) = 0$ .

14.  $A$ -множество можно определить также посредством операции решета над  $B$ -множеством.

15. Операция решета над системой множеств  $\{U_r\}$ , занумерованных рациональными числами, определяется так.

Пусть  $\theta(x)$  – множество всех тех значений  $r$ , для которых  $x \in U_r$ . Возможны два случая: либо  $\theta(x)$  вполне упорядочено в порядке возрастания чисел  $r$  и  $\beta(x)$  есть порядковый тип этого множества, либо  $\theta(x)$  не вполне упорядочено в указанном смысле, тогда полагаем  $\beta(x) = \Omega$ . Операция решета определяет индекс  $\beta(x)$  и множество точек  $E = r\{U_r\}$ , где  $\beta(x) = \Omega$ .

Если все множества  $U_r$  суть  $B$ -множества, то  $r\{U_r\}$  есть  $A$ -множество. Каково бы ни было трансфинитное число 2-го класса  $\beta_0$ , множество точек, где  $\beta(x) < \beta_0$ , есть в этом случае  $B$ -множество.

16. Принцип ограниченности индекса. Пусть  $\beta(x)$  – индекс, определённый решетом из  $B$ -множеств и  $E$  – соответствующее ему  $A$ -множество, а  $E'$  есть  $A$ -множество, не пересекающееся с множеством  $E$ . Тогда на множестве  $E'$  индекс  $\beta(x)$  ограничен некоторым трансфинитным числом 2-го класса.

17.  $A$ -операция над системой множеств  $\{U_{n_1}, \dots, n_k\}$ , занумерованных всевозможными кортежами натуральных чисел  $n_1, n_2, \dots, n_k$ , определяется так:

$$A\{U_{n_1, \dots, n_k}\} = \bigcup_{n_1, n_2, \dots, n_k, \dots} \bigcap_k U_{n_1, \dots, n_k},$$

где для всякой последовательности натуральных чисел  $n_1, n_2, \dots, n_k, \dots$  берётся пересечение всех множеств, занумерованных сегментами этой последовательности, а затем составляется объединение этих пересечений для всех последовательностей натуральных чисел.

Известно, что всякую  $A$ -операцию можно привести к виду решета и тем самым построить отвечающий ей трансфинитный индекс. Для трансфинитных индексов  $A$ -операций справедливы все те же утверждения, что и для трансфинитных индексов решёт.

18. Дополнения к  $A$ -множествам называются  $CA$ -множествами.

19. Проективные множества – это наименьший класс множеств, содержащий все  $B$ -множества и инвариантный относительно операций проектирования счётного объединения и взятия дополнения.

20. Множества класса  $A_2$  суть проекции  $CA$ -множеств. Множества класса  $CA_2$  суть дополнения к множествам класса  $A_2$ . Множества класса  $B_2$  суть те, которые являются одновременно  $A_2$ - и  $CA_2$ -множествами.

21. Пусть в пространстве  $n + 1$ -измерения дано  $CA$ -множество  $H$  и  $E$  есть его проекция на подпространство  $n$ -измерений. Тогда  $E$  является  $A_2$ -множеством. Пусть индекс  $\beta(x)$  ( $x$  – есть точка  $n + 1$ -мерного пространства) принимает значения, меньшие  $\Omega$  в точках множества  $H$ , и определён решетом, составленным из  $n + 1$ -мерных  $B$ -множеств. Определим новый индекс  $\gamma(y)$ , где  $y$  – точка  $n$ -мерного пространства, так: если  $y \in E$ , то  $\gamma(y) = \min \beta(x)$ , где  $y$  есть проекция точки  $x$ , и если  $y \in CE$ , то  $\gamma(y) = \Omega$ .

Это и есть индекс, определённый П.С. Новиковым для проективных множеств 2-го класса.

22.  $C$ -множествами называют такие множества, которые получаются из открытых множеств путём конечно- или счётнократного применения  $A$ -операций и взятия дополнения.

### Литература

1. *Арсенин В.Я.* Природа проекций некоторых  $B$ -множеств. Изв. АН СССР. Сер. матем., 4, 1940, 403–410.
2. *Крейнин Я.Л.* О совершенных компактных ядрах множеств, эффективно отличных от всех  $\Phi$ -множеств. Докл. АН СССР, 118, № 3, 1958, 436–438.
3. *Лузин Н.Н.* Об аналитических множествах. Собр. соч., т. 2, 380–459.
4. *Лузин Н.Н.* О некоторых новых результатах дескриптивной теории функций. Изд-во АН СССР, 1935, 86.
5. *Лузин Н.Н., Новиков П.С.* Эффективный выбор точки в произвольном аналитическом дополнении, заданном посредством решета. *Н.Н. Лузин.* Собр. соч., т. 2, 617–618.
6. *Ляпунов А.А.* О кратной отделимости для  $\delta s$ -операций. Докл. АН СССР, 53, № 5, 1946, 399–402.
7. *Ляпунов А.А.* Об  $R$ -множествах. Докл. АН СССР, 58, № 9, 1947, 1887–1890.
8. *Ляпунов А.А.* О  $\delta s$ -операциях, сохраняющих измеримость и свойство Бэра. Матем. сб., 24, № 1, 1949, 119–127.
9. *Ляпунов А.А.* Об эффективной измеримости. Изв. АН СССР. Сер. матем., 13, 1949, 357–362.
10. *Ляпунов А.А.*  $R$ -множества. Труды Матем. ин-та АН СССР, 40, 1953, 68.
11. *Новиков П.С.* Об одном свойстве аналитических множеств. Докл. АН СССР, 2, 1934, 273–276.
12. *Новиков П.С.* К теории релятивного континуума. Докл. АН СССР, 3, 1934, 17–20.
13. *Новиков П.С.* О счётно-кратной отделимости  $B$  аналитических множеств. Докл. АН СССР, 3, 1934, 145–148.
14. *Новиков П.С.* О некоторых системах множеств, инвариантных по отношению к  $A$ -операции. Докл. АН СССР, 3, 1934, 557–560.
15. *Новиков П.С.* Обобщение второго принципа отделимости. Докл. АН СССР, 4, 1934, 8–11.
16. *Новиков П.С.* О взаимоотношении второго класса проективных множеств и проекций равномерных аналитических дополнений. Изв. АН СССР, серия матем., 2, 1937, 231–252.
17. *Новиков П.С.* Отделимость  $C$ -множеств. Изв. АН СССР, серия матем., 2, 1937, 253–264.
18. *Новиков П.С.* О проекциях некоторых  $B$ -множеств. Докл. АН СССР, 23, 1939, 863–864.
19. *Новиков П.С.* О множествах эффективно-несчётных. Изв. АН СССР, серия матем., 4, 1939, 35–40.
20. *Новиков П.С.* О непротиворечивости некоторых положений дескриптивной теории множеств. Труды Матем. ин-та АН СССР, 38, 279–316.

21. *Addison J.W.* Some consequences of the axiom of constructibility. *Fund. Math.*, 46, 1958, 337–357.
22. *Gödel K.* The consistency of the axiom of choice and of the generalized continuum-hypothesis. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 24, 1938, 556–557.
23. *Kantorovich L.V., Livenson E.M.* Memoir on the analytical operations and projective sets, part I. *Fund. Math.*, 18, 1932, 214–279. Part II. *Fund. Math.*, 20, 1933, 54–97.
24. *Kondô M.* L'uniformisation des complémentaires analytiques. *Proc. Imp. Acad. Tohoku*, 13, 1937, 287–290.
25. *Kuratowski K.* Les ensembles projectifs et l'opération (A). *Comp. r. Acad. sci. Paris*, 203, 1936.
26. *Novikof P.S.* Sur les fonctions implicites mesurables (B). *Fund. Math.*, 17, 1931, 8–21.
27. *Novikof P.S.* Sur la séparabilité des ensembles projectifs de seconde classe. *Fund. Math.*, 25, 1935, 459–466.

### **О ПЕТРЕ СЕРГЕЕВИЧЕ НОВИКОВЕ – УЧЁНОМ, УЧИТЕЛЕ, ЧЕЛОВЕКЕ\***

Сделаем попытку дать характеристику Петра Сергеевича Новикова как учёного, учителя и человека.

Мы прекрасно сознаём трудность этой задачи. Так как, с одной стороны, хочется поделиться теми представлениями, которые у нас имеются об этом человеке, с другой стороны, хорошо зная его чрезвычайную требовательность, прежде всего, к самому себе и жёсткость его оценок, мы боимся, что ему это может не понравиться.

Как учёный, П.С. Новиков обладает поразительной способностью сочетать размышления над математическими проблемами в очень широких пределах с отысканием конкретных задач, формулировка и, тем более, решение которых проливает свет на эти общематематические проблемы, и с нахождением конструкций, приводящих к решению этих задач. Так, стремление к нахождению рубежа того, что доступно эффективным конструкциям теорий множеств, сочеталось с решением ряда конкретных весьма трудных задач с построением некоторой универсальной классификации эффективного. Размышления о принципиальных возможностях алгоритмической трактовки задач сочетались с установлением алгоритмической неразрешимости проблемы тождества в теории групп и решением проблемы Бернайса. Однако его интересовали и другие подходы к глубоким вопросам логического характера, так или иначе связанные с понятием о бесконечности. Здесь нужно отметить две его работы, в одной он исследовал строение парадоксальных утверждений и дал принцип построения исчислений, в которых парадоксальные утверждения невозможны, в другой – предложил совершенно оригинальную логическую трактовку понятия эффективного. Он ввёл понятие регулярных конструкций и установил систему правил для образования регулярных конструкций. Он показал, что в рамках регулярных конструкций противоречие невозможно. Можно выразить сожаление, что дальнейшее изучение регулярных конструкций никем предпринято не было. Это направление, несомненно, заслуживает серьёзного внимания. Одним из

---

\* Написано в 1971 г., публикуется впервые. – *Ред.*



результатов П.С. Новикова в этом направлении является следующее: пусть  $A(n)$  – некоторое утверждение, касающееся натурального числа, которое для каждого индивидуального  $n$  проверяемо конечным образом. Тогда из любого доказательства существования числа  $n$ , для которого это утверждение ложно, следует эффективная возможность указания числа, для которого оно ложно. Это утверждение можно рассматривать как обоснование принципа исключительного третьего для бесконечных множеств в некоторых ограниченных пределах.

Беспредельная преданность П.С. Новикова науке сочетается с его чрезвычайной принципиальностью в научных и общественных вопросах и с полным пренебрежением ко всей внешней, так сказать, парадной стороне жизни в том, что касается лично его. При поверхностном знакомстве П.С. Новиков производит впечатление человека замкнутого и малообщительного. Однако это впечатление обманчиво. Если удаётся преодолеть некоторый барьер, то П.С. Новиков предстает в совершенно другом свете – человек с громадным кругозором, исключительно интересный собеседник, человек, который по-своему, но всегда глубоко и оригинально рассматривает все жизненные явления, который очень строго и в то же время, глубоко обоснованно расценивает самые различные события. Он не терпит несправедливости, не знает компромиссов и всегда до конца отстаивает свою точку зрения. Общение с таким человеком оказывает огромное влияние на людей, которые с ним близко контактируют. Прежде всего, оно вызывает желание работать, приучает к требовательности (к себе и к окружающим), учит отличать глубокое и существенное от второстепенного.

Круг интересов П.С. Новикова чрезвычайно широк. В частности, это проявляется в том, что своими советами он оказал очень существенную помощь многим научным работникам, занимавшимся проблематикой, далёкой от той, в которой работал он сам. Здесь можно указать на помощь, оказанную П.С. Новиковым в работах, относящихся к разным областям математической физики, качественной теории дифференциальных уравнений, к математическому естествознанию. Наконец, научная характеристика П.С. Новикова была бы не полной, если не упомянуть о его работе, относящейся к теории потенциала. В научном творчестве П.С. Новикова эта работа стоит несколько изолировано, однако, она оказала большое влияние на развитие многих направлений, относящихся к математической физике и к геофизике. Как известно, обратная теория потенциала в общем случае имеет не единственное решение, причём, характер этой её неединственности весьма сложен. П.С. Новиков нашел весьма широкие условия, при соблюдении которых

решение этой задачи оказывается единственным. При этом он дал оригинальный новый подход к задачам этой природы.

П.С. Новиков обладает исключительно большими знаниями в самых различных областях науки. Он умеет отделить основное её содержание от второстепенного, и всегда интересуется тем, кто из учёных является создателем этой принципиальной части заинтересовавшей его области науки. Он исключительно хорошо ориентируется в принципиальных вопросах основных направлений математики, хорошо представляет себе фундаментальные разделы физики, особенно теоретической, в широком плане ориентируется в естествознании, глубоко понимает историю и прекрасно знает и очень любит литературу. Его ориентация в вопросах литературы поистине поразительна. Нередко по поводу того или иного мало известного, но глубокого по содержанию, литературного произведения, П.С. Новиков совершенно экспромтом, за чашкой чая, излагает исключительно интересные вещи. Он рассказывает содержание произведения, даёт его анализ и сопоставление с исторической обстановкой, рассказывает об исходном замысле автора и выясняет, в какой степени этот замысел удался автору, и даже каковы были причины тех или других творческих промахов автора. Причём анализируемым автором может оказаться Толстой или Достоевский, Эдгар По или Оскар Уайльд, Чехов или Афиногенов и многие другие. А в самом конце беседы иногда случалось, что в ответ на вопрос кого-нибудь из поражённых слушателей П.С. Новиков отвечал, что произведение, о котором шла речь, он читал 30 или 40 лет тому назад.

В то же время, в текущих житейских делах П.С. Новиков исключительно рассеян.

Как учитель П.С. Новиков оказывает очень большое и всестороннее воздействие на своих учеников. Он прививает им научные интересы и любовь к науке, указывает им плодотворные направления исследования, чрезвычайно щедро раздаёт идеи, и очень требователен к получаемым результатам.

Благодаря исключительной конструктивной силе П.С. Новиков не вникает в детали изложения результатов, которые представляют ему его ученики, но, ухватив основные идеи, сам воспроизводит конструкции, и, благодаря этому, те советы, которые он даёт молодым людям, оказываются чрезвычайно существенными. В то же время, как в своих работах, так и в работах своих учеников, он уделяет мало внимания стилю изложения и требует только того, чтобы были полно изложены основные идеи. Из-за этого многие его работы очень трудно читать. Зато лекции П.С. Новикова отличаются исключительной глубиной содержания и ясностью. Излагае-

мый вопрос он делает всегда рельефным, осязаемым и очень заботится о том, чтобы аудитория его понимала. Это обстоятельство имеет огромное значение, так как П.С. Новиков в течение многих лет работает в педагогическом институте и читает лекции учителям. Как содержание, так и характер его лекций имеет огромное значение для поднятия математической культуры его слушателей. В этом громадный вклад П.С. Новикова в первостепенное общегосударственное дело повышения математической культуры в стране.

Ученики П.С. Новикова, в том числе некоторые из близких его учеников, работают в чрезвычайно различных областях: от кибернетики и вычислительной математики до оснований математики и алгоритмических вопросов лингвистики. Все они испытывают на себе глубокое влияние идей и точек зрения П.С. Новикова – изучение иерархических классификаций, нащупывание рубежей того, что доступно или недоступно тем или другим конструкциям, выявление идейных связей между, казалось бы, далёкими друг от друга областями науки. Для учеников П.С. Новикова характерен некоторый специфический почерк в преподавании, заключающийся в том, что на первом месте стоит преподнесение основных идей и развитие интуиции слушателей, а аппарат строится на почве приложения этих идей к конкретным задачам. Кроме того, новиковский стиль в преподавании характеризуется тем, что идеи должны, в первую очередь, преподноситься в простом доходчивом виде, а затем должно следовать расширение сферы их применения. Вместе с тем, все ученики Новикова хорошо знают, что лекционный курс полезен тогда и только тогда, когда он одновременно и достаточно труден, так как именно это заставляет учащихся работать – а это, в свою очередь, является главной задачей преподавания.

Наконец, отметим следующие черты П.С. Новикова как человека. Он очень любит содержательную беседу в узком кругу друзей. В таких беседах он излагает яркие и глубокие мысли по самым различным вопросам. Много раз случалось, что мысли, высказанные им в таких беседах, оказывали направляющее воздействие на работу его близких учеников, а также других людей, связанных с ним узами дружбы. Петр Сергеевич очень любит читать, как яркие научные произведения, далёкие от его специальности, так и художественную литературу. Он очень любит природу и путешествия, и способен в равной степени любоваться горным пейзажем или степным простором, и наблюдать гнездо маленьких птиц или жизнь муравьёв.

П.С. Новиков много раз приходил на помощь друзьям, попавшим в беду. Он умеет оказать моральную поддержку человеку, который в ней нуждается.

### **О ГРИГОРИИ АЛЕКСАНДРОВИЧЕ ГАМБУРЦЕВЕ**

Более двадцати лет назад мне довелось участвовать в Северо-Тянь-Шаньской экспедиции, руководимой Григорием Александровичем. Более сорока лет назад я участвовал в одной из экспедиций на Курской магнитной аномалии, которой также руководил Г.А. В течение многих лет я контактировал с Григорием Александровичем по целому ряду научных проблем и работал под его руководством. Чрезвычайно свежи впечатления, которые у меня остались от этого замечательного человека, и до сих пор невозможно примириться с тем, что его нет – ведь место Г.А. в геофизике так и осталось не заполненным.

Было бы чрезвычайно целесообразным не ограничиться созывом одного эпизодического семинара памяти Г.А. Гамбурцева, а ввести такие семинары в систему и постараться посвящать эти семинары развитию общих концепций Г.А., относящихся к физике земного шара. В связи с этим мне хочется поделиться с участниками семинара теми представлениями научно-философских концепций Г.А., какими мне они рисуются сейчас. Ведь его конкретные научные работы большинство участников семинара знает много лучше меня.

На меня всегда производило огромное впечатление то, как Г.А. стремился подойти к процессам, протекающим в земном шаре и, в первую очередь, в его верхних слоях, с глобальных позиций большой физики. У него было стремление воспринять процессы, текущие в земном шаре, как некоторое целостное физическое явление. С одной стороны, он всегда стремился выкристаллизовать элементарные физические процессы, играющие определяющую роль в тех или иных явлениях, протекающих в Земле, с другой стороны, ему всегда хотелось понять взаимодействие этих элементарных явлений и выяснить, как, отправляясь от них, можно объяснить крупные самодовлеющие процессы, протекающие в земном шаре. Сюда в равной степени относятся и его юношеская работа, касающаяся прохождения света в мутных средах и связанная с изучением цветности моря, и его теоретические работы по гравиметрии и магнитометрии, в которых он стремился в максимальной мере выявить индивидуальные физические свойства того тела, ко-

торое являлось источником гравитационной или магнитной аномалии. На этом пути им была дана оценка массы рудного тела Курской магнитной аномалии.

В работах по сейсмике и сейсмологии его всегда интересовало изучение физического процесса распространения упругих волн в неоднородной среде с тем, чтобы по характеру движения волн получить информацию о строении той среды, по которой они прошли. Его чрезвычайно интересовала физическая природа землетрясений, процесс накопления и неуравновешенности подземных пластов, который в определённый момент времени разрешается локальным разрывом и вызывает землетрясение. Его всегда интересовало взаимодействие различных физических процессов, протекающих в земной коре, совместное рассмотрение гравитационных и магнитных полей, совместная интерпретация результатов сейсмических и гравитационных наблюдений, возможно более полное использование данных геологии при интерпретации геофизических наблюдений. Вопросы создания геофизических теорий, выяснение того, какой экспериментальный материал необходим для их проверки, а также создание принципиально новой аппаратуры, позволяющей собрать этот материал, были для Г.А. Гамбурцева неотъемлемыми частями единого целого. Им был создан ряд новых геофизических приборов: гравитационный вариометр, для изучения КМА – магнитометрический сейсмограф, термомикрофонный сейсмограф, наклонометры, стационарные трёхкомпонентные сейсмографы для прецизионных геофизических станций. Им был разработан целый ряд методик для проведения геофизических наблюдений на различных геофизических структурах (КМА, Башкирские и Эмбинские нефтяные месторождения, Байкал и многие другие).

Им были даны новые методы интерпретации геофизических наблюдений. Ему принадлежали идеи работ по глубинному сейсмическому зондированию земной коры, изучению корней гор, строению островных дуг, волноводных зон и океанической земной коры. Причем, замечательно то, что геофизические теории, общегеологические концепции, методика производства полевых наблюдений и создание необходимой аппаратуры – велись в едином плане, как составные части единого замысла. Нечего говорить о том, что совместное использование различных геофизических полей Григорий Александрович осуществлял постоянно. В одном лице синтезирован добрый десяток различных специальностей, и все они были доведены до совершенства. Именно эту комплексность – от кабинетного учёного, организатора науки до руководителя полевых работ и конструктора, владеющего в равной степени всем,

что касалось гравиметрии, магнитометрии, сейсмоки, сочетал в себе Г.А. – мне хочется это особенно подчеркнуть. Сама природа геофизических задач требует далеко идущей комплексности.

Работы разведочного характера сочетались с решениями крупных геолого-геофизических проблем и осуществлялись в экспедициях: КМА, Эмба, Байкал, Башкирия, Тянь-Шань, Памир, Туркмения. Очень хотелось бы, чтобы молодое поколение геофизиков всегда стремилось брать пример с Григория Александровича.

*Раздел III*

*Избранные статьи А.А. Ляпунова  
о науке, образовании, искусстве*





## **О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СТРОЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ\***

Хотя вопросы методологии науки не являются специальностью автора, ему, проработавшему долгое время в научных учреждениях, естественно, приходилось неоднократно обдумывать или обсуждать такого рода вопросы. В настоящей статье изложены некоторые соображения, возникшие при этом у автора. Следует отметить, что большое влияние на всё, что здесь высказывается, оказали многолетние беседы автора с Н.Н. Лузиным и П.С. Новиковым.

### **1. Выделение основных типов научных теорий**

Постараемся выделить основные типы научных теорий с точки зрения той роли, которую они играют в системе человеческих знаний, при этом мы будем иметь в виду главным образом естественнонаучные и логико-математические теории.

Прежде всего, следует указать на теории или теоретические представления, являющиеся обобщением эмпирического материала. Сюда относятся такие теории, как, например, эволюционная теория Дарвина, хромосомная теория наследственности, теория Павлова, геохимия, учение о биосфере Вернадского и т. д.

В этих теориях рассматриваются фактические данные, устанавливаются черты их сходства и различия. Эти данные сопоставляются между собой и с результатами, добытыми в смежных областях наук. Затем, исходя из общей совокупности имеющихся в данное время научных сведений, строится то или иное объяснение изучаемых явлений. Нередко предсказываются новые, ещё не наблюдавшиеся явления, которые в дальнейшем используются для проверки теоретических представлений. Наконец, выделяются такие явления, которые не укладываются в рамки развиваемой теории. Эти явления нередко подвергаются специальному, более детальному изучению.

---

\* В основу статьи положен доклад, представленный автором Симпозиуму по методологии науки, который был созван в марте 1963 г. в Новосибирске по инициативе Совета молодых учёных.— *Ред.*

Теории, обобщающие эмпирический материал, представляют собой по сути дела основную стержень естествознания. (В частности, на их базе строится современное естественнонаучное образование.) Сообразуясь с этими теориями, планируются дальнейшие исследования в области естествознания. Обнаружение комплексов явлений, не укладывающихся в эти теории, всегда рассматривается как крупное научное событие.

В то же время рамки этих «эмпирических», содержательных (в смысле – не формализованных) естественнонаучных теорий никогда чётко не очерчены. Соображения, вытекающие из этих теорий, применяются к анализу непосредственно получаемых эмпирических данных. Однако никогда нельзя с точностью установить границы применимости этих соображений. Система основных понятий в теориях такого рода дана описательно и обычно плохо укладывается в рамки строгих логических рассуждений. Далеко не всегда ясно, какие стороны действительности учтены в них полностью и от каких сторон абстрагировались.

Из этого следует, что возможны такие случаи, когда анализ реальных явлений с позиций некоторой «эмпирической» теории оказывается затруднительным. Иной раз недостаточная отчётливость теории не позволяет сделать однозначные предсказания, различные же понимания теории приводят к разногласиям при её практических применениях.

При проверке теории большое значение имеет сокращение трудоёмкости необходимых экспериментальных работ. Для этого требуется применение точных количественных методов при обработке наблюдений и количественная оценка надёжности полученных результатов. В большинстве случаев это связано с необходимостью использования статистических методов. Однако нередко «эмпирических» теорий недостаточно для постановки точных количественных задач. Всё это говорит о том, что современное естествознание не может ограничиться одними «эмпирическими» теориями. Ввиду этого возникает необходимость в создании математических моделей естественнонаучных явлений, изучаемых той или иной теорией, т. е. в построении некоторых абстрактных объектов, связи и отношения между которыми описаны в точных математических терминах и которые соответствуют представлениям, лежащим в основе моделируемых естественнонаучных теорий. В рамках таких моделей возможна постановка точных количественных задач. Получение решения этих задач с использованием необходимых математических методов и сопоставление полученных результатов с действительностью на первых порах служат для апробации моделей. В даль-

нейшем, когда признана доброкачественность моделей, они служат для объяснения наблюдаемых явлений, а также для выбора рационального способа действий.

Следует отметить, что роль изучения модельных объектов чрезвычайно велика. По отношению к задачам физики и механики таковыми служат объекты, изучаемые теоретической механикой и математической физикой. Они находят здесь широкое применение. Нередко в своих рассуждениях исследователь пользуется результатами, добытыми теоретической механикой или математической физикой, даже не отдавая себе отчёта в том, что он оперирует модельными объектами, настолько отождествление реальной действительности с моделью вошло в плоть и кровь работников этих областей науки. В биологии и геологии, к сожалению, математическое моделирование теоретических концепций далеко ещё не получило достаточного развития.

Необходимость использования математических моделей в рамках естественнонаучных теорий порождает следующий рубеж теоретических исследований. Математические модели ряда различных явлений оказываются сходными. Это служит косвенным отражением факта единства материального мира. В самых различных математических моделях действительности проявляются одни и те же отношения между элементами. Так, например, при рассмотрении сходства и различия цветов и расположения точек в пространстве обнаруживается полный изоморфизм – пространство цветов называется изоморфным евклидову пространству в геометрии. Несколькими другой тип сходства наблюдается между такими моделями, как совокупность движений евклидова пространства и совокупность взаимно однозначных подстановок из  $n$  элементов. В данном случае изоморфизм отсутствует. Однако определяющие связи внутри обеих систем описываются одинаково. И там и здесь мы имеем дело с группами. Дело в том, что может существовать много различных неизоморфных между собою групп, тогда как все трёхмерные евклидовы пространства изоморфны между собой<sup>1</sup>.

В этой связи возникают математические теории аксиоматической природы.

Рассматривается некоторое множество элементов, характеризующихся наличием некоторых отношений – структуры связей между этими элементами. Точным образом описываются все эти связи и

---

<sup>1</sup> Для того, чтобы придать всем этим соображениям строгий смысл, нужно, конечно, уточнить общепринятым способом содержание используемого в данном случае понятия «изоморфизм», однако рамки настоящей статьи не позволяют нам сделать это.

взаимоотношения между ними, т. е. дается перечень аксиом, описывающих изучаемый объект. Далее изучается набор следствий из этих аксиом. Таково содержание аксиоматической теории, описывающей некоторый класс объектов. Общей математической основой всех таких теорий является классическая канторовская теория множеств.

В настоящее время классический аксиоматический метод в науке, базирующийся на теории множеств, получил всеобщее признание как внутри математики, так и далеко за её пределами. В частности, в той или иной форме он является основой многочисленных практических приложений математики. При рассмотрении аксиоматических теорий необходимо различать два случая: 1) когда система аксиом описывает фактически один-единственный объект с точностью до изоморфизма; 2) когда система аксиом может описывать много различных объектов, неизоморфных между собой.

В процессе работы с достаточно сложными аксиоматическими системами приходится использовать бесконечные множества объектов; при этом оказывается существенным вопрос о том, какие логические принципы являются допустимыми в этом случае, когда мы оперируем с такого рода объектами.

Мы приходим к формированию следующего рубежа теоретических исследований. Сюда относятся научные теории логико-математического характера, которые служат для рассмотрения не столько конкретных объектов научного исследования, сколько самой процедуры исследования. Эти теории опираются на такие области науки, как математическая логика, теория алгоритмов, теория моделей, некоторые разделы теории автоматов, а также некоторые новейшие направления в математической лингвистике. По сути дела здесь изучается связь между процедурой изучения некоторого научного объекта и особенностями его строения.

В теориях этого типа накладываются жесткие ограничения на те операции, которые можно производить над изучаемым объектом. Например, в таких теориях оказывается невозможным опираться на канторовскую теорию множеств, которая в этих рамках получает наименование «наивной теории множеств». Приходится так или иначе ограничивать или вообще запрещать употребление принципа исключённого третьего применительно к бесконечным множествам объектов. Попытки полностью исключить в этих теориях обращение с бесконечными множествами объектов оказались безуспешными, однако пришлось строго разграничить различные процедуры над бесконечными объектами. Одни из них являются потенциально осуществимыми в том смысле, что имеется регулярно разворачивающийся процесс, связанный с последовательным переходом от одно-

го натурального числа к следующему, причём на каждом шаге этого процесса достигается всё лучшее приближение к окончательному результату. В процедурах другого типа в процессе их осуществления нет последовательного приближения к результату, и только по окончании процедуры может быть получен ответ «да» или «нет». Процедуры первого типа являются рекурсивно осуществимыми, процедуры второго типа носят общий теоретико-множественный характер.

Таким образом, мы пришли к необходимости выделения четырёх типов научных теорий: 1) описательные естественнонаучные теории; 2) их математические модели; 3) аксиоматические теории теоретико-множественного уровня; 4) логико-математические теории, в которых описываются одновременно некоторый научный объект и процедура его изучения.

## **2. Сопоставление аксиоматических теорий разных типов**

Свободное и ничем не ограниченное употребление теоретико-множественных понятий, как известно, приводит к противоречиям. Один из способов избежать этих противоречий состоит в том, чтобы проводить все рассуждения, оставаясь в рамках «некоторого не слишком большого множества», и использовать в рассуждениях «лишь некоторые, достаточно хорошо определённые понятия». Ясно, что столь неопределённые ограничения отнюдь не всегда могут служить разумными и содержательными руководящими указаниями в работе. Скорее следует удивляться тому, что, интуитивно руководствуясь некоторыми принципами такого рода, оказывается возможным развивать полноценные научные теории. В то же время последнее является неоспоримым фактом.

Мы обращаем особое внимание на то, что характер объектов, изучаемых наукой, и характер вопросов, поставленных относительно этих объектов, определяют не только систему понятий, которые наука вынуждена строить, но также и характер логических принципов, на которые надлежит опираться в процессе исследования.

Исходя из этого, возникает необходимость самостоятельного изучения общих свойств логических систем и логических принципов работы с аксиоматическими теориями. При этом требуется, например, выяснить, в каких случаях любые объекты, удовлетворяющие данной системе аксиом, изоморфны между собой и в каких случаях одной и той же системе аксиом могут удовлетворять неизоморфные между собой системы объектов; в каких случаях две разные системы аксиом эквивалентны между собой в том смысле, что каждая система объектов, удовлетворяющая одной из них, удовлетворяет также и другой, и наоборот. Возможен случай, когда

никакой объект не может удовлетворить данной системе аксиом. Такие системы аксиом непосредственно прикладной роли играть не могут, но их выявление может представить существенный интерес для изучения самих аксиоматических систем. В этой связи мы сталкиваемся с несколькими комплексами задач.

1. Нахождение таких систем аксиом, которые плодотворно описывают свойства некоторых объектов, представляющих реальный интерес.

2. Выявление того, какие свойства изучаемого объекта обуславливаются тем, что этот объект подчиняется данной аксиоматической системе.

3. Изучение внутренних логических особенностей соответствующей системы аксиом – наличие или отсутствие противоречий между аксиомами.

4. Решение других внутренних логических задач, касающихся аксиоматической системы.

При рассмотрении этих задач выясняется одно принципиальное обстоятельство: тот или иной ответ на различные вопросы, касающиеся аксиоматической системы, зависят не только от самой системы аксиом, но и от того, какие средства работы с этой системой аксиом следует считать допустимыми. Например, в ряде случаев можно сформулировать такие вопросы, ответ на которые требует бесконечного числа логических действий. В этих случаях разрешимость или неразрешимость задачи зависит от того, можем ли мы считать допустимым осуществление бесконечного числа актов в явной форме или нет.

Детальное изучение родственных явлений, предпринятое К. Гёделем, П.С. Новиковым, П.Д. Коэном и другими, привело к совершенно неожиданным результатам в теории множеств. Так, например, на этом пути в настоящее время установлено, что вопрос о существовании бесконечной мощности, промежуточной между счётной и континуальной, допускает положительное или отрицательное решение в зависимости от некоторых специальных аксиом, которые добавляются к классической системе аксиом теории множеств<sup>2</sup>. Другими словами, доказана независимость проблемы континуума в абсолютном теоретико-множественном смысле. К сожалению, эти глубокие и интересные вопросы теории множеств

---

<sup>2</sup> Отметим, что вопрос о том, является ли противоречивой упомянутая система аксиом классической теории множеств, не решён. С другой стороны, в предположении, что эта система непротиворечива, доказано, что присоединение каждой из этих специальных аксиом в отдельности к системе аксиом теории множеств привести к противоречию не может.

носят слишком специальный характер, чтобы их можно было излагать в статье общего характера.

Детальный анализ этих явлений привёл к возникновению теории алгоритмов и конструктивной логики, которые занимают важное место среди современных логических теорий. С появлением электронных вычислительных машин теории логико-алгоритмической природы приобрели также совершенно новое звучание. Если в 30-х годах математическая логика и теория алгоритмов могли служить образцом ультраабстрактных теорий, не связанных с практическими приложениями математики, то сейчас положение в корне изменилось. Теперь программирование различных задач для их решения на электронных вычислительных машинах с теоретико-познавательной точки зрения представляет собой путь включения решаемой задачи в некоторую более широкую логическую систему, охватывающую как саму задачу, так и процедуру её решения.

Необходимо отметить, что теоретико-множественные аксиоматические теории с большим успехом обслуживали многие области естествознания – различные отделы физики, химии, астрономии, реже – те или иные разделы биологии и в совсем малой степени – общественные науки (здесь исключением является математическая экономика). Что же касается логико-математических теорий, то они находят всё большее и большее применение и при изучении человеческого общества. На наших глазах логико-математические концепции вторгаются в языкознание, они открывают возможности использования вычислительных машин для работы с языком (машинный перевод, речевое управление автоматами, машинные справочно-информационные системы). Вместе с тем они изменяют облик лингвистики, выясняя на точном математическом уровне природу грамматических понятий, как с точки зрения их собственных логических свойств, так и с точки зрения конкретных грамматических формаций в реальном языке. Причем эти новые грамматики оказываются общезначимыми в том смысле, что они реально используются при разработке методов языкового взаимодействия с машинами. Одновременно выясняются глубокие связи между основными понятиями грамматики и концепциями теории алгоритмов и теории автоматов.

### **3. К вопросу об использовании научных теорий. Роль модельных объектов**

Использование теорий в научных исследованиях, а также в практической деятельности осуществляется в основном двумя несколькими отличающимися друг от друга способами.

Первый общеизвестный и общепотребительный способ состоит в том, что научную теорию применяют к комплексу явлений, для которых она разработана, и из этой теории извлекают прогнозы относительно течения соответствующих явлений или рекомендации, касающиеся образа действия в обстановке, так или иначе связанной с этими явлениями. Пожалуй, менее известно то, что нельзя считать такой способ использования научных теорий единственным.

Современному исследователю часто приходится оказываться в положении человека, который не склонен отказываться от вкусного обеда на том основании, что он плохо разбирается в процессах пищеварения. Очень часто приходится использовать в практике далеко недостаточно изученные теоретические принципы. Это, конечно, никогда не снимает вопроса о необходимости дальнейшей, всё более полной и глубокой разработки этих теоретических принципов.

Такая ситуация нередко имеет место в теоретической кибернетике при изучении общих принципов организации управления – строения управляющих систем и течения процессов управления. В этой области возникло много новых математических теорий: теория информации, теория методов принятия решений, куда входят задачи линейного программирования, задачи динамического программирования, теории игр, комплекс вопросов, получивших название «дискретный анализ», теоретические основы программирования и широкий класс довольно разнообразных задач, объединённых под названием «исследование операций».

К кибернетике относятся также изучение процессов управления, протекающих в технике, природе, человеческом обществе, и построение математических моделей этих процессов. Здесь приходится иметь дело с накоплением и систематизацией эмпирических данных на уровне изучения конкретных управляющих систем с первичной естественнонаучной систематизацией этих данных и построением объединяющих их научных теорий. Кибернетика анализирует и математические модели индивидуальных явлений, например, занимается разработкой конкретных алгоритмов машинного перевода с одних языков на другие или разработкой математических моделей того или иного производственного процесса. В кибернетике появляются научные теории теоретико-множественного уровня, например, статистическая теория информации, линейное или динамическое программирование, а также теории логико-математического уровня (например, некоторые направления теории автоматов, автоматнo-алгоритмический подход к изу-



чению грамматик, разработка теоретических принципов программирования, разработка методики проведения кибернетических экспериментов на вычислительных машинах и т. д.).

Многое из того, о чём здесь приходится говорить, далеко не является завершёнными научными направлениями. Напротив, развитие этих направлений кибернетики требует ещё очень упорной работы. Однако актуальность этих направлений не подлежит сомнению. Они необходимы, например, для того, чтобы можно было действительно рациональным образом использовать вычислительные машины для управления народным хозяйством или технологическими процессами.

Не следует понимать высказанные соображения так, что для использования вычислительных машин в народном хозяйстве необходимо полное завершение соответствующих научных исследований. Напротив, необходимо одновременно и в тесном контакте разрабатывать теоретические направления и использовать вычислительные машины в самых различных сферах человеческой деятельности. Со временем практика будет ставить всё более разнообразные задачи перед теорией, а теоретические результаты будут давать возможность всё более эффективного использования вычислительных машин на практике. Поэтому требуется такая организация теоретических исследований, которая допускала бы возможность использования полученных результатов на практике не только обычным, со всех точек зрения безупречным способом, но также и некоторым интуитивным способом, не всегда вполне обоснованным. Дело в том, что реальные задачи, которыми приходится заниматься в кибернетике, бывают настолько сложны, что для них трудно построить хорошо соответствующие им математические модели.

Кибернетика имеет дело с большим числом разнообразных задач практического характера. В этих задачах приходится учитывать большое число деталей и частных обстоятельств. Однако ключом к решению этих задач часто оказываются сравнительно немногие общие принципы, связывающие структуру и функционирование управляющих систем. Иной раз трудно бывает чётко сформулировать эти принципы, но удаётся описать некоторую искусственную ситуацию, значительно более прозрачную, чем ситуация реальной задачи, в которой основную роль играют те же самые обстоятельства, что и в реальной задаче, и которая допускает уже точный анализ. Так формируется представление о модельных объектах. Именно на модельных объектах отрабатываются методы решения некоторых классов задач. Далее оказывается, что аналогичные методы могут прилагаться для решения родственных реальных задач.

При этом получают некоторые рекомендации, относительно которых обычно трудно показать, что они являются наилучшими. Тем не менее, во многих практически важных случаях они, несомненно, дают высокоэффективное решение. Время не ждёт, и подчас за неимением лучшего приходится ограничиваться такими методами в надежде на то, что в процессе дальнейшей работы удастся глубже разобраться в изучаемых явлениях и найти для новых классов задач строго обоснованные методы получения решений.

Разумеется, действия по аналогии со строгими рекомендациями, данными на уровне модельных объектов, выбранных весьма тщательно, хорошо изученных и достаточно близких по своей природе к реальным объектам, следует считать много более рациональными, чем действия, опирающиеся лишь на совсем шаткие основания интуитивного характера. И не следует считать, что такой подход мы возводим в абсолют. Отнюдь нет. Возможен случай, когда проведение параллели между модельной задачей и реальной задачей окажется недопустимым, и когда реальные задачи потребуют совсем другого подхода, чем модельные. Однако, планируя работу над реальными задачами, следует отдавать себе отчет в том, какие модельные системы родственного типа подвергались изучению, что о них известно, какие аналогии с реальной задачей возможны и от каких аналогий исследователь решает сознательно отказаться.

#### **4. Некоторые соображения о соотношении теории и её «научного окружения»**

Возникает вопрос: чем обусловлена необходимость теории того или иного уровня и как совместить одновременное существование теорий различных уровней, касающихся одних и тех же явлений? Здесь мы приходим к проблеме взаимоотношения научной теории и её внутреннего «научного окружения», которое мы будем называть «интертеорией», а также взаимоотношения между интертеорией некоторой теории и теми запросами, для удовлетворения которых возникает данная теория.

Подчеркнём, что практические запросы понимаются в данном случае в широком смысле – как исходящие из человеческой практики, так и идущие из других областей науки.

Никакая научная теория не может рассматриваться изолированно, вне связи с некоторым общим комплексом человеческих знаний. Строго говоря, всякую научную теорию необходимо рассматривать в той «внутринаучной» среде, т. е. интертеории, в которой она возникла и развивается. К интертеории относится тот об-

ший комплекс сведений, который необходимо принимать во внимание при рассмотрении данной теории. Сюда относится язык, на котором теория излагается, включая общечеловеческий язык и специальную систему понятий и символов, используемых в теории.

Так, например, для изучения любой математической теории нужно понимать такие слова, как «определение», «лемма», «теорема», такие обороты речи, как «постановка задачи состоит в следующем», или «из такого высказывания следует такое-то», или «получается противоречие». Для понимания описательных естественнонаучных теорий необходимо знакомство с тем фактическим материалом, на котором теория основывается. Для понимания теории эволюции необходимо, например, знакомство с разнообразием форм живой природы, с наличием черт сходства между различными формами живых существ, наконец, с основами систематики, а также с некоторыми данными эмбриологии, зоогеографии, сравнительной анатомии и т. п.

Во многих случаях интертеория должна содержать весьма специфические сведения. Например, классическая квантовая механика в изложении Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица представляет собой математическую модель широкого круга явлений, происходящих в микромире и связанных с поглощением энергии отдельными атомами, а также с взаимодействиями некоторых частиц между собой и процессами передачи электромагнитной энергии.

К интертеории квантовой механики относится большой чисто экспериментальный материал, а именно: дифракция электронов, эффект Комптона, явление Штарка и Зеемана, строение спектров отдельных элементов, в частности бальмеровская серия. Более того, к интертеории квантовой механики нужно отнести мысленные эксперименты Нильса Бора, а также теоретико-вероятностное понимание принципа неопределенности в форме, предложенной В.А. Фоком (и полностью принятой Н. Бором).

Однако имеются изложения квантовой механики, выполненные на другой основе. Так, например, изложение квантовой механики в монографии Дж. Неймана представляет собой научную теорию, построенную на общей теоретико-множественной основе. В данном случае к интертеории нужно отнести весь тот математический аппарат, на котором построена теория.

Наконец, следует отметить чисто логический подход к изложению основ квантовой механики, предложенный в конце 30-х годов Дж. Нейманом и Г. Биркгофом, который состоит в том, что при описании квантово-механических явлений предлагается необычная интерпретация операции следования. Этими авторами разработана

вполне законченная формально логическая система, в которую включалось описание квантово-механических экспериментов, а также способов рассуждения об этих экспериментах, вполне соответствующих обычной квантовой механике. Эта теория относится к числу логико-математических естественнонаучных теорий. Замечу, что рассуждения о системе Биркгофа-Неймана нужно проводить, пользуясь обычной логикой.

Я думаю, что многие дискуссии, которые развертывались вокруг квантовой физики, а также вокруг теории относительности и многих других научных теорий, в ходе которых делались попытки разрушать весьма ценные и вполне устоявшиеся воззрения, происходили от того, что интертеоретические концепции новых теорий были недостаточно чётко освещены и подчас сами авторы теорий не вполне отдавали себе отчёт в том, в рамках какой интертеории они действуют. В то же время консервативные оппоненты атаковали новые теории, оставаясь на позициях старых интертеорий. Мне представляется, что при формировании существенно новых теоретических концепций особенно большую роль играет выяснение того, в каких интертеоретических рамках эти теории развиваются. В свою очередь интертеоретические рамки теории определяются теми внешними запросами, на которые соответствующая теория даёт ответ. Более детально проследить взаимоотношения между запросами к теории и её интертеорией здесь трудно, да это и не входит в рамки настоящей статьи, хотя по существу этот вопрос чрезвычайно важен.

Необходимо отметить, что интертеоретические посылки ряда различных научных теорий существенным образом противоречат друг другу. Так, если сопоставить интертеоретические посылки теории вероятностей и теории алгоритмов, то легко заметить, что они вступают в острый конфликт. Теория вероятностей направлена на изучение течения массовых явлений. Её интертеория предполагает априорное понимание того, что такое вероятность появления некоторого события при массовом повторении испытания или предсказание наступления некоторого события в определенной ситуации при пренебрежении некоторой достаточно малой вероятностью. Известны и некоторые другие интертеоретические подходы к теории вероятностей. Например, существуют разные аспекты теории психологических вероятностей, которые вышеуказанным утверждениям пытаются придать определённый смысл. Насколько мне известно, эти попытки ещё не стали общезначимыми (ещё одно интертеоретическое представление – общезначимость научного представления).

Среди попыток выяснения природы понятия вероятности следует отметить мизесовское представление о вероятности, определяемой на коллективе событий. Там рассматривается последовательность некоторых испытаний, принимаемых за элементарные; в каждом из этих испытаний событие либо происходит, либо не происходит; фиксируются случаи, когда определённое событие произошло, и определяется предел отношений числа появления событий к числу испытаний, выбираемых независимо от результата испытаний. Этот предел называется вероятностью событий. Существенно, что для определения значения вероятности приходится представлять себе бесконечную последовательность испытаний выполнения. Если указанный выше предел не существует или если оказывается, что для некоторых подпоследовательностей, удовлетворяющих упомянутому условию независимости от результата испытания, пределы оказываются разными, то считается, что появление соответствующего события нельзя характеризовать определённой вероятностью. При развитии теории, по существу говоря, апеллирование к этой последовательности испытаний рассматривается как потенциально реализуемое.

В то же время интертеоретическая концепция теории алгоритмов совершенно иная. Здесь вводится представление о возможности неограниченного выполнения определённого набора единичных актов. Каждый из этих актов в фиксированной обстановке приводит к строго детерминированному результату. Рассмотрению подлежат лишь такие проблемы, которые можно расчленить на последовательность отдельных вопросов, каждый из которых в качестве параметра содержит некоторое натуральное число и характеризуется тем, что для каждого натурального числа ответ на соответствующий вопрос может быть получен при помощи конечного числа упомянутых актов. Основное устремление теории алгоритмов состоит в том, чтобы научиться различать такие проблемы, которые могут быть решены с помощью схем упомянутого типа, от проблем, которые в такие схемы не укладываются.

Из сказанного совершенно очевидно коренное отличие интертеории теории вероятностей от интертеории теории алгоритмов. Если рассмотреть описанные выше интертеоретические концепции теории вероятностей с позиций интертеоретических концепций теории алгоритмов, то все они оказываются лишёнными смысла. Зато появляются принципиальные возможности некоторых новых концепций, где мизесовский коллектив рассматривается с позиций теории алгоритмов и где подпоследовательности, фигурирующие в определении понятия вероятности, считаются алгоритмически вы-

числимыми. Здесь возникает некоторая новая интертеоретическая концепция для своеобразной алгоритмической теории вероятностей, которая, насколько мне известно, ещё далеко не разработана. На принципиальную возможность развития такой теории ещё в довоенные времена в личных беседах со мной указывали А.И. Плеснер и П.С. Новиков.

Следует отметить, что определение понятия интертеории (в используемом в статье смысле) вызывает некоторые трудности. В настоящее время появился ряд работ в этом направлении.

Можно, конечно, встать на такую точку зрения, что интертеорией по отношению к данной теории является совокупность всех человеческих знаний, за исключением данной теории. Однако вряд ли такая «максималистская» точка зрения окажется полезной. К интертеории более целесообразно относить ту совокупность знаний, которая существенна для развития данной теории, или, ещё лучше, ту совокупность знаний, которая существенна для теоретического осмысливания рассматриваемой области науки. При таком понимании состав интертеории оказывается зависящим от времени. Вполне возможно, что области знания, которые в какой-то момент времени не воздействовали на данную область, впоследствии оказываются для неё существенными и тем самым включаются в её интертеорию. Это вынуждает перестраивать соответствующую теорию.

Необходимо также иметь в виду, что интертеорию нельзя рассматривать как нечто аморфное. Очень важно выяснить строение интертеории как таковой, её основные составные части и взаимоотношения между ними, а также раскрыть взаимные связи между интертеорией и самой теорией. Всё это требует развернутых специальных исследований.

### **5. Замечания об интертеориях научных теорий, в которых процесс изучения воздействует на изучаемый предмет**

Естественнонаучные теории, разрабатывавшиеся в недалеком прошлом, опирались на эмпирические или экспериментальные данные, обладающие тем свойством, что течение изучаемых процессов или строение изучаемых объектов никак не нарушалось самим фактом изучения этих объектов или процессов. Так, например, движение планет или взаимное расположение звезд никак не зависят от того, наблюдают ли их астрономы или нет. Палеонтологическая летопись Земли, строение атмосферных или океанических течений тоже никак не меняются от того, занимается ли чело-

век их изучением. В таких случаях естественно строить теории, в которых объекты рассматриваются как изучаемые объекты. Процесс изучения объекта оказывается неотделимым от самого объекта. В последнем случае соответствующие теории невозможно развивать, пренебрегая этим обстоятельством. Либо в интертеории, либо внутри самой теории необходимо предусмотреть взаимное влияние свойств изучаемого явления и процесса его изучения.

Перечислим ряд научных областей, в которых это явление имеет место:

1. Квантовая механика основана на экспериментах над частицами, обладающими тем свойством, что для того, чтобы их можно было наблюдать, необходимо воздействовать вспомогательной частицей на наблюдаемую частицу. При этом состояние наблюдаемой частицы существенным образом изменяется, а результат наблюдений зависит как от исходного, так и от нового её состояния. Нужно иметь в виду, что происходящее в эксперименте изменение состояния наблюдаемой частицы определяется исходным состоянием частицы лишь в вероятностном смысле, т. е. даже при известном состоянии частицы могут предсказываться лишь вероятности её перехода в те или иные новые состояния. В таком духе строится весь теоретический аппарат квантовой механики.

2. Теория относительности, в которой необходимо принимать во внимание не только координатную систему, связанную с наблюдаемым объектом, но также и координатную систему наблюдателя, так как описание наблюдаемых явлений зависит от того, относительно какой системы координат оно проводится.

3. Изучение явлений жизнедеятельности в микроскопических или ультрамикроскопических масштабах внутриклеточной биохимией, гистохимией, молекулярной биологией, биохимической генетикой. Все эти области направлены на изучение процессов жизнедеятельности и специфики строения живых объектов. В то же время экспериментальные методы этих наук требуют умерщвления изучаемого объекта. Другими словами, в процессе исследования основные, подлежащие изучению свойства объекта коренным образом нарушаются, и суждения о них извлекаются из косвенных данных.

4. Современные научные методы изучения обычных человеческих языков характеризуются тем, что вырабатываются точные математические модели языков, которые служат для описания реальных языков, не допускающих точного формального описания. При этом такие точные модели языка строятся при помощи тех же общечеловеческих языков. В результате при чтении текстов, отно-



сящихся к структурной и математической лингвистике, постоянно приходится считаться с тем, в каком качестве выступает данный контекст: в качестве непосредственно изучаемого или в качестве точного текста, описывающего процедуру изучения объекта, т. е. написанного на точном языке модели, или же, наконец, в качестве обычного текста, в котором речь идет о модели либо обсуждается точно описанная процедура изучения языка.

Таким образом, здесь мы сталкиваемся с многоярусностью контекстов.

В ряде случаев один и тот же текст в рамках одной и той же работы фигурирует то в одном, то в другом качестве. В связи с этим создается впечатление, что лингвистические дискуссии, возникавшие вокруг работ Соссюра, Ельмслева, Блумфильда и других, были связаны с тем, что дискутирующие пренебрегали этой многоаспектностью текстов, т. е. неправильно представляли себе ту интертеорию, в рамках которой развивается соответствующая теория. С другой стороны, не следует закрывать глаза на то, что авторы структурно-лингвистических работ недостаточно чётко отграничивают изложение – собственно теории от характеристики интертеоретической обстановки.

5. Процессы функционирования человеческого сознания. Мы ещё очень слабо представляем себе закономерности, управляющие человеческим сознанием, и поэтому не умеем описывать точным образом его функционирование. Кроме того, процессы обмена информацией между людьми, к сожалению, далеко не достаточно совершенны для того, чтобы один человек мог во всех деталях разъяснить другому человеку, каким путем он пришёл к той или иной мысли. Поэтому каждый человек, желающий разбираться в механизмах работы сознания, в какой-то степени вынужден экспериментировать на самом себе. Однако такой эксперимент по необходимости нарушает нормальную работу экспериментатора. Нужно думать, что именно это обстоятельство сильно затрудняет разработку точных методов изучения работы сознания.

6. Наконец, пожалуй, наиболее яркий пример того, как изучаемый предмет и процесс изучения неотделимым образом переплетаются между собой, это развитие математической логики. Предмет математической логики есть изучение процессов проведения умозаключений, в то же время сама математическая логика по необходимости использует те же самые умозаключения. В результате постоянно приходится сталкиваться с одними и теми же логическими операциями, осуществляемыми внутри изучаемой системы и над изучаемой системой. При этом нередки случаи, когда набор опера-



ций, дозволенных внутри системы, отличается от набора операций, дозволенных при содержательных рассуждениях по поводу системы. Это создает весьма своеобразные отношения между самими логическими теориями и соответствующими им интертеориями.

Даже простое перечисление ряда научных дисциплин, в которых процесс исследования оказывает воздействие на изучаемый объект, показывает, что можно выделить несколько типов таких взаимодействий. Например, к одному из них следует отнести приведенные выше случаи анализа языка, логических закономерностей, явлений сознания, к другому – способы изучения биологических явлений и т. д. Отсюда, в частности, следует, что класс теорий, в которых процесс исследования влияет на изучаемый объект, не может быть получен путем простого перенесения (и обобщения) ситуации, имеющей место в квантовой физике. Требуется тщательное изучение таких теорий с последующей их классификацией.

Специфика научных теорий, возникающих в условиях, когда процесс изучения влияет на изучаемый объект, состоит в том, что здесь приходится вести гораздо более глубокий логический анализ всей совокупности данных, чем в случае «классических теорий». В теориях нового типа необходимо соблюдать значительные предосторожности, чтобы избежать смешения теории и интертеории, а также элементарных актов, связанных с изучением предмета, и элементарных актов, происходящих в самом изучаемом предмете. Наконец, само выделение тех или других элементарных актов далеко не всегда просто. Всё это говорит о том, что необходимо развитие методологии научных теорий, в особенности таких теорий, где предмет и метод изучения сложным образом переплетаются между собой.

Приходится, однако, констатировать, что методологические работы такого характера у нас далеко не достаточно развиты. Для осуществления такого рода исследований необходим чрезвычайно большой кругозор, знание разнообразных естественнонаучных, общематематических и математико-логических теорий, понимание направленности их интересов, внутренних трудностей и логических особенностей. Развитие таких работ требует совместных усилий представителей разных специальностей, серьезного и терпеливого взаимного обучения, добросовестного стремления понять научные интересы соседа, пристального изучения мировой литературы и целеустремленной направленности общих интересов.

В связи с затронутыми вопросами мне хочется привлечь внимание к кругу задач, которые можно назвать математическим моделированием методологии науки. Такую модель можно было бы

представить себе примерно в следующем виде. Пусть имеется одно или несколько множеств объектов. На каждом из этих множеств объектов определена некоторая система отношений. Кроме того, имеется автомат (в математическом смысле), способный задавать вопросы или ставить эксперименты, касающиеся данных объектов. Автомат этот может работать либо строго детерминировано, либо с некоторым элементом случайности. Задача, стоящая перед автоматом, состоит в изучении имеющихся отношений между элементами данных множеств и, в частности, в выяснении вопроса о возможности или невозможности отображения этих множеств друг на друга изоморфно относительно имеющихся на них отношений. Возможно, что разработка некоторых из существующих в настоящее время автоматически-лингвистических проблем сможет пролить свет на предлагаемый круг автоматически-методологических вопросов. Должен подчеркнуть, что в этом направлении в первую очередь необходимо выяснить сами постановки задач.

## **О СООТНОШЕНИИ ПОНЯТИЙ МАТЕРИЯ, ЭНЕРГИЯ И ИНФОРМАЦИЯ\***

В управляющих системах по каналам связи циркулируют некоторые системы сигналов или некоторые субстанции. Мы хотим проанализировать природу и ряд особенностей потоков, циркулирующих по каналам связи.

1. Прежде всего, имеют место некоторые специфические законы сохранения. В случае, если циркулирующая субстанция есть материя или энергия, то в элементах системы возможно преобразование этой субстанции из одних форм в другие. Материя может вступать в химические реакции, одни вещества могут заменяться другими, но при химических реакциях масса каждого отдельного химического элемента остаётся постоянной.

Энергия может преобразовываться из одних форм в другие. Возможно преобразование массы в энергию или наоборот. При всех таких процессах общее количество изучаемой субстанции остаётся постоянным. С другой стороны, если килограмм некоторого вещества был удалён из системы, а впоследствии в эту систему был введён килограмм того же самого вещества, но совсем другого происхождения, то одна порция вещества может полностью заменить другую. То же самое касается энергии. Другими словами, масса и энергия, с одной стороны, удовлетворяют закону сохранения, а с другой – для них имеет место принцип заменяемости, который можно сформулировать так: количественно эквивалентные порции определённого вещества или энергии, находящейся в определённой форме, способны заменять друг друга в любых массово-энергетических процессах.

2. Совсем другими свойствами обладает информация. По отношению к информации закон сохранения места не имеет. Например, информацию можно размножить, перекодировать. Большое количество различных носителей информации могут содержать од-

---

\* Тезисы доклада, написанные для Международного конгресса по философии. Варна. 1973. Опубликовано в книге: *А.А. Ляпунов. Проблемы теоретической и прикладной кибернетики*. М.: Наука. – 1980. – С. 320–323.

ну и ту же информацию. Можно представить себе большое количество экземпляров носителей одной и той же информации. По отношению к информации принцип взаимозаменяемости также не имеет места. То есть полностью утраченная информация, не сохранившаяся ни в одном экземпляре, восстановлена быть не может. Заменять друг друга могут только порции информации, произошедшие из одного и того же источника и являющиеся перекодированием одна другой. Таким образом, в пределах управляющей системы возможно перекодирование информации, её размножение или её утрата. Перекодирование информации до некоторой степени аналогично преобразованию материи и энергии из одной формы в другую. Возможность размножения информации и невозможность утраченной информации являются её характеристическими особенностями. Они резко противостоят характеристическим особенностям массы и энергии, состоящим в том, что те подчиняются закону сохранения и принципу заменяемости.

Информация материальна, т. е. информация всегда нуждается в материальном носителе. Вне материи информация не существует, однако носителями содержательно одной и той же информации могут быть совершенно разные объекты: словесное сообщение может кодироваться звуковыми волнами, электрическими импульсами при телеграфной или телефонной передаче, нервными сигналами в процессе говорения, знаками, написанными на бумаге, высеченными на камне и т. д. Наследственная информация, передаваемая от родителей к детям, кодируется элементами молекул ДНК или же в виде целого ряда свойств организмов детей, или, наконец, в деталях процессов, протекающих в этих организмах. Наследственная информация погибшего организма пропадает безвозвратно.

Заметим, что как физический носитель, так и способ кодирования информации при заданном носителе могут быть совершенно различными, и при этом содержание порции информации может быть одно и то же.

3. Понятия материи и энергии в некотором смысле абсолютны. Количественное выражение данной порции массы или энергии есть некоторый инвариант при всех природных процессах, в которых эта порция может участвовать. Совсем не так обстоит дело с информацией, заключённой в некотором носителе. Так, например, написанное письмо для адресата имеет определённое содержание. Для графолога содержание письма может не представлять никакого интереса, в то же время почерк, которым написано письмо, может служить источником тех или иных сведений об авторе письма.

Для криминалиста в некоторых случаях может представить интерес бумага, на которой письмо написано, отпечатки пальцев, которые на ней можно найти, и даже материал чернил, которыми письмо написано. Если представить себе, что письмо написано некоторым шифрованным образом, то содержание письма может узнать только человек, владеющий соответствующим шифром. Можно привести огромное количество примеров, где в зависимости от цели, стоящей перед исследователем, один и тот же объект может оказаться носителем то той, то другой информации. В зависимости от того, в какую систему поступает тот же самый сигнал, он может иметь то один, то совсем другой смысл. Таким образом, информация всегда относительна, она зависит не только от того, каким носителем она представлена и каков способ её кодирования, но ещё и от того, какой системой она воспринимается.

Наконец, отметим такое обстоятельство: весьма важная информация (важная по тем последствиям, которые она вызывает, попав в соответствующую обстановку) может иметь в качестве носителя очень малую порцию материи или энергии. Так, наследственная информация, которая играет определяющую роль в возникновении индивидуальных особенностей будущего организма, кодируется небольшим числом молекул ДНК. Приказ о начале военных действий может быть отдан посредством телеграммы в несколько слов. Между массой или энергией носителя информации и её содержанием связи нет, а связь между свойствами носителя информации и количеством записанных в нём знаков очень слабая. В большей мере она определяется выбранным способом кодирования информации. В то же время при отсутствии носителя информация не существует.

Информацию в некоторых отношениях можно уподобить тем или другим качествам её носителя. Например, цвет предмета или его форма. В самом деле, и то и другое качество принимает определённое значение лишь при наличии предмета – носителя. Строго говоря, качество предмета можно рассматривать как некую информацию, записанную в данном предмете.

5. Теперь мне хочется в несколько проблематичном аспекте отметить одно обстоятельство, где роль материального носителя информации приводит к некоторой общей закономерности информационно-физической природы. Представим некоторое физическое тело макроскопических размеров, в разных частях которого теми или иными способами закодирована информация. Будем считать, что количество знаков, используемых для кодирования информации, весьма велико (например, порядка числа молекул в этом теле).

Ставится задача: можно ли сконцентрировать всю эту информацию за сравнительно небольшой отрезок времени и в весьма малом объеме (порядка одной или немногих молекул). По-видимому, в этом вопросе мы должны столкнуться с некоторыми специфическими лимитирующими обстоятельствами. К сожалению, приведенные ниже соображения очень сыры и предварительны. Дело в следующем: для того чтобы сконцентрировать в очень маленьком объеме информацию, рассеянную в большом объеме, каждый кодовый знак, не обусловленный другими знаками, нужно передать в выделенный объем посредством некоторого материального носителя. Это будет либо некоторая частица, либо порция энергии (например, электромагнитной). Каждая из них должна войти в соответствующий объем, оставить в нём некоторый след и выйти из него. Однако поскольку скорости движения частиц ограничены, то для того, чтобы оставить некоторый след, т. е. несколько перестроить молекулы внутри данного объема, нужно время.

Ясно, что если общее количество носителей информации велико, то будет неизбежна высокая концентрация этих носителей в данном объеме в течение рассматриваемого промежутка времени. Любые частицы, способные взаимодействовать с молекулярными структурами в малом объеме, имеют некоторую определенную массу (вероятно, нейтрино для этого непригодны). Слишком большая концентрация массы в малом объеме, видимо, невозможна, так как между частицами возникнут специфические взаимодействия, которые приведут к тому, что структура, предназначенная для хранения информации и расположенная в данном объеме, по всей вероятности, разрушится. Если говорить о порции энергии в виде электромагнитных колебаний, то возникнут ограничения для частоты. В самом деле, если посредством длинных волн что-либо передавать в очень малый объем, то коэффициент полезного действия окажется очень мал, и нужна колоссальная чувствительность приёмного устройства. Всякое запоминающее устройство обладает порогом чувствительности, т. е. запомнено может быть то, что было передано посредством достаточно большой порции энергии. Поэтому для внесения информации в малый объем можно пользоваться только высокими частотами. В то же время квант высокой частоты содержит большую энергию. Однако для того, чтобы внести в малый объем большую информацию, носителями которой являются порции энергии, мы окажемся вынужденными создать в этом объеме высокую плотность энергии. Это поведёт к разрушению запоминающей структуры, находящейся в данном объеме.

Таким образом, то обстоятельство, что для концентрирования большой информации в малом объёме за малое время оказывается необходимым сконцентрировать в этом объёме либо достаточно большую массу, либо достаточно большую энергию (это является прямым следствием того, что информация должна иметь материального носителя), ведёт к тому, что должен существовать некоторый запрет на такие процессы чрезмерной концентрации информации. Видимо, должен существовать такой принцип: для того чтобы в материальной структуре заданного размера сконцентрировать определённое количество информации, нужно достаточно большое время. Было бы интересно получить количественное выражение этой закономерности. Думаю, что это потребует соображений, относящихся к современной теоретической физике. К сожалению, в настоящее время ещё не ясно, как это сделать.

6. Весьма важно, что высказанное здесь соображение определяет невозможность передачи по наследству благоприобретенных признаков при размножении организмов. В самом деле, благоприобретенные признаки суть макроскопические свойства организма. Для их передачи по наследству необходимо их перекодировать в наследственную информацию, т. е. в отдельные молекулы ДНК. Мы сталкиваемся как раз с задачей о концентрировании в отдельные молекулы информации, разлитой в макроскопическом теле. В связи с тем, что эта информация может быть самой разнообразной, в самом общем случае она приводится к информации о строении всех молекул и их взаимном расположении. Для того чтобы эту информацию фильтровать должным образом, её сначала надо сконцентрировать.

7. Можно себе представить, что в живой природе существуют ещё совсем другие факторы, ограничивающие возможность концентрации информации. Например, слишком большое количество информации, поступающей человеку в короткий срок, не может быть им усвоено.

В экспериментах известного физиолога Л.В. Крушинского был зарегистрирован весьма интересный факт. Если подопытное животное в процессе эксперимента получало слишком много информации или слишком сложную информацию, то оно впадало в состояние невроза. Это тоже говорит о наличии некоторого физиологического ограничения возможности концентрировать информацию в сознании живых существ за ограниченное время. Ясно, что раскрытие содержания этого ограничения требует специальных экспериментов.

### **О РОЛИ МАТЕМАТИКИ В СОВРЕМЕННОЙ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ\***

В последнее время наблюдается огромное увеличение общего объёма человеческих знаний и распространение образования. Это органически связано с тем, что человеческие знания становятся всё более и более действенными, т. е. они всё более и более существенно влияют на современный уклад жизни и на характер производства. Наука становится непосредственной производительной силой.

Это изменение положения знания в человеческом обществе, в свою очередь, влечёт возникновение новых требований к знаниям и вызывает существенное изменение структуры знания.

Перспективы практического использования заставляют нас добиваться гораздо большей отчётливости знаний, они требуют объективности и изгнания необоснованных точек зрения. В свою очередь, требование объективности знания влечёт за собой необходимость количественных подходов, точного языка и выработки точных понятий для фиксации знаний и, наконец, далеко идущего развития точной мысли и выработки методов, позволяющих отчетливо и объективно обосновать те или другие положения. Всё это приводит к необходимости широкого использования математических подходов в самых различных областях человеческой деятельности.

Такие области, как физика, астрономия, многие области точной техники: электроника, радиотехника, ракетостроение, исследование космоса, ядерная физика, уже давно настолько широко используют математику, что отделить роль математических методов от прочих в этих сферах совершенно немислимо и представить себе сколько-нибудь плодотворную деятельность исследователей или конструкторов в этих областях в отрыве от математики невозможно.

---

\* Впервые напечатано в кн. Математизация знания: Матер. к конф. М., 1968, с. 24–54 (ротапринт). В настоящем издании воспроизводится сокращённый вариант этой статьи, опубликованный в книге: А.А. Ляпунов. Проблемы теоретической и прикладной кибернетики / М.: Наука, 1980. – С. 297–307. – *Ред.*



Во всех устоявшихся разделах новой техники, а также физики, связанных с теоретическими представлениями, высокий уровень использования математической мысли является общепризнанным и общеобязательным. Поэтому этих вопросов в настоящей статье я не буду касаться.

Весьма знаменательным является то, что в наше время происходит чрезвычайно интенсивная и плодотворная экспансия математической мысли. Можно говорить о победном шествии математической мысли по всей системе человеческих знаний и о глубоком преобразовании системы человеческих знаний под воздействием математической мысли.

Такие отрасли, как управление производством или хозяйственной деятельностью, организационная и административная работа, разного рода технологические процессы, включая металлургию, химическую промышленность, энергетику, а также изготовление различных изделий, сильно усвершенствуются под воздействием математической мысли. Теоретическая химия, экономика как наука, лингвистика и биология, а также весь комплекс гуманитарных наук ощущают на себе благотворное воздействие математических идей. Благодаря трудам математиков Л.В. Канторовича, Дж. Неймана и др. за последние 30 лет сложилась богатая содержанием и существенными приложениями математическая экономика. Кибернетика как наука о процессах управления, передачи и переработки информации и строения управляющих систем, возникшая в работах Винера и сильно продвинутая работами Неймана, Шеннона, а также трудами советских учёных, в частности, коллективами, возглавляемыми В.М. Глушковым, С.В. Яблонским, Ю.И. Журавлёвым, Н.П. Бусленко и др., сформировалась в чрезвычайно крупное научное направление, имеющее большое значение для судьбы человечества.

Кибернетические методы находят широкое применение в сфере экономики и организации производства, в разработке теоретических основ медицины и биологии, в лингвистике, а последнее время даже в философии. Электронные вычислительные машины представляют собой чрезвычайно мощное средство для обработки информации. Им удается передать весьма значительную часть интеллектуальной деятельности человека. Сюда относится чисто вычислительная работа, связанная с решением математических задач, возникающих в конструкторской, производственной, а также научной деятельности человека.

Вычислительные машины с большим успехом и с огромной производительностью фильтруют и обрабатывают громадные мас-

сивы экспериментальных или других эмпирических данных и приводят их в вид, удобный для практического использования; в целом ряде случаев вычислительные машины способны в автоматическом режиме принимать ответственные решения в ритме, недоступном человеку, и разрабатывать целые комплексы мероприятий, необходимых для их реализации; вычислительные машины способны осуществлять контроль и оперативное управление технологическими процессами. Они могут выполнять внутризаводское управление производственной деятельностью, они находят богатое применение в сфере Госплана по рациональному планированию развития народного хозяйства. Не за горами практическая реализация машинного перевода, создание гибких и разнообразных машин справочно-информационных систем, речевое управление производственными агрегатами и речевое взаимодействие с разнообразными машинными комплексами.

Огромные возможности информационной службы, которые открывают вычислительные машины, и использование идей и методов кибернетики предъявляют существенно новые требования к нашим знаниям о тех областях, в которые внедряется вычислительная техника. Для управления металлургическими или химическими процессами в автоматическом режиме, когда сбор информации о течении процесса, принятие решений о вмешательстве в этот процесс, а также осуществление этих решений проводятся автоматически измерительными и информационно-вычислительными системами, необходимы гораздо более полные и отчетливые знания о природе этих процессов, чем в том случае, когда управление процессом осуществляется людьми, тем более, если всё производство организовано так, чтобы по возможности исключать потери времени и производить необходимую переналадку процесса быстро и уверенно. На этой почве возникает большой комплекс новых физико-технических задач, решение которых должно быть получено в совершенно объективной форме и которое должно быть высоко надежным.

Разработка машинного перевода предъявляет совершенно новые требования к знаниям о языке. Традиционные грамматические представления оказываются недостаточными. Особенно важно то, что необходимо вырабатывать грамматические концепции, позволяющие вести достаточно детальный анализ текстов, а затем синтезировать эквивалентные тексты на новом языке, не прибегая к смыслу текста или, точнее, опираясь только на те смысловые элементы текста, которые строго формализованы в рамках этих концепций. На этой почве возникают новые и очень плодотворные

математико-лингвистические построения, закладывающие основу новых грамматик. Возникает совсем новая и чрезвычайно существенная проблематика, связанная с разработкой системы правил (алгоритмов) машинного перевода, которые должны обеспечивать правильный перевод текстов, относящихся к определённой сфере человеческой деятельности. (По-видимому, невыгодно на первых порах гнаться за слишком большой универсальностью алгоритмов машинного перевода, целесообразнее иметь варианты этих алгоритмов, приспособленные к определённому роду человеческой деятельности.) В свою очередь, это вызывает необходимость построения своеобразных отраслевых грамматик и разработки общих методов для конструирования этих грамматик. В этих вопросах, как оказывается, весьма существенную роль играют математические методы.

Планирование народного хозяйства, оперативное управление промышленными агрегатами, учёт, снабжение – всё это допускает высокую степень автоматизации. Однако более близкое рассмотрение этих вопросов показывает, что для рационального управления этими процессами необходимо иметь строго специальную, достаточно полную и отчетливую, а главное своевременную и достоверную информацию о состоянии самих управляемых процессов, а также о состоянии тех экономических процессов, которые с ними органически связаны. (Производство продуктов, используемых в сфере снабжения; потребность в вырабатываемой продукции; наличие запасов; возможность замен; состояние транспорта; территориальное размещение различных объектов; оснащённость их оборудованием, рабочей силой, сырьем и т. д.)

Выяснение того, какого характера информация требуется, чтобы было возможно надёжное автоматическое управление той или другой областью хозяйственной деятельности, само по себе представляет существенную научную задачу. Для решения этой задачи приходится привлекать весьма серьёзный математический аппарат. Здесь действуют таким путем. Строят математическую модель изучаемой системы. В эту модель вводят ту или другую разновидность информации, на базе которой собираются строить управление, и разрабатывают соответствующий управляющий алгоритм. Далее сопоставляют функционирование модели с функционированием реальной системы и стремятся выяснить, какие особенности функционирования реальной системы охватываются моделью и какие нет. Практические рекомендации можно строить, только имея в руках модель, которая охватывает все существенные черты реальной системы. Таким образом, здесь возникает большой комплекс

математико-экономических и кибернетических задач, решение которых совершенно необходимо для практической автоматизации управления народным хозяйством. Только на этом пути удаётся выяснить, какая именно информация, а также какие алгоритмы нужны для управления той или другой хозяйственной деятельностью. Чтобы не начинать в каждом конкретном случае всю работу сначала и не повторять однажды обнаруженных ошибок, чрезвычайно важно вести регулярную систематизирующую обобщающую работу в направлении всего того, что на частных случаях выясняется при автоматизации управления хозяйственной деятельностью. Роль математической мысли как при разработке конкретных моделей хозяйственной деятельности, так и в этой обобщающей работе чрезвычайно велика.

Развитие современной науки и промышленности требует точного решения и доведения до числового результата большого количества весьма сложных и трудоёмких новых математических задач. Такие задачи возникают при проектировании электронных устройств, при создании аэро- и гидродинамических экспериментальных, а также полупроизводственных установок в большой энергетике, в частности, в ядерных энергетических устройствах, в вопросах, связанных с прогнозом погоды, при изучении ледового режима и др. Всё это нередко приводит к постановкам новых математических задач и к необходимости разработки новых методов решения этих задач. При этом единственная возможность избежать кустарных подходов, которые всегда ведут к огромным непроизводительным расходам, состоит в том, чтобы заботиться о разработке общих концепций, о создании сильных и гибких методов, позволяющих решать эти задачи с необходимой степенью полноты и точности, т. е. здесь необходимо развитие фундаментальных областей математики. Весьма существенна также возможность производства вычислений при помощи автоматически работающих машин высокой производительности. Это предъявляет совершенно новые требования к вычислительным методам. В связи с этим, так называемые приближённые вычисления, которые долгое время рассматривались как некоторая второстепенная или заштатная область приложений и которые очень неохотно включали в число «настоящих» математических дисциплин, за последние годы сделались чрезвычайно актуальным и глубоко принципиальным разделом математики. Требования к численному анализу, предъявленные необходимостью считать в автоматическом режиме, привели к созданию большой новой области математики, получившей название вычислительной математики. Эта область органически

связана с идеями функционального анализа, она оказывает сейчас огромное влияние на развитие многих областей, смежных с математикой. Достаточно сказать, что такие ученые, как С.Л. Соболев, А.Н. Тихонов, И.М. Гельфанд, Г.И. Марчук, работают в этой области.

Необходимость решения задач при помощи вычислительных машин предъявляет специфические требования к той форме, в которую задачи должны быть приведены для передачи машинам. Созданы специальные понятные для машин языки, на которых формулируются задачи. Одновременно возникает вопрос о рациональном построении таких языков, об изучении их структуры и увеличении их возможностей. На первых порах для передачи задач машинам вручную выписывалась программа, т. е. перечислялся во всех подробностях перечень тех операций, которые машина должна выполнить для того, чтобы получить решение задачи в соответствии с разработанным алгоритмом (при этом нужно иметь в виду, что обычно в алгоритмах, приводящих к решению сложных математических задач, имеются куски, где одна и та же последовательность элементарных операций многократно повторяется; в программу нужно включить такой кусок один раз и только указать характер его повторяемости; при этом машина в автоматическом режиме выполнит то, что требует алгоритм).

Уже на этой стадии возникли новые математические вопросы, связанные с тем, чтобы научиться конструировать программы так, чтобы машина работала в возможно выгодном режиме – по возможности уменьшить время работы машин, а также загрузку памяти машины. Это последнее обстоятельство важно потому, что оно дает возможность решать те же самые задачи на более простых машинах, на машинах, обладающих меньшими возможностями. Однако скоро стало ясно, что «прямое» программирование чрезмерно трудоёмко. Стали пользоваться стандартными программами, т. е. такими программами, служащими для решения некоторых типичных математических задач, которые можно было вставлять как составные части в программы для решения других, более крупных задач. Однако не для всех задач это удобно. В результате возник вопрос о разработке специальных языков программирования, обладающих следующими свойствами: с одной стороны, подготовка задач на таком языке должна быть значительно менее трудоёмка, чем составление настоящей программы; с другой стороны, обучение людей работе с таким языком должно быть много проще, чем обучение их непосредственно программированию. С помощью специальных транслирующих программ процесс решения задачи,

записанный на таком условном языке, переводится в рабочую программу, которая уже выполняется машиной. В этом направлении нужно отметить работу по языкам программирования типа *алгол*, *кобол*, *фортран*, работу по логическим схемам программ и т. д. В результате трудоёмкость программирования сильно понизилась, а его доступность возросла.

Другой пример математических задач, возникших в связи с широким распространением вычислительных машин, – это машинно-математическое моделирование реальных процессов. Оно находит применение в самых разнообразных областях: при изучении технологических процессов, социальных явлений, лингвистических явлений, в вопросах математико-экономических, а также вопросах, относящихся к организации управления производством, транспортом и т. д. Сущность этого метода состоит в следующем. Изучаемое явление должно быть представлено в таком виде: должны быть выделены некоторые элементарные составляющие объекты, а также элементарные акты, в которые они вступают между собой, и те преобразования объектов, которые происходят при осуществлении этих актов. Кроме того, должен быть описан некоторый интегральный режим, в котором эти акты совершаются (либо строго по очереди, либо в случайном порядке, либо порядок актов выбирается некоторым комплексом логических условий и т. д.). Затем строится программа, в которой определённым объектам соответствуют определённые ячейки памяти, определённым актам – некоторый комплекс машинных операций, и обеспечивается то, что преобразование ячеек, изображающих объекты, посредством этих актов в точности соответствует тем преобразованиям реальных объектов, которые совершаются реальными актами. Кроме того, в машине обеспечивается порядок осуществления актов, который соответствует реальному процессу. При помощи такой программы машина «разыгрывает» соответствующую модель, т. е. осуществляет процесс, адекватный тому процессу, который имеется в действительности. По прошествии определённого времени машина выдает картину, которая с должной степенью точности соответствует той картине, которая должна была бы наблюдаться в действительности. При построении такой модели основным обстоятельством является точное соответствие функционирования модели функционированию реального процесса, т. е., как говорят математики, изоморфизм обоих процессов. Такое моделирование производится обычно в несколько этапов. В самом деле, трудно обеспечить сразу правильное соответствие всех отношений, учтённых в модели, и тех отношений в реальном процессе, которые обеспечивают инте-

гральную картину, к которой он приводит. Поэтому первый этап работы состоит в том, что строится грубая модель, её функционирование сопоставляется с действительностью, и затем на основе этого сопоставления модель совершенствуется. Нередко последовательное улучшение модели проводится несколько раз. И только тогда получается хорошее соответствие модели действительности. Зато после того, как модель отлажена, возникает возможность экспериментирования с этой моделью и выяснения целого ряда особенностей реального процесса, которые было бы чрезвычайно трудно установить без помощи модели.

Приведём в качестве примера модель конвейера трубопрокатного завода, которая была разработана Н.П. Бусленко с сотрудниками. История вопроса состоит в следующем. На одном из трубопрокатных заводов был построен конвейер, рассчитанный на определённую пропускную способность. Однако на практике достичь проектной пропускной способности оказалось невозможно. Процесс начал сбиваться, и конвейер выдавал брак. Исчерпав возможности по наладке конвейера, инженеры обратились к математикам. Математики составили математическое описание конвейера, построили программу для моделирования этого конвейера в ЭВМ и скоро обнаружили, что причиной сбоя работы конвейера является недостаточный объём некоторых бункеров, в которых обрабатываемые объекты ожидают очередных операций. Им удалось определить целесообразный объём бункеров, и это позволило наладить нормальную работу конвейера. Далее оказалось, что небольшое изменение проекта позволяет при тех же затратах создать конвейер ещё большей пропускной способности. Это было принято во внимание при проектировании следующего конвейера.

Более или менее аналогично могут строиться математические модели функционирования тех или других систем органов, входящих в состав организма человека или животного, модели систем биохимического синтеза, протекающего в клетке, программы для получения машинного перевода с одних языков на другие, т. е. в некотором смысле машинно-математическое моделирование деятельности человека-переводчика и т. п. Математические модели реальных процессов могут использоваться как для изучения этих процессов, так и для управления реальными процессами. По сути дела, автоматическое управление процессом плавки металла или процессом создания определённых полимеров также является моделированием деятельности человека, управляющего этим процессом.

Из всего изложенного выше вытекает, что в наше время существенным образом меняются требования к характеру математи-



ческой работы, а также характеру знаний математиков и характеру математических знаний представителей других профессий. Современное проникновение математики в самые различные сферы человеческой деятельности ведёт к тому, что постановка математических задач прикладного характера требует весьма глубоких знаний, относящихся, с одной стороны, к самой математике, с другой – к той области знаний, к которой относится изучаемая задача. Кроме того, эти задачи требуют умения полноценно использовать вычислительные машины.

Объём знаний и характер индивидуального опыта, органически требуемый прикладными задачами, часто далеко превосходят возможности одного человека. Поэтому экспансия математической мысли с необходимостью ведёт к возникновению больших коллективных научных исследований. Такие исследования требуют специальных форм организации науки. Эти коллективные исследования с высоким уровнем использования математической мысли предъявляют весьма специальные требования к системе народного образования. Каждый член коллектива должен не только уметь делать своё дело, но он должен уметь плодотворно взаимодействовать со своими товарищами по работе, как правило, представителями других профессий.

Старая формула, что каждый человек должен знать всё о многом и понемногу обо всём, оказывается неприменимой. Действительно, нужно знать, если не всё, то весьма многое о том, что относится непосредственно к твоей профессии, а кроме того, нужно иметь широкий кругозор, т. е. общие представления о самых разных, по возможности обо всех, сферах человеческой деятельности. Чрезвычайно важно иметь достаточно глубокие знания в тех смежных областях, с представителями которых предстоит взаимодействовать, и нужно уметь понимать язык, на котором говорят представители этих профессий. Это определяет требования, предъявляемые к системе народного образования.

### **Требования, предъявляемые к фактическим знаниям**

Широкое внедрение математической мысли в систему человеческих знаний предъявляет весьма своеобразные требования к самим эмпирическим знаниям. Основным является то, что математический подход приводит фактический материал в некоторую цельную систему и в определённых рамках обеспечивает достоверность знаний. Однако такой математический подход может быть развит только при наличии определённых условий. Исходный материал должен быть достоверным, объективным и обладать доста-



точной степенью точности и полноты. Это вовсе не значит, что исключаются знания описательного характера. Отнюдь нет. Тщательное описание эмпирического материала является необходимым элементом для возможности построения точной системы знаний. Однако субъективный элемент, представления вкусового характера, а также расплывчатые и неточные описания теряют смысл. Попытка приложения математических методов к тем или иным областям науки нередко обнаруживает неполноту материала, которым эта область науки располагает, и вызывает необходимость в приобретении новых эмпирических знаний.

Математические методы могут прилагаться к материалу других областей науки очень по-разному. В качестве первого подхода отметим подход математической статистики, который позволяет рациональным образом обобщать эмпирические факты, оценивать необходимый объём эмпирических работ для получения достаточно надёжных результатов, а также сопоставлять между собой статистические данные разного происхождения с целью суждения об одинаковости или неодинаковости материала, относящегося к нескольким различным статистическим выборкам. Каждая статистическая обработка требует формулировки некоторого комплекса статистических гипотез, причем, с одной стороны, гипотез, которые в рамках данной работы принимаются безоговорочно, а с другой, – гипотез, которые в рамках данной работы подлежат проверке. На основе такой формулировки задачи должна быть поставлена математическая задача. Методы статистической обработки должны выбираться в строгом соответствии с этой математической задачей. Недооценка этого подхода нередко приводит к досадным ошибкам и к некорректным употреблением математической статистики, что в свою очередь ведёт к разнообразным ошибкам и необоснованным рекомендациям.

Второй вид математического подхода к разным вопросам состоит в следующем: часто бывает, что одна область науки использует устоявшийся материал, разработанный другой областью науки. Например, в различных технических науках широко пользуются механикой или электротехникой. В различных экспериментальных работах биологического, химического или технического характера используют общепринятые представления, относящиеся к области физики, химии и т. д. Однако нередко использование этих общепринятых научных представлений приводит к необходимости решения некоторых математических задач – решения каких-то дифференциальных уравнений, вычисления некоторых функционалов, изучения поведения некоторых функций и т. д. Здесь математика

выступает как аппарат, прилагаемый к модельным представлениям, подготовленным другой областью науки. Роль математики состоит в том, чтобы дать возможность приложить устоявшееся представление одной области науки к частной задаче, возникающей в другой области науки. В таком плане математика выполняет огромное количество чрезвычайно существенных, полезных обязанностей в рамках как естественных, так и технических наук.

Однако за последнее время получает распространение третий вид использования математики в разных областях знания. В тех случаях, когда нет сложившихся представлений, на которые можно надёжно опираться, приходится вырабатывать новые теоретические концепции одновременно с разработкой новой эмпирической области. Нередко случается, что математический подход в таких вопросах непосредственно поджимает исследователей эмпирического материала. Тогда приходится одновременно собирать и систематизировать эмпирический материал и конструировать математические модели, при помощи которых можно пытаться объяснить изучаемые явления. Здесь приходится разрабатывать систему необходимых математических понятий и выяснять те внутренние связи между объектами и явлениями, которые должны составлять основу теории. В связи с этим, большое распространение приобретает аксиоматический метод, который весьма удобен для того, чтобы фиксировать тот комплекс эмпирических сведений, которые включаются в теоретическую схему. Именно аксиоматический метод позволяет в отчетливой форме зафиксировать основные классы существенных объектов, а также классы существенных отношений между объектами, которые определяют основные интегральные черты изучаемого явления. Опять-таки здесь бывает необходим метод последовательных приближений. Конструируется первая математическая модель, она исследуется, выясняется характер её недостаточности, она дополняется. И так поступают до тех пор, пока не получают практически достаточно точного соответствия между аксиоматической моделью реальной картины и картиной, наблюдаемой в действительности. Такой путь сейчас широко используется в технических науках, в вопросах экономики и социологии, в вопросах биологии и лингвистики, нередко в таких разделах, которые ещё несколько десятилетий тому назад казались недоступными для математического изучения.

В то же время, широкое использование математических методов в этих областях привело к очень быстрому научному прогрессу и к возможностям новых и очень богатых приложений. Одновременно фактический материал этих наук претерпел далеко идущее

преобразование именно в сторону получения объективных, надёжных и достаточно точных исходных данных. Приведем некоторые примеры.

Ещё в 20-х годах итальянский математик В. Вольтерра построил простейшие математические модели борьбы за существование. Он разработал некоторые типы функциональных уравнений, которые описывают кинетику сообществ живых существ. В последние годы эта работа получила новое развитие. В частности, И.А. Полятаев и его сотрудники сумели описать с помощью уравнений аналогичного типа значительно более сложные типы ценозов (т. е. сообществ) и дали общие методы для математического описания весьма разнообразных классов биологических сообществ. В самое последнее время делаются попытки изучения биологических сообществ с учетом их пространственной неоднородности. Это особенно важно, например, при изучении водных сообществ, где распределение живых существ существенным образом меняется с глубиной. Для таких сообществ удается написать систему уравнений в первом приближении. Однако возникает необходимость сбора целого ряда исходных данных, чтобы можно было воспользоваться этой теорией. Во всяком случае, складывается впечатление, что естественнонаучные представления и эмпирические данные, необходимые для такой математической теории, получить возможно.

Совсем не так обстоит дело с разработкой более детальной теории сухопутных сообществ. Попытки описания кинетики сухопутных сообществ математическими методами натолкнулись на неожиданное препятствие. Оказалось, что естественнонаучные представления о движении соков в растениях далеко не достаточно полны, чтобы лечь в основу при составлении таких уравнений. После некоторого периода дебатов между математиками и биологами, по-видимому, возникла точка зрения, что этот вопрос должен быть подвергнут детальному лабораторному изучению с тем, чтобы можно было выяснить, на что опираться при построении математической теории. Я думаю, что такого рода обстоятельство, как обнаружение неполноты естественнонаучных представлений при попытке построения математических теорий, несомненно является полезным вкладом математики в естественные науки.

Во многих случаях разработка математических моделей показывает значительную дисгармонию в развитии эмпирических знаний. Так, например, если сопоставить морфологические работы в рамках биологии с работами по изучению функционирования организмов или органов в широком смысле (сюда входят такие области, как физиология, учение об онтогенезе, биогеоценология, а

также теория эволюции и учение о биосфере в целом), то приходится отметить, что изучение структур привлекает к себе гораздо большее внимание, чем изучение функционирования этих структур. В то же время, для использования на практике существенно именно понимание функционирования структур. Попытки математического описания процессов, протекающих в живой природе, нередко разбиваются именно о недостаточную полноту структурно-функциональных представлений при наличии весьма детальных исследований самих структур.

Ещё более разительные примеры можно привести из области организации производства. Математические подходы к этим вопросам нередко показывают, что для целесообразного управления производством оказываются необходимы фактические данные, которыми в действительности не пользуются, а также, что многие потоки информации, на обеспечение которых затрачивается огромный труд, функционируют вхолостую, т. е. эти потоки не оказывают влияния на принятие решений по управлению производственными процессами. Во многих случаях это является результатом того, что развитие реальных систем управления производством протекает так, что при расширении производства появляются новые элементы управления. Постепенно те или другие функции переходят от одних звеньев управления к другим. Однако, как правило, однажды созданные управляющие инстанции сохраняются весьма долго и упраздняются только в исключительных случаях. В результате возникает много дублирующих друг друга инстанций и много каналов информации, которые не оказывают реального воздействия на производственный процесс. Детальное математическое моделирование управления производственным процессом позволило бы выяснить, какие звенья системы управления не нужны, а может быть, позволило бы прийти к более рациональной системе управления в целом.

### **Новые требования к научной теории**

С точки зрения использования математической абстракции можно выделить четыре разных уровня научных теорий.

Первый уровень – это эмпирическое обобщение. Сюда относятся теория эволюции Дарвина, рефлексология Павлова, учение о биосфере Вернадского, хромосомная теория наследственности. Именно эти теории составляют *теоретическое естествознание*.

На почве общих представлений теоретического естествознания с учётом основных естественнонаучных закономерностей формируются различные математические модели естественнонаучных яв-

лений, которые образуют *математическое естествознание*. В рамках математического естествознания можно выделить следующие три уровня теорий, различающихся между собой с некоторыми общеметодологическими позициями.

К первому из них следует отнести математические модели индивидуальных явлений. Например, математическая теория движения муравьев в окрестности муравейника, математическая теория движения крови в сосудах, математическая модель сердца.

Далее идут математические теории некоторых классов явлений, допускающих единое математическое описание. Здесь имеются в виду классы изоморфных между собой явлений. Например, изучение ламинарного потока жидкости, изучение магнитного, гравитационного или электростатического поля при помощи гармонических функций. Описание тех или иных физических явлений, обладающих определёнными свойствами симметрии, при помощи теории групп, а также описание задач типа математической физики на языке функционального анализа. Характерным для этого подхода является то, что строится общая математическая концепция, адекватно описывающая целый класс явлений, и изучаются её свойства. А дальше этот математический язык используется для описания тех классов явлений, где соответствующая концепция с достаточной степенью точности приложима.

Наконец, третьим уровнем абстракции являются такие математические модели, где формальному описанию подлежат не только свойства изучаемых объектов, но и процедура логического обращения с ними. Это бывает нужно в тех случаях, когда природа вопроса такова, что логические средства обращения с объектами оказываются поневоле ограниченными. Например, изучая функционирование человеческого сознания, мы можем описать отдельные акты, выполняемые сознанием, но мы не можем составить перечень всех таких актов. Описывая структуру человеческого общества, мы можем описать отдельные его ячейки или отдельные закономерности, которые мы наблюдаем на ограниченном материале, но мы не можем составить полного описания всей структуры человеческого общества, так же, как, изучая систему человеческих знаний или человеческий язык, мы всегда связаны тем, что мы можем использовать сопоставление лишь в рамках ограниченного материала. Поэтому рассуждения такого характера, где мысленно нужно представить себе выполненным полный перебор всех имеющихся вариантов, нельзя считать дозволенными, несмотря на то, что с формальной точки зрения набор этих вариантов конечен. Однако их перебор выходит за пределы человеческих возможнос-

тей. В таких случаях нам приходится рассматривать математические модели изучаемых явлений, в которых формализуется не только изучаемый материал, но и сами процессы изучения. Другими словами, если предыдущий уровень требовал представлений теоретико-множественного характера, то данный уровень требует представлений логико-математического характера.

Существенно новые требования к строению научных теорий предъявляет также сам характер тех эмпирических знаний, которые человечество приобретает в течение последних десятилетий. Существенной и давно отмечавшейся чертой этих знаний является то, что процесс получения знаний о некотором природном явлении не остается безразличным по отношению к течению самого явления. Исследователь, изучая определенное природное явление, оказывается вынужден вмешаться в его течение и нарушить его естественный ход. Примеров этому можно принести весьма много из разных областей знаний. В области физики экспериментатор, работающий с элементарными частицами, чтобы пронаблюдать состояние или положение некоторой частицы, должен ударить её другой частицей и зафиксировать происшедший эффект. При этом состояние первой частицы изменяется. В теории относительности приходится считаться не только с системой координат изучаемого объекта, но также и с системой координат наблюдателя. В биологии для изучения процессов, протекающих в клетке и обеспечивающих её жизнедеятельность, приходится умерщвлять клетку, рассматривать сохранившиеся там структуры и только косвенным образом делать заключение о процессах жизнедеятельности.

Однако ещё более разительные явления происходят в сфере изучения функционирования человеческого сознания. Наблюдения за функционированием сознания осложняются тем, что точная передача от одного человека к другому того, что происходит в сознании первого, чрезвычайно затруднена. Поэтому приходится наблюдать самого себя. Однако если человек наблюдает работу своего сознания, то его сознание работает не так, как обычно. Если бы даже можно было осуществлять передачу функционирования сознания одного человека сознанию другого человека, то то же самое явление возникло бы у того человека, который должен был бы описать функционирование своего сознания.

При изучении языка, т. е. основного средства передачи информации между людьми, возникает необходимость развития точных математических методов и математических моделей функционирования языка. Затем приходится эти точные результаты сопоставлять с реальным языком. Один и тот же текст может выступать

как исходный человеческий текст, как текст на точном искусственном языке, служащем для описания реального языка, а также как текст реального языка, подвергающегося изучению со стороны точной системы. Таким образом, *изучаемый объект оказывается существенным образом неотделим от процесса его изучения*. Пожалуй, в наиболее резкой форме это обстоятельство проявляется в рамках математической логики, которая занимается изучением общих принципов получения умозаключений и при этом сама пользуется теми же умозаключениями.

В таких условиях получение фактического материала и его математическая обработка оказываются в совершенно особом положении. Очень часто без далеко идущей математической модели из фактического материала невозможно приобрести достоверные и обстоятельные сведения. Это говорит о том, что роль математики в таких областях, которые ранее от неё были весьма далеки, оказывается сейчас чрезвычайно большой. Фактически образ мыслей, связанный с далеко идущей абстракцией, является абсолютно необходимым в этих разделах науки. В этой связи значительная часть привычных старых представлений требует существенного пересмотра, так как часто оказывается, что различные части прежних эмпирических сведений собирались в несопоставимых между собой обстановках и поэтому они не могут объединиться в цельную систему при отсутствии некоторой абстрактной модели, выявляющей взаимоотношения между теми обстановками, в которых разны фактические сведения приобретались.

И ещё одно обстоятельство, крайне характерное для современного этапа развития науки и теснейшим образом связанное с математизацией современных человеческих знаний. Разработка новых областей требует больших фактических знаний, относящихся к изучаемым областям, высокоразвитой математической мысли, а подчас – использования вычислительных или логических операций. Сейчас нет людей, которые в равной степени являются специалистами всех трех профилей. Поэтому совершенно необходимым оказывается тесное взаимодействие представителей разных профессий при разработке принципиально новых научных областей. Как правило, союз математиков, инженеров-электронщиков и специалистов в области, о которой идёт речь, оказывается необходимым. Однако ни система образования, ни система организации науки такой совместной работе не благоприятствуют. Хуже всего то, что, как правило, специалист одной области не умеет понимать язык специалиста другой области. Это особенно резко проявляется в гуманитарных науках. Взаимодействие представителей гумани-

тарных наук с математиками крайне затруднено тем, что каждый из них имеет смутное представление о характере интересов другого и плохо понимает его язык. Наше узкопрофессиональное высшее образование, которое подготавливает узких специалистов, чрезвычайно затрудняет развитие тех направлений науки, которые требуют взаимодействия разных специальностей. Если в области техники это обстоятельство как-то преодолено, в области экономики сейчас многое делается для его преодоления, то в таких областях науки, как лингвистика, социология, литературоведение, история, а до недавнего времени и философия, контакты с математикой в нашей стране развивались очень плохо. Впрочем, нужно с удовлетворением отметить, что за последнее время в сфере философии происходят значительные сдвиги и что широкие круги философов начинают интересоваться математическим подходом к философской проблематике, а среди математиков всё больше и больше появляется людей, живо интересующихся проблемами философии. Некоторые элементы этого есть и в лингвистике. Однако это ещё далеко не достаточно.



## **О РОЛИ ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫХ КОНЦЕПЦИЙ В РАЗВИТИИ ОСНОВ МАТЕМАТИКИ.**

**Дескриптивная теория множеств  
и теория алгоритмов. Н.Н. Лузин и П.С. Новиков\***

В развитии математики можно отметить одно существенное обстоятельство, весьма общего характера: в целом математика развивается под давлением двух своеобразных факторов. Один из них – это появление новых задач, которые оказываются недоступными для существующих методов, они вызывают возникновение новых конкретных идей и создание новых математических методов. Другой фактор заключается в том, что, по мере накопления новых математических методов и новых подходов к различным задачам, с одной стороны обнаруживается родство некоторых из этих подходов между собой и возникают обобщающие концепции. С другой стороны, усиление и расширение возможностей математики настоятельно требует пересмотра её основ, её гносеологических концепций. Оно вызывает возникновение внутри математики новых основополагающих точек зрения, которые обычно первоначально проявляются в ограниченной группе вопросов, принявших критический оборот, а затем постепенно распространяются по всей математике и нередко входят как обязательные составляющие в фундамент всей математики в целом.

Мы не ставим перед собой задачи рассмотрения истории всей математики с описанной здесь точки зрения и только приведём некоторые примеры.

После того переворота, который произвело в математике создание дифференциального и интегрального исчисления Ньютоном и Лейбницем, вплоть до начала 19-го века происходило бурное развитие идей классического анализа. При этом понятия функции, непрерывности, сходимости использовались интуитивным образом.

Это вызвало чувство неудовлетворённости у многих математиков (напомним переписку Эйлера и Даламбера о понятии произвольной функции, о проблеме аналитической представимости

---

\* Написано в 1971 г., публикуется впервые.– *Ред.*

функций и о представлении функции посредством тригонометрических рядов). Однако, вплоть до работ Коши, где были выяснены понятия предела и непрерывности, и до работ Римана и Лобачевского, в которых было дано определение понятия функции, математический анализ покоился на чисто интуитивной основе. Казалось, что представление о математической строгости, характерное для античной математики, было утрачено. После работ Римана и Коши фактически возникает период ревизии всех понятий математического анализа и проведения в математическом анализе новой идеологии, связанной с установлением теории существования, и стремлением к тому, чтобы не только давать точные определения, но и характеризовать границы их применимости (интеграл Римана, теорема о существовании решений дифференциальных уравнений). Очень скоро оказалось, что для «универсального» обоснования математического анализа этих концепций недостаточно. Проявляется шаткость понятия действительного числа. С новой точки зрения воспринимается то, что ещё во время Евклида проводилось различие между теорией отношений для чисел и для отрезков, последние могут быть несоизмеримы. В результате возникает теория действительных чисел (Дедекин, Вейерштрасс), за этим следует новый пересмотр анализа и теории аналитических функций, в котором огромную роль играет тот же Вейерштрасс. Однако вскоре и это оказывается недостаточным. Рассматривая представление разрывных функций при помощи тригонометрических рядов, Кантор приходит к теоретико-множественным концепциям. Приходится различать счётные и несчётные множества, а по отношению к счётным точечным множествам – приводимые и неприводимые множества. В связи с этим, с настоятельной необходимостью в математический анализ вторгаются трансфинитные процессы. Концепции актуальной бесконечности становятся для математики неизбежными. Кантор строит теорию мощности множеств и вводит трансфинитную индукцию. Начинается новый, очень далеко идущий пересмотр оснований математики с позиции теории множеств. И тут происходит катастрофа – в теории множеств обнаруживаются противоречия, связанные с использованием понятия множества всех множеств, а также с установлением соответствий между словесными формулировками и тем смыслом, который в них вкладывается (парадокс Рашара).

Невзирая на возникающие логические трудности, теоретико-множественные концепции победно шествуют по всей математике. Изменяется облик теории функций действительной и комплексной переменной (Борель, Лебег, Бэр); новая концепция меры и интеграла, выяснение возможностей операции предельного перехода,

новая точка зрения на природу аналитических функций, построение функций, неизобразимых аналитически; Фреше, Рисс – понятия топологических и линейных пространств, изучение их отображений; Биркгоф, Монтель, Данжуа – использование теоретико-множественных представлений и трансфинитной индукции при изучении дифференциальных уравнений, процесса интегрирования, тригонометрических рядов и семейств аналитических и квазианалитических функций; Борель и другие – использование теории множеств и теории меры в теории вероятностей. И далее, – возникновение таких областей науки как общая топология, функциональный анализ, абстрактная алгебра – всё это органически связано с тем, что новые теоретико-множественные подходы позволяют построить сильные методы, дающие возможность решать математические задачи в очень общей постановке. И всё это происходит при высшей степени шаткой логической основе теории множеств.

В связи с этим в самой теории множеств возникла весьма своеобразная ситуация. Большие успехи теоретико-множественных методов и наличие логических изъянов в обосновании самой теории множеств естественным образом привели к поискам новых точек зрения, которые позволили бы сохранить всё положительное содержание теории множеств и отсесть то, что ведёт к парадоксам.

Вопрос о поиске границы, отделяющей то, что допустимо, от того, что недопустимо, с особенной отчётливостью проявился в знаменитых пяти письмах, которыми обменивались по этому поводу Борель, Лебег, Бэр и Адамар. В этих письмах рассматривался вопрос о требовании эффективности или потенциальной осуществимости математических конструкций. В центре внимания оказалась аксиома произвольного выбора (аксиома Цермело). Дело в том, что множества, к которым она приводит, подчас совершенно не индивидуализированы, и вообще о множествах, которые появляются в цермелистских конструкциях, обычно очень мало можно сказать. По сути дела здесь описывается целый класс множеств, все представители которого в некотором смысле равноправны и мощность которого весьма велика. С помощью аксиомы Цермело строятся примеры неизмеримых множеств, доказывается, что всякое множество может быть вполне упорядочено. Борель, Лебег, Бэр рассматривали эти конструкции как незаконные на том основании, что их не удастся индивидуализировать. Напротив, Адамар в этих конструкциях не видел ничего недопустимого<sup>1</sup>. В то же время, начались поиски аксиоматических подходов к теории мно-

---

<sup>1</sup> Очень жаль, что эти письма до сих пор не опубликованы по-русски. (Прим. автора). – Статья написана в 1973 г. – Н.А. Ляпунова.

жеств, в которых были бы точно зафиксированы все возможности теоретико-множественных построений (система аксиом теории множеств Цермело, Бернаиса, фон Неймана и других).

Одновременно другой подход к основаниям математики разработал Гильберт. Его основная идея состояла в том, что математика должна целиком покоиться на представлении о конечном. Всё, что связано с понятием о бесконечном, должно быть обосновано конструкциями, лежащими в области конечного. Эта точка зрения получила название финитизма.

В этих условиях в 1915–1916 годах Н.Н. Лузин заинтересовался проблематикой теории множеств. Весьма возможно, что внешним поводом для этого явилось обнаружение ошибки в работе Лебега, который полагал, что проекция  $B$ -множества есть  $B$ -множество. К Лузину присоединились М.Я. Суслин и П.С. Александров. Они исправили ошибку Лебега, разработали теорию  $A$ -множеств, заложили основу теории проективных множеств. На почве этих работ у Лузина возникли глубокие и чрезвычайно существенные представления о роли бесконечного в математике.

Всё *конечное* является непосредственно данным и в принципе проверяемым экспериментально.

Понятие *бесконечного* по самому своему существу является абстракцией. Априори нет уверенности в том, что абстракция бесконечного однозначно определена. Однако надо думать, что даже если существуют разные варианты абстракции бесконечного, у всех этих вариантов с необходимостью имеется одинаково устроенная общая часть, и ветвления начинаются где-то в области «более далеких представлений».

Возникает задача об установлении границы, так сказать, абсолютной теории множеств и ветвящейся теории множеств. У Лузина возникла гипотеза, касающаяся природы этой границы. Однако сама эта гипотеза по необходимости носила некий расплывчатый характер. Он полагал, что неоднозначность возникает вследствие отрицательных определений. Так, он считал, что глубокое отличие  $A$ -множеств от  $CA$ -множеств состоит в том, что  $A$ -множества определены положительным образом как проекции множества типа (*неразборчиво!*), тогда как  $CA$ -множества определены как дополнения к  $A$ -множествам. Он придавал очень большое значение возможности разложения множеств в трансфинитную последовательность  $B$ -конституант и видел в этом возможность изгнания отрицательных определений при помощи трансфинитных процессов. В то же время, он полагал, что сами трансфинитные процессы некоторым образом отличаются от процессов инфинитных. Они име-

ют, так сказать, другую степень эффективности. С этим Лузин связывал то, что в непустом  $A$ -множестве удаётся эффективно указать точку, а в несчётном  $A$ -множестве – выделить совершенное ядро, тогда как в случае  $CA$ -множеств обе эти задачи вызвали огромные трудности в связи с тем, что определение проективных множеств высших классов требует многократного использования отрицательных определений. Лузин полагал, что при построении высших классов проективных множеств степень эффективности постепенно падает и выделяется всё больше и больше таких задач, для решения которых не имеется подходящих средств. К числу таких задач, в частности, он относил задачу об измеримости проективных множеств второго класса, а также задачу об установлении законов отделимости второго класса проективных множеств. С этими концепциями органически связано понятие резольвент. Резольвентой для некоторой задачи называется множество, обладающее тем свойством, что установление того, что оно является пустым, эквивалентно одному решению поставленной задачи, тогда как установление того, что это множество является непустым, эквивалентно другому решению этой задачи.

Для целого ряда нерешённых задач теории множеств Лузин построил резольвенты, являющиеся проективными множествами. Он стремился к тому, чтобы классифицировать нерешённые задачи при помощи проективного класса их резольвент. В некотором смысле эта классификация позволяла установить, в какой мере в данной задаче используются отрицательные определения.

Эти представления Лузина некоторым образом определили исходную позицию работ П.С. Новикова. С самого начала внимание Новикова было привлечено к установлению границы эффективного, т. е. к содержательному очерчиванию того рубежа, который отделяет доступные, или однозначно решаемые классическим образом задачи теории множеств, от задач, не решаемых в таком смысле. Ему удалось существенным образом отодвинуть границу эффективного, предположенную Лузиным. Указание точки в непустом  $CA$ -множестве и законы отделимости второго класса проективных множеств были получены в классическом смысле. Кроме того, он обнаружил, что указание точки в непустом  $CA$ -множестве не даёт возможности установить наличие совершенного ядра в несчётном множестве. Зато он показал, что из существования у каждого несчётного  $CA$ -множества константы, содержащей более одной точки, следует, что у каждого несчётного  $CA$ -множества имеется совершенное ядро. Здесь доступные задачи теории множеств оказываются предельно близкими к недоступным.

Таким образом, если раньше «критическими» задачами теории множеств являлись проблема континуума (ещё со времени Кантора) и аксиома Цермело (с начала XX века), то в 30-х годах выяснилось, что к числу таких же критических задач следует отнести задачи о построении совершенного ядра в несчётных  $CA$ -множествах, об измеримости проективных множеств второго класса и о законах отделимости для третьего класса проективных множеств, перед которыми остановилась дескриптивная теория множеств. Наконец, к числу этих задач можно было отнести известную проблему Суслина<sup>2</sup>. Именно в таком виде рисовалась общая картина теории множеств в конце 30-х годов после работ П.С. Новикова. К тому времени Лузин от задач теории множеств отошёл, идейное руководство областью перешло к П.С. Новикову. Всё больше складывалось впечатление, что для решения перечисленных здесь задач у классической теории множеств нет средств. Все попытки подхода к этим задачам, исходя из классических соображений, неизменно срывались. Всё говорило о том, что теория множеств настойчиво требует существенно новых подходов.

Здесь первый определяющий шаг сделал Курт Гёдель. Он присоединил к системе аксиом теории множеств аксиому конструктивности, показал, что если исходная система непротиворечива (что не установлено), то она остаётся непротиворечивой и после присоединения новой аксиомы, и установил, что в расширенной системе аксиом проблема континуума получает положительное решение, и оказывается справедливой аксиома Цермело. Кроме того, он заявил, что в построенной им системе существуют неизмеримые проективные множества второго класса и множества без совершенного ядра. Вскоре появилось подробное изложение двух первых вопросов, однако, два других вопроса в течение более 10 лет подробно изложены им не были.

П.С. Новиков очень высоко оценил работы Гёделя и существенным образом заинтересовался его подходом. Уже после войны он получил полное доказательство утверждений о том, что в системе Гёделя существуют неизмеримые  $B$ -множества и  $CA$ -множества без совершенного ядра. Кроме того, он установил, что в той же системе, начиная с некоторого класса проективных множеств, имеют место такие же законы отделимости, как и во втором классе

---

<sup>2</sup> Она формулируется так: Пусть имеется упорядоченное множество без лакун, характеризующееся тем, что всякая система попарно непересекающаяся его интервалом не более чем счётна. Спрашивается, подобно ли это множество континууму. (*Прим. автора*)

проективных множеств. Впоследствии Аддисон показал, что это имеет место, начиная с третьего класса.

Таким образом, оказалось, что ряд основных проблем, казавшихся недоступными для классической теории множеств, получил решение в рамках аксиоматики Гёделя. Долгое время было не ясно, является ли подход Гёделя единственным возможным.

Наконец, в 1963 году появилась работа Коэна, где вместо аксиом конструктивности Гёделя к обычным аксиомам теории множеств была присоединена существенно другая аксиома, и тоже было доказано, что если исходная система непротиворечива, то добавление новой аксиомы к противоречиям не ведет. Эта аксиома, так же как и аксиома конструктивности, уточняет возможности трансфинитной индукции, но делает это не так, как аксиома Гёделя.

В системе Коэна оказалось, что гипотеза континуума неверна и аксиома Цермело противоречива. Впоследствии были построены и такие условно-непротиворечивые расширения систем аксиом теории множеств, в которых всякое несчётное  $\aleph_1$ -множество имеет совершенное ядро и всякое множество оказывается измеримым. Есть такие системы аксиом, в которых проблема Суслина имеет положительное решение, а также такие, в которых она имеет отрицательное решение. Таким образом, работы по аксиоматической теории множеств показали, что те задачи, перед которыми остановилась классическая теория множеств, и, в частности, дескриптивная теория множеств, в классических условиях независимы. Они не имеют однозначного решения и действительно требуют специальных аксиом, как подозревал Лузин. В частности, отсюда следует, что дескриптивная теория множеств со своими задачами справилась полностью. Она сделала всё, что было в её возможностях, и остановилась перед задачами, которые в её рамках решения не допускают.

Нужно подчеркнуть, что решающую роль в оконтуривании изнутри возможностей дескриптивной теории множеств сыграл П.С. Новиков. Именно им были установлены результаты, которые очертили её возможности изнутри. В этом чрезвычайно глубокое и непреходящее значение теоретико-множественных работ П.С. Новикова. Кроме того, он сам принял деятельное участие и в установлении границы однозначного сверху – он получил ряд важных результатов, относящихся к аксиоматической теории множеств, решив ряд задач, не решаемых в классических рамках.

Принципиальная роль дескриптивной теории множеств в математике сказалась не только в том, что она подготовила почву аксиоматической теории множеств. В некотором смысле она под-



готовила почву для теории алгоритмов. Для дескриптивной теории множеств чрезвычайно характерны идеи эффективного построения всё усложняющихся классификаций и последовательного прослеживания того, как при продвижении по этой классификации постепенно угасают те или иные свойства объектов, а также самих классов.

Эти же идеи играют огромную роль в теории алгоритмов. Однако в теории алгоритмов на возможности конструирования объектов накладываются значительно более жёсткие требования эффективности, чем в дескриптивной теории множеств.

Соотношение отделимости, инвариантность классов относительно тех или других операций, возможность установления тех или иных отображений одних множеств, принадлежащих к определённому классу, на другие – всё это постановки вопросов, характерные для дескриптивной теории множеств и перешедшие из неё в теорию алгоритмов.

В то же время, в первый период своего существования теория алгоритмов была несколько изолирована в рамках математики. С одной стороны, она дала возможность её создателям (Эрбрану, Посту, Чёрчу, Клини и Тьюрингу) установить неразрешимость целого ряда проблем. С другой стороны, те проблемы, которые оказались доступными для методов теории алгоритмов, были сформулированы совершенно искусственным образом. Они не представляли сколько-нибудь общематематического интереса. Поэтому установление их алгоритмической неразрешимости выглядело как некоторый математический курьёз, заставляющий задуматься, но не имеющий самодовлеющего значения.

П.С. Новиков заинтересовался возможностями теории алгоритмов и получил результат, в корне изменивший её положение внутри математики. Он установил алгоритмическую неразрешимость проблемы тождества в теории групп. За этим результатом последовала целая серия других результатов, полученных частью самим П.С. Новиковым, частью его непосредственными учениками, частью другими математиками. Ими была установлена алгоритмическая неразрешимость целой серии задач, долгое время стоявших в математике. Большое значение теории алгоритмов в математике в целом проявилось. Однако долгое время она служила только для установления отрицательных результатов. Возникла столь характерная для дескриптивной теории множеств проблема очерчивания границы, отделяющей алгоритмически разрешимое от алгоритмически неразрешимого. Однако средства теории алгоритмов служили лишь для обрисовывания этой границы извне. Изнут-



ри эта граница обрисовывалась по-прежнему традиционными математическими методами.

И здесь опять П.С. Новиков сыграл пионерскую роль. Используя идеи теории алгоритмов, П.С. Новиков вместе с С.И. Адяном получили неожиданное решение классической проблемы Бернсайса. После этого постепенно теоретико-алгоритмические идеи стали служить не только для установления алгоритмической неразрешимости некоторых проблем, но и для построения алгоритмов, решающих проблемы. Сейчас идёт интенсивная работа в разных направлениях по установлению этой границы.

### РАЗМЫШЛЕНИЯ О МЕСТЕ ИСКУССТВА В РАЗВИТИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Очень часто в самых разных кругах нашего общества возникает вопрос о том, какова роль искусства в наше время. Одни склонны отвечать на этот вопрос, что роль искусства во все времена одна и та же. Искусство доставляет человеку эстетическое наслаждение и облагораживает его. Другие, напротив, считают, что во все времена в прошлом искусство играло большую роль в формировании мировоззрения человека, однако сейчас мировоззренческая роль точных знаний настолько возросла, что роль искусства в этом вопросе сведена на нет. Тем самым общечеловеческое значение искусства утрачено. Подтверждение этого тезиса видят ещё и в том, что некоторые течения в современном искусстве для значительного числа «непосвящённых» становятся всё менее и менее понятными.

Должен признаться, что я не разделяю ни той, ни другой из этих крайних точек зрения и считаю вполне закономерным и даже необходимым активный поиск новых художественных задач и новых подходов к трактовке художественных произведений. Однако мне кажется, что такой непосредственный поиск нужно сочетать с некоторыми общими размышлениями и даже с историческими аналогиями.

Роль искусства в человеческом обществе можно воспринимать с разных точек зрения и, вероятно, только сопоставление этих различных точек зрения будет действительно плодотворным. Но для такого сопоставления, которое должны провести сами работники искусства, целесообразно чтобы различные точки зрения были высказаны достаточно обстоятельно и, по возможности, мотивированы. Ввиду этого, отнюдь не будучи специалистом в области искусства, я хотел бы высказать имеющиеся у меня представления о месте искусства в человеческой культуре.

Представляется, что *одной из важнейших задач искусства является широкое (вполне возможно, что интуитивное) распространение среди людей того образа мыслей, который в данную эпоху выработывается научно-творческой частью человечества*. Мне хочется привести некоторые исторические соображения, подтверждающие эту точку зрения, и отметить некоторые вопросы, возникающие на этой почве и касающиеся современности.

По причинам скорее субъективного характера во всем последующем изложении я буду опираться главным образом на материал изобразительного искусства. Думаю, что привлечение других видов искусства не отвергнет развиваемой точки зрения.

## I

Начнем с рассмотрения искусства **Древнего Египта\*** в связи с общими представлениями о состоянии научных знаний древних египтян.

По-видимому, в эту эпоху сколько-нибудь цельных и систематизированных знаний о природе не было. Отсутствовали целостные научно-философские системы. Человеческие знания носили разрозненный характер. Они были достаточно крепко привязаны к тем или иным видам человеческой деятельности или к религиозным представлениям. Так, сведения по геометрии приобретались на почве землемерных задач и были с ними органически связаны. Знания в области арифметики складывались из задач, возникающих при взимании налогов, заключении торговых сделок, распределении доходов, а также в связи с магией чисел, которой занимались жрецы. Сведения по астрономии и служба календаря были вызваны необходимостью предсказаний разливов Нила для нужд сельского хозяйства. Некоторые сведения из области механики использовались в строительном деле, а несложные физические эксперименты использовались жрецами при богослужениях для придания обрядам таинственного, мистического характера.

В полном соответствии с этим, искусство Древнего Египта в течение многих веков показывало характер социальных взаимоотношений. Оно изображало различия в социальном положении людей, а также различные трудовые процессы. Содержанием художественных произведений являются разнообразные типы отношений между людьми и участие человека в трудовых процессах, охоте и военных действиях. В то же время, целостного изображения жизни в египетском искусстве на протяжении многих столетий нет. Исключением является эпоха Эхнатона – Тутанхамона. Фараон Эхнатон предложил резкое изменение мировоззрения, и в связи с этим, резко изменился характер искусства. Установленный Эхнатоном культ Атона сильно отличался от традиционной древнеегипетской религии – культа Амона-Ра. Характер культа Амона-Ра был крайне мистическим. Очень большая роль отводилась жрецам – выразителям воли богов. Считалось, что события, происхо-

---

\* Здесь и далее выделение п/ж шрифтом – моё.– *Н.А. Ляпунова.*

дящие в природе, непосредственно диктуются волей богов. Культ Атона, установленный фараоном-бунтовщиком Аменхотепом IV, переименовавшим себя в Эхнатона, носил совсем другой характер. Божество представлялось в более абстрактном виде, но всё же оно определяло в некотором роде законы природы, согласно которым естественным образом развёртывались события в природе. Роль жрецов была сильно уменьшена. Большое значение приобретало непосредственное созерцание природы человеком. Схематизм, монументальность и иероглифичность искусства уступили место в этот период гораздо более интимному изображению человека и человеческих отношений. Общая идеология культа Атона, до некоторой степени созвучная гораздо более поздним религиям, была чужда древним египтянам. Религиозная реформа Эхнатона была уничтожена жрецами вскоре после его смерти. Возврат к культу Амона привёл к возрождению прежних традиций в искусстве.

## II

Совсем другой характер носит наука **Классической Греции**. Для неё характерны синтетические устремления как в области философии и натурфилософии, охватывающих всё естествознание в целом (например, труды Аристотеля), так и систематизация знаний в конкретных областях науки. Здесь можно напомнить о «началах» Эвклида, где дана систематизация сведений по геометрии и по арифметике, или космографическую систему Птолемея, которая по сути дела представляла собой некоторую математическую модель космоса, позволявшую рассчитывать движение планет на фоне неподвижных звезд. Греческие мыслители, как, например, Платон, Демокрит, Пифагор или Сократ, строили целостные представления о мире и объясняли в своих концепциях большое количество различных конкретных сведений. Гиппократ и Геродот с таких же позиций рассматривали медицину, историю и географию.

И снова можно видеть, что в полном соответствии с научным образом мысли древних греков находится их искусство. Оно даёт идеализированное представление о человеке. Прекрасные формы человеческого тела при отсутствии индивидуализации, синтетический подход к человеческой красоте – таковы прекрасные, но бесстрастные фигуры VI – начала V веков до н.э. (В качестве примеров можно привести «Афину» Фидия, «Дорифора» Поликлета, «Афродиту Книдскую» и «Гермеса» Праксителя и даже более позднюю «Афродиту Милосскую»). В более поздние времена – V–III века до н.э. – большое внимание уделяется действиям человека, его движениям, прекрасной абстрактной пластике (примерами могут

служить «Дискобол». «Афина и Марсий» Мирона, «Вакханка» Скопаса, «Афродита» Дойдалса). И только во II веке до н.э., вероятно, в связи с установившимися контактами с чрезвычайно активным, деятельным Римом, в греческом искусстве находят место индивидуальные эмоции («Пергамский алтарь», «Лаокоон», «Умирающий галл»).

### III

Мировоззрение **Средневековья** проникнуто духом схоластики и религии. Критерием истины для самых различных областей служит сопоставление со священным писанием. Так, например, представлениям Коперника о Солнечной системе всерьёз противопоставляли библейский рассказ о том, что иудейский вождь Иисус Навин словами: «Солнце, остановись!» – задержал заходящее солнце над горизонтом и тем самым продлил день, когда это было важно иудеям для достижения окончательной победы в сражении. В этом рассказе находили непреложное «доказательство» того, что не Земля вращается вокруг Солнца, а Солнце вращается вокруг Земли. Средневековые религиозно-философские учения были направлены на возвеличение бога, на противопоставление божественного человеческому. Они призывали человека к умерщвлению плоти для спасения души. Они совершенствовали искусство логических рассуждений для того, чтобы всё более и более изощренными способами перетолковывать туманные тексты священного писания и согласовывать с ними объективные сведения, постепенно добываемые человечеством.

В полном соответствии со средневековой мыслью находится средневековое искусство. Оно прославляет величие бога, призывает человека к богу, подчёркивает в образе человека черты, ценимые христианской религией, интерпретирует изображаемые события под религиозно-схоластическим углом зрения. В то же время, средневековое искусство с большой силой ставит национальные, государственные и общественные проблемы. Оно оказывает большое вдохновляющее воздействие, воспекает силу духа, преданность идее и содействует объединению людей в общественно-политических, идеологических и военных вопросах, а также в вопросах, связанных с охраной национальных традиций и сохранением религиозного и национального единства.

### IV

Эпоха **Возрождения**, включая XVII век, представляет собой во всех областях человеческой деятельности бурный протест против

схоластического Средневековья. Критерием истины становится эксперимент. Развивается сознательное экспериментальное изучение природы, тесно связанное с практикой. Великие мореплавания, изучение анатомии на трупах, экспериментальное изучение законов механики, изучение законов движения жидкостей и газов, основы электростатики и магнетизма, астрономические наблюдения с помощью оптических инструментов – вот далеко не полный перечень новых областей экспериментального естествознания, возникших в эпоху Возрождения. Для всех этих областей характерно стремление к получению рациональных знаний о природе и к освобождению человеческого интеллекта от средневековой схоластики.

Искусство этой эпохи по своему духу вполне соответствует общему строю научной мысли. Оно, прежде всего, обращается к реальной действительности. Оно стремится изобразить живого человека, его чувства и переживания, взаимоотношения между людьми. Нередко пейзажи, архитектурные детали и прочие аксессуары играют роль фона или обрамления, тогда как основным содержанием произведения является человек и его эмоции. Религиозные сюжеты отнюдь не исчезают, но они трактуются совсем не так, как в эпоху Средневековья. Они дают только тему или лейтмотив произведения. Раскрытие образа совсем не связано с традиционной религиозной концепцией. Мадонна с младенцем превращается в очаровательную мать с ребёнком (вспомните «Мадонну Коннестабиле», «Мадонну со шеглёнком» Рафаэля и «Мадонну Бенуа» Леонардо да Винчи). Даже социально-философские проблемы священного писания трактуются в реалистическом общечеловеческом плане («Динарий кесаря» или «Се человек» Тициана). Предельная экспрессивность Эль Греко, оваянная своеобразной религиозной романтикой, в корне чужда средневековому аскетизму. Искусство Возрождения – это протест против средневекового искусства, скованного традиционными рамками религиозной философии.

## V

В дальнейшем, **на протяжении XVIII–XIX веков** развитие человеческой культуры шло под знаком накопления объективных сведений о природе, их систематизации и создания стройных естественно-научных теорий. Огромную роль, как, впрочем, и во все предыдущие эпохи, играла математика, которая всегда вырабатывала комплекс абстрактных, отчетливых идей и аналитический аппарат, позволяющий объединять, систематизировать и объяснять большой комплекс разнообразных фактических сведений о природе.

Искусство этой эпохи, несмотря на смену сюжетов и стилей, в каком-то весьма общем смысле, продолжает замечательные традиции, идущие из эпохи Возрождения. И это вплоть до конца XIX века.

## VI

**На рубеже XX века** конкретное изучение природы доходит до таких пределов, когда независимое рассмотрение изучаемого объекта и процесса его изучения оказывается во многих случаях затруднительным. В теории относительности приходится считаться как с координатной системой наблюдаемого объекта, так и с координатной системой наблюдателя. Квантовая физика изучает такие явления, где наблюдения с необходимостью изменяют течение явления. Изучение процессов жизнедеятельности клетки требует подчас её умерщвления, т. е. прекращения изучаемых процессов. Точные методы изучения языка требуют выработки точной системы понятий для описания реального «точного» языка. Сама выработка этих понятий и их определение делаются на обычном «неточном» языке. Изучение процессов функционирования сознания нередко требует наблюдения над самим собой, так как процессы обмена информацией между людьми подчас слишком грубы, чтобы можно было воспользоваться наблюдением над другим человеком. В то же время, при наличии самонаблюдений функционирование сознания отлично от обычного. Всё это ведет к тому, что непосредственные результаты эксперимента, в отличие от предыдущей эпохи, ещё не являются положительным знанием. Возникла необходимость развития абстрактных теорий естественно-научных явлений.

Такого рода теории возникали, конечно, и в предыдущие эпохи, однако, характер абстрактных представлений был существенно другим, теории охватывали лишь общие представления об изучаемом объекте. Для теорий новейшего времени характерно то, что единая абстрактная схема должна охватывать не только изучаемый объект, но и процесс его изучения. Наиболее типичным представителем этой новой абстракции являются математическая логика и теория алгоритмов. Здесь объектом изучения является процесс проведения умозаключений. В то же время, в процессе исследования, а также изложения полученных результатов пользуются теми же умозаключениями. При этом нередко оказывается, что логические принципы, подлежащие изучению или подвергаемые сомнению в рамках изучаемой системы, свободно и с полным основани-

ем применяются в процессе изучения этих систем. Во всяком случае, общая трактовка этих теорий новейшего времени сильно отличается от классической и требует совершенно нового образа мысли. Приходится в явной форме различать разные уровни мыслительных процессов, протекающих «внутри системы» и «по поводу системы».

Характеристика строя мысли современной науки будет не полной, если мы ограничимся только рассмотрением отдельных самостоятельных научных дисциплин.

Для нашего времени чрезвычайно характерно стремление к интеграции знаний и общественных процессов. Сюда относятся общественные движения всемирных масштабов. Сюда же относится интенсивное проникновение идей и методов одних наук в другие, казалось бы, далёкие науки. Получение крупных результатов на стыке различных областей науки, ярко выраженная математизация всей системы человеческих знаний.

Всё это имеет следствием установление более высокой степени абстракции в разных областях науки.

Наконец, всё большее значение приобретает понимание глубоких взаимоотношений между строением и функционированием частей и целого в сложных системах, в которых из некоторых элементарных актов формируются столь сложные процессы, как жизнедеятельность, сознание, различные формы целенаправленных действий.

Раскрытие принципов функционирования таких систем на основе передачи и переработки информации ведёт к новому типу абстрактного мышления, порождающему современную кибернетику.

В этих условиях встаёт вопрос о новых задачах искусства. Во всяком случае, наиболее распространённые в наших условиях формы искусства очень далеки от пропаганды того нового образа мысли, о котором шла речь. Более того, я опасаясь, что большинство деятелей искусства не очень знакомо с такими областями науки, где новые формы мышления вырабатываются. В частности, и современное, так называемое абстрактное искусство, далеко от разрешения этих задач, хотя в некоторой степени оно ставит перед собой задачу передавать зрительное впечатление о каком-либо объекте, не прибегая к изображению его единовременного вида, а изображая лишь его отдельные детали или характерные черты, воспринятые художником разновременно. Не может ли быть, что отказ от единовременного изображения объекта и изображение только одних лишь характерных его особенностей косвенно связано с тем, что у человека выработались навыки суждения о целом по



косвенным сведениям о деталях? И если это так, то восприятие абстрактных произведений изобразительного искусства может иметь нечто общее с изучением действительности на основе совокупности различных косвенных экспериментов и целостных теоретических представлений. Впрочем, в проведении таких аналогий необходимо соблюдать осторожность. Здесь много спорного, но, вероятно, и много интересного. Во всяком случае, есть, по-видимому, почва для поиска и эксперимента. Нельзя только запрещать и навязывать те или иные направления или произведения искусства. Не следует также увлекаться непонятностью искусства и нарочито вставать в позу непризнанных гениев.

Возникающие здесь затруднения связаны и с организацией образования. Современное абстрактное мышление требует очень специальной, далеко идущей, в первую очередь, математической подготовки и больших знаний. Невозможно требовать, чтобы все работники искусства обладали полноценным математическим образованием. Однако, та полная неискущённость в области математической мысли и современного естествознания, которую поддерживают современные художественные учебные заведения, вряд ли будут содействовать возникновению у деятелей искусства потребности в том, чтобы заняться поиском художественных форм пропаганды современной абстрактной мысли. Тенденция к ревностной охране старых форм в искусстве и пресечение новых исканий явно выхолащивает искусство и наносит ущерб развитию культуры.

Конечно, большой кругозор формируется постепенно и возникает не у каждого. Но, например, среди недавно ушедших от нас крупных деятелей искусства можно назвать Игоря Эммануиловича Грабаря и Самуила Яковлевича Маршака, которых мне довелось близко знать лично и большое влияние которых я ощутил на себе. Это были люди, интересовавшиеся проявлением человеческого интеллекта и глубоко озабоченные ролью искусства и точной мысли. В то же время, многие из профессиональных учёных являются требовательными и очень горячими потребителями разных форм искусства. Я думаю, что перед молодыми поколениями работников искусства целесообразно поставить вопрос о некотором расширении знаний в области точных и естественных наук, об установлении личного контакта с научными кругами и о необходимости размышлений на тему о взаимоотношении науки и искусства.

Я уверен в том, что среди нашей художественной молодежи есть люди с такими интересами. Мне кажется, что такое направление следует поддерживать и как-то стимулировать.

**Замечания**

1. Древняя музыка, по-видимому, сравнительно мало изучена, хотя бы потому, что система нотных записей древности и средних веков не расшифрована. В русских, армянских, грузинских и др. церковных книгах имеется огромный материал нотных записей церковных мелодий, которые было бы весьма интересно расшифровать. Однако известно, что в древности общий характер музыки сильно отличался от современного. Музыка была много медленнее. Не связано ли это с тем, что у человека сильно переменялись навыки при переработке информации? То есть ритм мышления и общее ускорение ритма жизни ведёт к тому, что и к музыкальному ритму предъявляются новые требования.

2. Аналогичное явление наблюдается и в литературе. Характерный для современной литературы лаконизм, отсутствие полных описаний, характеристика многих явлений краткими намёками, которые часто представляют читателю возможность самостоятельно достроить общую картину, – всё это говорит о том, что на общий характер современной литературы всё большее влияние оказывает, с одной стороны, привычка современного человека к быстрой переработке информации, с другой стороны, навыки воссоздавать целое по далеко не полным косвенным данным. Не связано ли с этим то, что литература «доброе старого времени» в наше время сравнительно мало читается, а подчас возникает потребность в сокращенных переложениях «старомодных» произведений литературы. Отсюда возникает и способ чтения литературных произведений «по диагонали». Думаю, что современные литераторы и журналисты должны считаться с этим обстоятельством.

*Комментарий Н.А. Ляпуновой*

*Текст написан по просьбе журналиста Владимира Белова – сотрудника редакции молодёжного журнала «Смена» – «написать в журнал о чём-нибудь интересном для молодёжи». Дело было в Новосибирском Академгородке, летом 1964 года. Родители жили тогда в двухквартирном коттедже (во второй квартире жила семья Ю.И. Журавлёва) на Обводной улице (впоследствии она стала улицей Терешковой). Пробыв в Академгородке несколько дней, в течение которых он несколько раз был в доме у родителей и имел возможность оценить способность папы увлекать молодёжь, В. Белов уехал в Москву. Несколько следующих дней папа был как-то более задумчивый, чем обычно. Непривычно мало приглашал в дом учеников и сотрудников. Подолгу молча мерил ша-*

гами тесную гостиную-столовую комнату... Это хорошо известная всем, кто знал А.А., привычка – в процессе беседы, размышлений или чтения лекций – ходить взад-вперед размеренно, размашистыми шагами, ни на что не наталкиваясь, только изредка останавливаясь, чтобы либо написать что-то мелом на доске (доска всегда висела на стене в доме), либо отреагировать на текущие события... В семье все, включая малолетних внуков, знали – папа (дед) «думает», мешать нельзя. Прошло дня три-четыре, и папа говорит: «Знаешь, мне кажется, я нашёл, о чем можно написать для читателей “Смены”». И коротко изложил основную идею – проследить на протяжении истории человека соотношение развития научных знаний и разных форм искусства. Вдохновившая А.А. идея заключалась в том, что он понял неизбежность возникновения абстракции в разных областях искусства, и это при том, что сам он абстрактное искусство не воспринимал и всегда говорил, что его любовь в искусстве заканчивается на импрессионизме.

### **О РЕФОРМЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОГРАММ\***

Статья профессора Тома «О реформе школьных программ по математике» написана в ярком полемическом тоне. Он очень убедительно воюет против некоторых гипертрофированных точек зрения на модернизацию преподавания математики и с большой убедительностью опровергает точки зрения своих мнимых противников, и притом такие точки зрения, которые, насколько я знаю, никто никогда не выдвигал. В этой статье есть места, которые можно истолковать как приверженность автора к давно устаревшей системе преподавания математики, которая сейчас совершенно не соответствует требованиям жизни. Основные обстоятельства такого характера, отмечены в примечаниях, которыми С.Л. Соболев снабдил указанную статью. Однако, мне кажется, что целесообразно познакомить читателей с реальными точками зрения на реформу преподавания математики. Надо сказать, что у разных людей эти точки зрения весьма различны. Я отнюдь не собираюсь давать обзора имеющихся на этот счет концепций и ограничусь изложением своей точки зрения, которую я по мере сил провожу в тех педагогических экспериментах, которые вместе с Н.Ф. Дедовым, С.И. Литератом и Ю.И. Соколовским я веду в одной из школ Новосибирского Академгородка.

#### **I. Предпосылки реформы преподавания математики**

Традиционный курс математики составляется из материала, накопленного к середине 17 века: геометрия Эвклида в упрощённом изложении и уменьшённом объёме, алгебра, примерно в рамках Виета; так называемая арифметика в духе учебника Магницкого и элементы тригонометрии.

Если такое изложение «долейбницеvской» математики соответствовало духу системы образования 19 века, то сейчас это вопиющий анахронизм.

В наш век гораздо большего объема математических знаний требует чуть не любая форма производительного труда. Без основ

---

\* Опубликовано в журнале: Математика в школе. – 1973. – № 2. – С. 57–60.

дифференциального и интегрального исчисления трудно ориентироваться в классической физике и её приложениях, в первую очередь в механике, в термодинамике, электротехнике, не говоря уже о радиотехнике, радиоэлектронике, ядерной физике. Электронная вычислительная машина чрезвычайно интенсивно проникает в самые различные области деятельности человека. Не за горами времена, когда АСУ и АСУП будут органической составной частью всякого управления в народном хозяйстве, общественном производстве. Общаться с автоматизированными системами управления придется громадному числу людей. Для этого необходимо знакомство с возможностями электронных вычислительных машин и программирования. Математическое моделирование реальных процессов широко используется в технике, экономике, биологии, медицине и других отраслях человеческой деятельности. Известно, например, что когда во время полёта «Аполлона-13» случилась авария, то рациональный образ действия космонавтов был найден при помощи математического моделирования на ЭВМ сложившейся ситуации. Справочно-информационные системы, функционирующие на основе ЭВМ, получают всё большее и большее распространение. Мы являемся свидетелями победного шествия математики по всем областям человеческой деятельности. В этих условиях средний человек, обладающий математическим кругозором долейбнищевских времён, окажется беспомощным. Нельзя делать ставку на отдельных гениев, которые сами всё осилят и смогут включиться даже в научное математическое творчество, невзирая на то, что в школе их почти не учили математике. Всё изложенное говорит о том, что фундаментальная модернизация программ по математике и расширение объёма знаний по математике, даваемых различными учебными заведениями, настоятельно необходимо. Конечно, нельзя просто прибавлять учебный материал к программам. Нужно идти по пути онтодидактики, т. е. строить новую систематизацию учебного материала в целом с тем, чтобы одновременно внести туда большой фактический материал и изложить его разумным и доходчивым образом. При этом надо иметь в виду, что современное состояние научных и педагогических знаний показывает, что это вполне возможно.

Особенно важно обеспечить при этом рациональные межпредметные связи, в частности, использование математических методов и математических идей в других предметах, изложение в курсе математики теорий, имеющих важное значение для других предметов, а подчас и решение конкретных математических задач, которые используются в других дисциплинах. Особенно важно уделять большое внимание тому, как математические задачи возникают на

почве задач из других областей и как решение этих математических задач используется при решении исходных нематематических задач. Я хочу подчеркнуть то обстоятельство, что пересмотр преподавания математики с вышеизложенных позиций абсолютно необходим для того, чтобы можно было по-настоящему использовать возможности современного технического прогресса.

## **II. Принципы, на основе которых следует строить программу по математике**

Прежде всего, курс математики должен быть цельным. Конечно, он должен распадаться на главы с таким расчетом, что в последующих главах используются идеи и методы, изложенные в предыдущих главах. Однако, от деления курса на арифметику, алгебру, геометрию и тригонометрию следует отказаться. При изложении тригонометрического материала нужно смело использовать алгебраические соображения, от значительной части традиционного арифметического материала давно пора отказаться. Так называемые арифметические задачи следует решать алгебраическими средствами. В то же время материал, излагаемый в школьном курсе, нужно сильно расширить.

Мне хочется отметить несколько вариантов методологической основы построения математики в разных учебных заведениях и сопоставить их между собой.

Традиционный курс математики ориентирован на изучение небольшого числа математических объектов, которые изучаются средствами, разработанными в античной древности и средневековье.

В современном университетском курсе изучается широкий круг объектов абстрактной природы и при этом используется огромный идейный арсенал. На этой основе разрабатывается весьма мощный математический аппарат, позволяющий решать весьма разнообразные задачи.

Программы разных других учебных заведений занимают промежуточное положение между этими двумя крайними типами математических программ. Так, программы высших технических учебных заведений рассматривают менее широкий класс объектов, чем в университетах, используют менее суженный круг идей и приводят к построению аппарата не столь мощного, как это делается в университете.

В связи с тем, что было изложено в первом разделе, постараемся выяснить, на какой основе нужно строить современную школьную программу. Прежде всего, нужно очертить круг вопро-

сов, с которыми школьник должен знакомиться в школе. Далее нужно выяснить, в каких из этих вопросов нужна математика, в каком виде и в каком объёме. Кроме того, нужно присоединить сюда тот объём математических знаний, который будет действительно необходим большей части людей, оканчивающих школу в ближайшее время, через 20–30 лет после окончания школы. На этой основе нужно составить перечень математических понятий, задач и методов, которые должны быть изложены в средней школе. Из этого нужно построить стройный математический курс. При этом нужно стараться сделать изложение возможно более доходчивым. Разумеется, в курс нужно ввести целый ряд достаточно общих теорий и изучение целого ряда фундаментальных математических структур. Однако все эти абстрактные концепции должны возникать на почве конкретных задач и должны быть сделаны наглядными, осязаемыми и прозрачными. При этом уровень абстрактной мысли на протяжении всего курса должен постепенно повышаться, но каждый переход на следующую ступень должен быть тщательно мотивирован и проиллюстрирован. Строгость изложения на каждом этапе должна быть тщательно продумана и соразмерена с подготовкой учащихся. Следует обращать большое внимание на постановки задач. Очень важно рассматривать конкретные ситуации и возникающие в них содержательные задачи и показывать, как в этих условиях возникают математические задачи, решение которых способно пролить свет на исходные конкретные задачи. При этом особенно важно содействовать тому, чтобы учащиеся в той или другой степени предугадывали результат, который должен получиться, т. е. нужно всемерно содействовать развитию у учащихся математической интуиции, и для этого необходимо решать большое количество разнообразных нетрафаретных задач с привлечением весьма разнообразных соображений. Само собой разумеется, что интуиция должна подкрепляться точной мыслью. Нужно приучать учащихся к тому, чтобы, совершив эвристическую догадку, они умели строго обосновать её правильность. Конечно, определённый элемент формализма в курсе математики неизбежен. Но совершенно необходимо, чтобы этот формализм был доведён до конкретного воплощения, понятного учащимся. Чрезвычайно удобно в целом ряде случаев использовать аксиоматический подход для описания типичных математических структур. Но совершенно необходимо, чтобы учащиеся отдавали себе отчёт в том, что именно воплощено в системах аксиом. При этом, конечно, нужно использовать избыточные системы аксиом (обращая внимания на то, в

каких конкретных случаях они выполняются) и, конечно, не следует заниматься вопросами о независимости аксиом или о непротиворечивости системы аксиом. Нужно помнить, что аксиоматическое изложение очень выгодно во многих прикладных вопросах. Оно дает учебную форму фиксации совокупности тех допущений, на основе которых строится теория.

### **III. Необходимый материал школьных программ будущего**

На основе изложенного выше, я хочу описать тот материал, который постепенно в течение ближайшего будущего должен быть введен в школьные программы. Конечно, нужно иметь в виду, что как порядок изложения, так и методика преподавания должны быть тщательно продуманы и отработаны в экспериментальных школах и только постепенно и притом не сразу, а порциями этот материал следует передавать в другие школы, предварительно проведя тщательную переподготовку преподавателей. В этой связи необходимо также соответственно перестроить программу преподавания в педвузах.

Материал, который должен быть изложен в школьной программе:

1. Основы теории множеств и алгебры логики на описательном уровне, по сути дела – введение соответствующего языка.
2. ЭВМ и программирование, включая умение строить небольшие программы на алгоритмических языках.
3. Представление об алгоритмах и элементы алгоритмического мышления (непрерывно решение задач).
4. Основы дифференциального и интегрального исчисления с применением к физике, механике, геометрии.
5. Геометрия с использованием идей векторной алгебры, анализа, тригонометрии и с большим упором на задачи.
6. Алгебра. Возможности алгебры велики, и решение уравнений вводится в самом начале курса. В дальнейшем излагается современный курс алгебры с большим сдвигом в более низкие классы. Вводятся вектора, понятия групп, колец, полей, в частности, группы отображений, например, симметрии с приложением геометрии. Комплексные числа.
7. Комбинаторика, теория вероятностей, элементы статистики.
8. Учение о функциях. Имеются в виду многочлены, рациональные функции, логарифмы и показательные функции. Тригонометрические функции и обратные круговые функции. Большое



внимание должно быть уделено исследованию графиков и использованию методов математического анализа.

Отметим некоторые общие методические установки.

1. Весь курс должен представлять из себя единое целое. Должно быть уделено большое внимание решению задач, а также самостоятельному творчеству учащихся.

2. Должно быть тщательно продумано взаимодействие с другими предметами, в частности, с физикой, химией, биологией, астрономией, географией. В частности, нужно широко использовать знания математики в других предметах.

3. Требования к строгости изложения должны быть тщательно продуманы. Они должны постепенно возрастать и должны быть единообразны и согласованы между собой в разных рамках разных курсов.

4. Необходимо уделить внимание вопросу о постановке математических задач на почве конкретных нематематических вопросов.

#### **IV. Необходимые мероприятия**

Переход на программу описанного типа вполне реален. Он имеет огромное общегосударственное значение, прежде всего с точки зрения стимулирования научно-технического прогресса и создания благоприятных условий для внедрения достижений науки в производство. Однако переход на такие программы требует целого комплекса тщательно организованных мероприятий. Перечислим основные из них.

1. Планомерная переподготовка учителей как посредством кратковременных курсов, так и с помощью радио и телевидения с последующей аттестацией.

2. Перестройка программ педвузов с большим расширением научной базы с тем, чтобы выпускники педвузов были готовы к работе по будущим программам.

3. Подготовка учебников и учебных пособий, отвечающих как переходным программам, так и программам будущего.

4. Создание научно-популярной литературы, рассчитанной на учителей и школьников старших классов, в которой должен излагаться будущий учебный материал.

5. Создание сети экспериментальных учебных заведений, в которых занятия будут проводиться по экспериментальным программам разных типов. Каждое из таких учебных заведений должно находиться под наблюдением специального компетентного совета. Вся совокупность таких заведений должна находиться под руководством специального органа.

6. Вся система среднего образования должна быть сильно дифференцирована. Большое развитие должны получить производственно-технические учебные заведения, дающие полное среднее образование и обеспечивающие как приобретение специальности, так и возможность дальнейшего образования. Кроме того, система среднего образования должна быть дифференцирована по предметам, например: физико-математический, химико-биологический, экономический, гуманитарный профиль и т. д. На всех этих профилях в основном следует давать один и тот же материал по математике. Однако характер и глубина изучения должны варьировать в зависимости от профиля. В частности, на многих профилях трудные вещи можно давать без доказательства (тщательно оговаривая это). На разных профилях следует использовать задачи разной трудности.

Введение системы преподавания математики описанного типа в практику требует большой и систематической научно-педагогической работы, связанной с разработкой системы изложения, которая заведомо потребует новой систематизации и изменения научных подготовок учебного материала. Такого рода переработка подлежащего изучению материала по существу, но в интересах преподавания, получила название онтодидактика<sup>1</sup>. (Онтодидактические исследования применительно к потребностям высшей школы включены недавно в координационный план научно-исследовательских работ вузов РСФСР).

Онтодидактические исследования и модернизация школьных программ не должны рассматриваться как эпизодическая кампания. Это должна быть планомерная деятельность, результатом которой должно являться систематическое и постепенное усовершенствование школьных программ и учебников. В наше время стандартизация школьных программ надолго недопустима.

---

<sup>1</sup> См.: *Ю.И. Соколовский*. Онтодидактика упрощает школьные предметы // «Народное образование», 1973, № 1.

## ОНТОДИДАКТИКА В МАТЕМАТИКЕ\*

### 1. Математика и современность

В настоящее время очень характерно развитие двух процессов:

1) широкий размах математизации знаний, т. е. проникновение математических методов в самые различные области человеческой деятельности;

2) далеко идущая специализация самой математики, углубление старых и развитие новых глав её и связанное с этим чрезвычайно большое усложнение специальной математической литературы.

Таким образом, с одной стороны, возникает необходимость в широком распространении математических знаний и приобщении к ним представителей самых разных областей науки и практики, а с другой стороны, необходимый объём таких знаний становится столь большим, что для приобретения их приходится затрачивать громадные усилия.

Требовать, чтобы внедрение математики в разные области человеческой деятельности осуществлялось одними математиками, без контакта с другими специалистами, нереально. Ведь огромное значение имеет целесообразный выбор постановок математических задач на основе конкретных проблем, в которых заинтересована та или другая область деятельности, а также выяснение того, сколь детально и с какой степенью точности должна быть исследована поставленная задача. Какие содержательные обстоятельства должны быть при этом учтены, и какими можно пренебречь? Ответы на эти вопросы требуют глубоких специальных знаний.

Для разработки проблем, связанных с применением математики в нематематических областях, необходима совместная работа математиков и специалистов этих областей. Однако как к тем, так и к другим в этом случае предъявляются специфические требования.

Математик должен быть готов к тому, что для решения прикладной задачи потребуются самые неожиданные математические

---

\* По материалам книги «Алексей Андреевич Ляпунов» (Новосибирск, 2001, стр. 213–221). – *Ред.*

подходы и методы. Нередко бывает, что решение математических задач, возникающих на практической почве, требует развития принципиально новых математических идей. Поэтому математику-прикладнику необходимо основательное и всестороннее математическое образование.

Кроме того, чтобы поставить математическую задачу, решение которой прольёт свет на конкретную прикладную проблему, нужно понять последнюю и отдать себе отчёт в том, что важно для её решения. Это можно сделать только в тесном контакте со специалистами соответствующей области, и математику нужно уметь с ними плодотворно сотрудничать. Это требует определённого кругозора и навыков, которые приобретаются при обсуждении нематематических задач с математических позиций. Очень важно, чтобы соответствующий опыт математик приобретал ещё в процессе обучения. К сожалению, в настоящее время при подготовке математиков этому уделяется недостаточное внимание.

К партнёру математика предъявляются свои требования. Он должен иметь достаточную ориентацию в основах математики, чтобы быть в состоянии контактировать с математиком, и достаточный общий кругозор для того, чтобы подойти к своей задаче с непредвзятых общих позиций. Поэтому в процессе обучения специалиста нужно дать ему, с одной стороны, достаточную математическую подготовку, с другой стороны – навыки совместного использования сведений, идущих из разных научных дисциплин, при обсуждении конкретного вопроса. Для этого при изучении одних дисциплин целесообразно широко использовать связи с другими дисциплинами и в первую очередь – с математикой.

Мы видим, что при подготовке как математиков, так и других специалистов необходимо удовлетворить целый ряд специфических требований, которые становятся существенными в наше время (хотя в прошлом имели не меньшее значение). Поэтому нужно очень серьезно пересмотреть с позиций науки учебные планы, программы, трактовки и способы изложения учебного материала. А это как раз и составляет задачу онтодидактики, необходимость которой, таким образом, вытекает из требований нашего времени.

Заметим, что существующий школьный курс плохо приспособлен к тому, чтобы в рамках высшей школы можно было на его основе решать возникающие сейчас проблемы. Поэтому перестраивать с позиций онтодидактики необходимо всю систему народного образования, начиная со школы (и даже детского сада) и кончая высшими учебными заведениями и аспирантурой. При этом нельзя чрезмерно растягивать обучение, а также и перегружать учащихся.

Всё это предъявляет жёсткие требования к систематизации и компактности изложения учебного материала.

Наконец, в связи с прогрессом науки и техники, требования, предъявляемые к знаниям специалистов, быстро меняются. Поэтому нужно готовиться к тому, что в недалеком будущем придётся постоянно вести периодическую переподготовку значительного числа работников разных профилей. В то же время, учебным заведениям необходимо будет непрерывно следить за успехами научно-технического прогресса и проводить в интересах преподавания систематическую работу по совершенствованию системы изложения учебных дисциплин. Преподаватели всех уровней должны быть готовы преподавать не только по существующим программам, но и по тем, которые будут созданы в ближайшем будущем.

Для этого нужны постоянно функционирующие системы:

- 1) онтодидактических исследований, с взаимной онтодидактической информацией;
- 2) усовершенствования программ, учебных планов, официального перечня специальностей;
- 3) повышения квалификации преподавательского состава.

Все эти три постоянно действующие системы должны быть тесно связаны и согласованы между собой.

Необходимо также перестроить работу педагогических институтов в соответствии с высказанными требованиями. Конечно, всё это невозможно сделать сразу. Нужна предварительная подготовка и длительная, напряжённая работа.

Таковы, как мне кажется, основные педагогические проблемы, возникающие в связи с научно-техническим прогрессом. Как видим, вопросы научные, онтодидактические переплетаются здесь с организационными.

## **2. Традиции и веление времени**

Рассмотрим теперь некоторые конкретные онтодидактические проблемы, относящиеся к преподаванию математики. Обсудим, прежде всего, какие требования должны предъявляться к общему уровню математических знаний независимо от типа учебного заведения.

1. В нашей стране огромное внимание уделяется автоматизации и использованию ЭВМ. В недалеком будущем мастера на производстве, а, может быть, и квалифицированные рабочие будут вынуждены использовать в своей производственной деятельности вычислительную технику. Ещё в большей степени это будет относиться к научно-техническому и административному персоналу.

Таким образом, знакомство с ЭВМ и программированием становится обязательным.

2. Громадное распространение приобретают новые механические, физические и химические процессы в промышленности. При описании этих процессов нельзя обойтись без средств математического анализа – дифференциального и интегрального исчисления.

3. Общематематический язык находит всё большее и большее применение в самых различных областях человеческой деятельности, в частности, в технических, естественных, гуманитарных науках. В связи с этим, надо вводить этот язык в курс средней школы (я имею в виду простейшую терминологию, идущую от теории множеств, математической логики, общей алгебры).

4. Всё более широкое распространение получает и, несомненно, получит в дальнейшем аксиоматический метод. Видимо, пора вводить в школьный курс элементарное знакомство с простейшими аксиоматическими системами. При этом представляется более целесообразным знакомство с такими аксиоматическими системами, как группы, кольца, поля, но не с систематическим аксиоматическим изложением геометрии, так как оно очень громоздко.

5. Всё возрастающее прикладное значение теории вероятностей и статистики заставляет включить их элементы в курс школы.

6. Нельзя согласиться с наблюдающейся сейчас недооценкой геометрии как математической дисциплины. Развитие геометрической интуиции имеет колоссальное значение – и само по себе, и как база для изложения основных идей математического анализа. Графические методы оказывают подчас неоценимые услуги.

В различных учебных заведениях целесообразно по-разному понимать строгость изложения. Так, например, в средних учебных заведениях (да и во многих вузах нематематического профиля) нет смысла гнаться за строгим изложением теории пределов и действительных чисел. Вполне можно ограничиться интуитивным представлением о пределе и непрерывности, описанием основных свойств предельного перехода и на этой основе развить аппарат дифференциального и интегрального исчисления, но зато уделить должное внимание изучению графиков функций и всемерно содействовать развитию интуиции в понимании непрерывности.

Ведь никого не смущает, когда в других разделах курса математики поступают точно таким же образом. Так, например, в курсе средней школы и нематематических вузов нет элементов теории чисел или теоретических основ арифметики; никого не волнует отсутствие там доказательства единственности разложения целого числа на простые множители. А ведь этот факт вовсе не столь тривиален, как может показаться – существуют, например, такие чис-

ловые системы (во многом похожие на систему целых чисел), где он не имеет места.

Вообще строгость изложения должна быть разумным образом согласована с профилем специальности. Во многих случаях излишняя формализация математики препятствует развитию интуиции и полноценному усвоению материала. Нередко значительно важнее наглядность изложения и цельность предмета. Конечно, в специальных математических учебных заведениях строгость изложения приобретает несравненно большую роль, однако и здесь строгому изложению полезно предпосылать некоторую пропедевтику, рассчитанную на развитие интуиции. Другое дело, что никогда нельзя допускать неправильных доказательств, вульгаризации или выдавать правдоподобные рассуждения за строгие доказательства.

Нужно очень тщательно выяснить, что должно даваться с обоснованиями, а что – без обоснования. В последнем случае не стоит заниматься очковтирательством, т. е. нужно аккуратно формулировать те положения, которые вводятся в курс без доказательства, и ни в коем случае не допускать суррогатов рассуждений. В то же время непременно должно уделяться большое внимание развитию математической интуиции. Вузовский курс математики должен опираться только на знания средней школы и учитывать уровень математического развития, обеспечиваемый школой. Математика должна представлять из себя цельную дисциплину. Одни её разделы изучаются более подробно, другие – менее подробно в зависимости от нужд специальности, но методологическая основа должна быть единой.

Курс математики должен быть связан с другими основными предметами. С одной стороны, в нём должны рассматриваться математические задачи, возникающие в рамках этих предметов, с другой стороны, математика должна по мере сил использоваться в других дисциплинах. Наконец, в каждом случае нужно очень тщательно отбирать тот материал, в котором данная специальность заинтересована, и исходить при этом из реальных потребностей, а не из традиций. Исключительно важен показ того, как математические постановки задач возникают на почве конкретных задач и как математические методы позволяют решать задачи, имеющие конкретное происхождение.

### **3. Математический арсенал инженера**

В силу сложившейся традиции в подавляющем большинстве высших учебных заведений курс математики состоит из аналитической геометрии, основ линейной алгебры и многочленов, диф-

ференциального и интегрального исчисления и обыкновенных дифференциальных уравнений. Иногда к этому добавляют элементы математической физики и теории функций комплексного переменного.

Однако в наше время очень большое значение в приложениях приобрели также многие другие разделы математики. Инженерам, работающим в области новой техники, а тем более инженерам-исследователям приходится очень часто иметь дело с этими новыми для инженера разделами математики. Настало время включать некоторые из них в обязательную программу целого ряда технических факультетов. Конечно, в каждом случае надо внимательно смотреть, что именно соответствует нуждам специальности, и отбирать материал обязательных курсов в зависимости от этого, но обязательно с прогнозом на будущее.

Чтобы не быть голословным, приведу перечень тех крупных разделов математики, которые на моих глазах приобрели большое практическое значение.

1. Общее знакомство с ЭВМ и современные методы программирования (включая системное программирование). Математическое моделирование реальных процессов и, в связи с этим, математическая логика, элементы теории алгоритмов и автоматов, дискретная математика и алгоритмы с оценками.

2. Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов.

3. Исследование операций, основы математической экономики. Оптимизация (теория регулирования), теория информации и кодирования.

4. Интегральные уравнения, теория функций комплексной переменной, некоторые главы дифференциальной геометрии, элементы функционального анализа.

5. Теория множеств, общая алгебра (аксиоматические системы), теория отношения, теория графов (всё это – основы того математического языка, на котором излагается современная математическая литература).

6. Современные вычислительные методы.

7. Очень большое значение имеет постановка на многих факультетах математического практикума, включающего практику программирования и работу на ЭВМ.

В будущем каждый крупный вуз должен иметь свой хорошо оборудованный учебный вычислительный центр. Создать сразу такие центры во всех вузах непосильно. Начать нужно с организации кустовых учебных вычислительных центров при ведущих ву-



зах, где будут проходить обучение также и студенты других вузов того же города (а может быть и близлежащих городов). Было бы очень естественно для Новосибирска организовать такой центр при НЭТИ.

При тех же центрах нужно наладить работу по переподготовке преподавателей математики, а также других дисциплин в расчете на широкое использование вычислительных машин в текущей научно-исследовательской и учебной работе.

Совершенно ясно, что излагаемая здесь программа действий порождает целый комплекс онтодидактических задач.

Нужно очень серьёзно переработать программу и способ изложения основного курса математики во вузах (уделяя при этом большое внимание развитию алгоритмического мышления). Кроме того, подлежат разработке курсы дополнительных глав математики, исходя из интересов разных инженерных специальностей.

Думаю, что эти вопросы должны составить предмет серьёзных научно-педагогических исследований, а также специальных совещаний. Предстоит большая работа по созданию учебников и учебных пособий для всех этих курсов, а также по подготовке и переподготовке преподавателей. Здесь очень большую роль сыграли бы выпускники вузов, работающие над развитием современной техники, если бы они систематически сообщали тем институтам, которые окончили, о том, с какими трудностями, с какими математическими вопросами и с какой математической литературой им пришлось столкнуться в своей практической деятельности.

Возникают также многие вопросы, связанные с преподаванием нематематических дисциплин, которые контактируют с математикой.

Эти контакты далеко не всегда налажены целесообразно. Нередко в технических предметах математикой пользуются кустарно и даже не используют в должной мере математических знаний, уже имеющихся у студентов. Это ведёт к печальным последствиям двух типов: во-первых, у студентов создается впечатление, что математика для техники бесполезна, а во-вторых, нарушается стройность знаний по специальности. В то же время встречаются и случаи «стрельбы из пушек по воробьям», когда для решения элементарных вопросов привлекается громоздкий и совершенно ненужный для этого математический аппарат.

Нередко в технических предметах нужны математические знания, которых нет у студентов (а подчас и у преподавателей). Такие ситуации должны быть приняты во внимание при выработке новых математических программ и при переподготовке преподавателей.

Во многих случаях использовать математику в специальных предметах следует совсем не так, как это делают сейчас. При изложении специальной дисциплины нужно разъяснить конкретную техническую задачу и показать, как она приводится к задаче математической, а эту последнюю сформулировать вполне чётко. Если она решается просто, то можно её тут же решить. А если сложно, то более целесообразно привести в техническом курсе готовое решение со ссылкой на курс математики и использовать это решение математической задачи для всестороннего обсуждения реальной технической задачи. В курсе математики в соответствующем месте следует со всеми подробностями решить математическую задачу и сказать, что она находит применение в таком-то месте такой-то профилирующей дисциплины.

Изложенное можно рассматривать как общий фон, на котором надлежит ставить конкретные онтодидактические задачи применительно к высшей школе.

Естественно, что объем математических знаний, сообщаемый высшей школой, должен существенно возрасти соответственно требованиям научно-технической революции. Онтодидактика позволит обеспечить часть этого роста за счет лучшей систематизации, компактного и рационального изложения изучаемого материала. Но все же потребуются и увеличение учебного времени, отводимого на математику. Его можно высвободить за счет онтодидактического усовершенствования других курсов, где, как известно, изложение сейчас не столь концентрировано, как в математике.

Ни в коем случае нельзя допускать стандартизации и «замораживания» вузовских программ. Их надо систематически обновлять, считаясь со всё возрастающими требованиями жизни. В связи с этим становится необходимой повседневная, непрекращающаяся онтодидактическая работа. Очень важно наладить выпуск значительного числа экспериментальных учебников, а также оперативную публикацию даже отдельных онтодидактических находок, чтобы их могли использовать авторы учебников, лекционных курсов и составители программ. Всё это поможет поднять образование на новую ступень не только в количественном, но и в качественном отношении. **Действительно ценные знания составляются не из того, о чём человек слышал, а из того, чем он умеет пользоваться.**

**ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ\***  
**Курс лекций для Физматшколы г. Новосибирска**  
(Из архива Н.А. Ляпуновой)

**1. Вводная лекция**

Часто возникает вопрос, почему в ФМШ нужен курс землеведения? Мы постараемся ответить на этот вопрос и дать общее описание строения курса.

Человек живёт на земном шаре и использует его природные богатства. Однако оказывается, что человек использует очень мало, а портит очень много. При этом, чем дальше, тем больше человек портит природу. К порче природы человек привлекает всю мощь современной науки и техники. Если продолжать действовать в таком духе, то нашим правнукам придется жить в пустыне. Известно, что примерно тысячу лет тому назад Сахара была цветущей страной. Там были леса, саванны, богатый животный мир. Сахару населяли люди. Сейчас Сахара представляет собой мёртвые пески. Пустыня Сахара образовалась в результате того, что арабы, завоевавшие Северную Африку, развили там в очень больших масштабах скотоводство. Стада коз и овец уничтожили много зелени, они

---

\* Вариант предложенного А.А. Ляпуновым курса «Землеведение» был реализован уже после его смерти Тамарой Семёновной Беляевой. В аннотации к изданию цикла лекций по этому курсу (Т.С. Беляева. Курс землеведения. Лекции для учащихся ФМШ при НГУ / Ротапринт НГУ. – Новосибирск. 1973. – 90 стр., тираж 600 экз.) сказано следующее: «Курс создан в физико-математической школе по инициативе члена-корреспондента АН СССР А.А. Ляпунова и разработан по предложенной им программе. В вопросах преподавания Алексей Андреевич Ляпунов стоял на позициях А. Гумбольдта, П.А. Кропоткина и других известных естествоиспытателей, которые считали, что мало обучать в школе физике, химии, математике и биологии. Как бы ни было поставлено преподавание отдельных наук в школе, ученикам следует внушать общие идеи о природе, чтобы развить в них реальное естественнонаучное мировоззрение. Настоящий учебник является попыткой создания подобного курса. Курс землеведения рассматривает общие вопросы о Земле: её положение в мировом пространстве, процессы, происходящие на поверхности Земли и в её недрах, а также в окружающих её оболочках – гидросфере и атмосфере». – *Ред.*

нарушили естественный растительный покров, а в условиях сухости климата и недостатка влаги в почве ветры развеяли плодородный почвенный покров и обнажили пески. Это явилось следствием того, что скотоводство было развито в масштабах, которого природа не смогла выдержать.

Наша Средняя Азия до 12 века также была цветущей зелёной страной. Полчища монгольских завоевателей разрушили оросительную систему и нарушили растительный покров степей. Это также привело к образованию пустынь. В настоящее время в Африке для развития земледелия сжигают леса и распахивают освобождённые территории. Через несколько лет, после того как почва истощается, старые земельные участки бросают и переходят на новые земли. Некоторая часть брошенных земель продолжает оскудевать и иногда обращается в пустыню. Многие природные ресурсы человек подрывает благодаря незнанию. Так, например, международными соглашениями узаконен отлов китов, достигших определённых размеров. Недавно выяснилось, что этих размеров достигают неполовозрелые киты. Таким образом, отлавливаются киты, ещё не способные к размножению. Это страшно подрывает запасы китов в океане.

У нас в стране произошли трагические события, которые повели к колоссальному ущербу. Я имею в виду монополию Лысенко в вопросах сельского хозяйства и биологии. Нанесённый ущерб исчисляется сотнями миллиардов рублей. Всё это печальные следствия безграмотности в области основ науки.

Число людей, проживающих на земном шаре, неуклонно возрастает. В конце 19 века на Земле жило полтора миллиарда человек, около 1940 года – два. К шестидесятому году – три, сейчас 3,2 миллиарда. Прогноз к двухтысячному году – шесть-восемь миллиардов человек. Таким образом, потребность в природных благах тоже растёт неукоснительно. Отсюда возникает насущная необходимость бережного использования природных богатств. Нужно заботиться о возобновлении природных благ. Используя природу, нужно принимать меры к тому, чтобы происходило возобновление ценностей живой природы. Вмешиваясь, так или иначе, в жизнь природы, нужно учитывать по возможности полно последствия этого вмешательства и выбирать такие способы вмешательства, которые не оказываются губительными. Можно привести много примеров того, как неудачным вмешательством в жизнь природы человек наносит большой вред. Так, например, для борьбы с вредителями используются ядовитые вещества. Однако, эти ядовитые вещества оказываются вредными не только для вредителей. На-

пример, многие средства, употребляемые для борьбы с насекомыми, оказываются вредными также и для птиц. В дальнейшем это приводит к тому, что вредные насекомые размножаются в большем количестве, чем раньше, так как воздействие птиц на них оказывается ослабленным. Другой пример. Для улучшения внешнего вида консервов в них иногда добавляют некоторые красящие вещества. В некоторых случаях эти красители оказываются вредными для человека. Для борьбы с сорняками тоже применяют ядовитые вещества. В дальнейшем эти вещества накапливаются в полезных растениях и попадают в пищу человека. Случалось, что это тоже наносило вред. Для того, чтобы вмешиваться в жизнь природы и не причинять впоследствии вреда самому себе, человек должен детально изучать жизнь природы. Он должен уметь предвидеть результаты своего вмешательства в жизнь природы и воздерживаться от таких вмешательств, которые будут иметь вредные последствия. В то же время выясняется, что роль точной мысли в познании природы становится всё более и более существенной. Получение отчётливых и достоверных сведений о сложных взаимодействиях, имеющихся в природе, возможно только на основе использования большого фактического материала и осмысливания его современными методами точных наук.

Отсюда ясно, что в будущем роль математических методов в изучении природы будет определяющей. Только математики могут разработать рациональные методы обращения с природой. Близкая картина имеет место в организации производства. Не так давно господствовало убеждение в том, что организация производства – это чисто практический, инженерный вопрос, который не нуждается ни в каких высоких теориях. Сейчас, после работ Л.В. Канторовича огромное развитие получили вопросы математической экономики, и стало ясно, что рациональный подход к вопросам организации производства можно выработать только на математической основе. Такими работами сейчас очень много и плодотворно занимаются. Дойдёт очередь и до природы.

Перейдём теперь к рассмотрению строения нашего курса в целом. Прежде всего, нужно отметить, что многие вопросы, естественным образом входящие в состав землеведения, в нашем понимании ещё не решены. Задача состоит в том, чтобы найти их рациональную постановку, а затем выработать методы решения. Изучение природы как целого находится ещё в зачаточном состоянии. Особенно большое значение в осмысливании целостного подхода к изучению природы имеют идеи В.И. Вернадского. Именно он сформулировал на описательном уровне основные задачи этого

направления. Идеи Вернадского легли в основу нашего курса. Нам предстоит познакомиться с элементами астрономии, немного подробнее с Солнечной системой и экспериментальными исследованиями космоса, со строением земного шара и основными геосферами – атмосферой, гидросферой, литосферой, мантией и глубинными частями земного шара. Вы познакомитесь с биосферой и её историей, с ноосферой, а также с основами геологии, минералогии, геофизики, физической географии и с распределением животных и растений по земному шару. Разумеется, всё это будет довольно бегло в виду крайней ограниченности во времени. По своему характеру наш курс будет описательным, и его задача скорее состоит в том, чтобы показать вам, как много интересного во всех этих вопросах.

## 2. Астрономия<sup>1</sup>

Астрономия изучает *общие свойства космического пространства и находящихся в нём тел.*

Один из основных вопросов касается строения космического пространства: *конечно* оно или *бесконечно*. Этот вопрос изучает общая теория относительности. Однако он в настоящее время не решён. Дело в том, что основные уравнения теории относительности допускают много разных решений. Среди них есть такие, которые приводят к бесконечному пространству, и есть такие, которые приводят к конечному пространству. Ещё нет здравых оснований для выбора между теми и другими.

Космические тела можно разделить на три основные класса.

**I класс.** Холодные газовые массы огромной протяжённости. Это газовые туманности. Примером может служить туманность в созвездии Ориона. Это огромное газовое облако неправильной формы. Внутри или поблизости от этого облака имеются яркие звёзды, освещающие его. Под действием этого освещения газовое облако само светится. Это явление флюоресценции.

**II класс** объектов – раскалённые массы, поверхность которых сама светится, – это звёзды. Поверхность звёзд газообразная. По современным представлениям внутренность звёзд представляет собой непрерывно функционирующий котёл, в котором протекают ядерные реакции. Температура поверхности звёзд бывает от тыся-

---

<sup>1</sup> Лекция записана более полувека назад (в конце 1960-х годов). За это время некоторые представления могли претерпеть изменения, но в целом стиль и принципы изложения сохранили свою ценность. – *Н.А. Ляпунова.*

чи до сотен тысяч градусов. Температура внутренних областей звёзд измеряется многими миллионами градусов.

**III класс** – это холодные твёрдые тела. Сюда относятся планеты, космическая пыль, а также вещество метеорных потоков и комет. В последнее время выясняется, что во вселенной имеется гораздо больше материи в твёрдом состоянии, чем думали раньше. Так, в нашей Галактике (называемой *Млечный путь*) около половины материи находится, по-видимому, в твёрдом рассеянном состоянии.

Изучение астрономии особенно важно потому, что в космических телах мы встречаем материю в таких состояниях, какие невозможно получить в современных физических лабораториях. Благодаря этому данные астрономии оказываются чрезвычайно ценными с точки зрения усовершенствования наших знаний о физических свойствах различных веществ. Для сопоставления между собой ряда разнообразных сведений, которые мы получаем о вселенной, оказывается необходимым строить математические модели космических тел, а также математические модели вселенной в целом. При этом приходится считаться, с одной стороны, с данными наблюдений; с другой стороны, с представлениями о свойствах вещества, добытыми физикой и химией.

Так, например, до возникновения теории относительности представляла интерес следующая модель вселенной: эвклидово пространство, в котором с более или менее равномерной средней плотностью распределена материя. Оказывается, что такая модель не выдерживает сопоставления с действительностью, так как в такой модели сила тяжести невозможна. Если взять произвольное направление и подсчитать суммарную силу тяжести, вызванную притяжением всех тел этой модели вдоль этого направления, то окажется, что как в ту, так и в другую сторону должны действовать бесконечно большие силы. В такой модели поле тяготения фактически не существует. Остаются либо модели с конечным пространством и конечной массой, либо модели с бесконечным пространством, в котором распределена конечная или же бесконечная масса, но существенным образом неравномерно распределённая в пространстве.

В связи с этим приобретает большой интерес вопрос о реально наблюдаемом распределении материи во вселенной. В доступных нам пределах распределение материи весьма неравномерно. Имеются области, относительно сильно населённые звёздами, а между ними громадные пространства, почти лишённые звёзд. Громадные скопления звёзд называются *галактиками*. Форма многих галактик

напоминает чечевицу. Строение их таково: в центральной части наблюдается особенно большое скопление звёзд, а на периферию из этой центральной части вырываются огромные спиральные рукава. Такие образования носят название *спиральных туманностей*. Расчленив их на отдельные звёзды удалось только в тридцатых годах, когда были созданы достаточно мощные телескопы. Количество звёзд в каждой спиральной туманности, по-видимому, исчисляется сотнями миллиардов. Различных галактик в настоящее время известны миллиарды. Распределение галактик в пространстве тоже неоднородно. Есть области, в которых сравнительно недалеко друг от друга имеется громадное количество галактик (например, такое скопление галактик известно в созвездии Девы). Размеры галактик – десятки тысяч световых лет. Наибольший поперечник нашей галактики приблизительно семьдесят тысяч световых лет. Расстояния между галактиками, в общем, значительно больше, чем их поперечники. Ближайшая к нам спиральная галактика – туманность Андромеды – удалена от нас примерно на 1,5 миллиона световых лет.

Во вселенной встречаются некоторые неправильные туманности, которые также являются громадными скоплениями звёзд. Примером могут служить Магеллановы облака, видимые в Южном полушарии. Их размеры значительно меньше, чем размеры спиральных туманностей. Другим типом скоплений звёзд являются шаровые скопления. Достаточно яркие скопления такого типа имеются, например, в созвездии Геркулеса и Кита. Такие скопления обладают приблизительно сферической симметрией. Нередко шаровые скопления располагаются внутри спиральных галактик. Далее нужно отметить неправильные звёздные скопления, как, например, Плеяды  $\chi$  и  $\eta$  Персея, скопления в Яслях. Это такие участки пространства, в которых довольно беспорядочно, но сравнительно близко друг к другу, располагаются сотни звёзд. Эти скопления также встречаются внутри спиральных галактик.

При изучении звёздных скоплений используются некоторые математические модели. Так, например, наша галактика вращается вокруг оси, перпендикулярной к плоскости галактики. Это вращение обусловлено наличием начальных скоростей и сил притяжения. Другими словами, его причина такая же, как причина вращения планет вокруг Солнца. Распределение скоростей и характер траекторий позволяют оценить суммарную массу всей галактики, кроме того, можно ориентировочно оценить суммарную массу звёзд, образующих галактику. Здесь обнаруживается неувязка: для объяснения наблюдаемых движений требуется примерно вдвое



большая масса, чем получается, исходя из распределения звёзд и их масс. Это приводит к предположению о том, что в пределах нашей галактики имеется много тёмной материи. Наблюдение других галактик показывает, что и там есть включения тёмной материи. Распределения яркости в пределах Млечного пути заставляет предположить существование целого ряда облаков тёмной материи, которые поглощают свет звёзд. (Например, раздвоение Млечного пути в созвездии Лебедя, а также многочисленные тёмные туманности).

\* \* \*

Перейдём теперь к рассмотрению *физических свойств звёзд*. Прежде всего, наблюдаемые яркости звёзд очень различны. Яркость звёзд выражается в *звёздных величинах*. Шкала звёздных величин строится так: увеличение видимой величины на единицу соответствует уменьшению яркости видимого света в 2,5 раза. Глаз человека способен воспринимать звёзды вплоть до шестой величины. С помощью сильных телескопов можно фотографировать звёзды вплоть до двадцать четвертой величины. Видимая яркость звезды в первую очередь зависит от её *абсолютной яркости*, т. е. от количества излучаемого ею света, и от расстояния до неё. Расстояния до многих звёзд известны. Расстояние до звезды определяется при помощи измерения её *параллакса*. Это тот угол, под которым со звезды виден диаметр земной орбиты. Зная видимую яркость звезды и расстояние до неё, можно определить так называемую *абсолютную яркость*. Это та звёздная величина, которую данная звезда имеет на некотором раз навсегда фиксированном расстоянии. Абсолютные яркости звёзд меняются в больших пределах – на десятки звёздных величин. Абсолютная яркость является одной из весьма существенных физических характеристик звезды.

Другая фундаментальная характеристика звезды – это её спектр. Спектры звёзд разбиты на ряд типов. В основе построения спектральной классификации лежат два обстоятельства: 1) распределение энергии вдоль непрерывной части спектра – оно позволяет определить температуру излучающей области – и 2) характер отдельных тёмных линий излучения или светлых линий излучения (так называемые Фраунгоферовы линии). Тёмные линии в спектре возникают тогда, когда над излучающей поверхностью расположены газовые массы более холодные, чем излучающая поверхность. Они поглощают свет, длина волны которого строго соответствует той длине волны, которую сами газы излучают, будучи достаточно нагретыми. (На самом деле Фраунгоферовы линии тоже светлые, но на фоне гораздо более яркой остальной части спектра они вы-

глядят тёмными). Светлые линии в спектре возникают в том случае, когда источником излучения является сильно нагретый и достаточно разряжённый газ. Чем горячее излучающая поверхность, тем более смещается в фиолетовую сторону наиболее яркая часть спектра. Таким образом, характер спектра определяет температуру звезды, а также химический состав и строение её. Принята следующая спектральная классификация звёзд.

**Класс 0.** Основное излучение падает на яркие линии ионизированного гелия. Температура поверхности порядка 25–30 тысяч градусов. Цвет звезды белый или голубоватый. Хорошо видны линии поглощения нейтрального He (гелия).

**Класс В.** Звёзды белые, температура 15–25 тысяч градусов.

**Класс А.** Максимальной интенсивности достигают линии Бальмеровской серии водорода. Цвет звёзд белый. Температура 11 тысяч градусов.

**Класс F.** Линии Бальмеровской серии ослаблены. Появляются хорошо заметные линии H и K, ионизированного кальция. Температура 7500 градусов. Цвет бело-жёлтый.

**Класс G.** Температура 6 тысяч градусов. Цвет звёзд жёлтый. К этому классу относится наше Солнце.

**Класс K.** Многочисленные линии металлов. Фиолетовый участок спектра ослаблен. Цвет оранжевый. Температура 5 тысяч градусов.

**Класс M.** Температура 2–3 тысячи градусов, цвет красный.

**Класс R.** Похож на класс K. Заметны линии углерода. Температура 2–3 тысячи градусов. Цвет красный.

**Класс N.** Линии углерода интенсивны. Температура 2 тысячи градусов. Цвет глубокий красный.

Спектральный тип и абсолютная светимость, использованные совместно, позволяют построить довольно детальную и очень содержательную классификацию звёзд по их физическим свойствам. Этой цели служит диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Эта диаграмма строится так. По вертикали откладывается абсолютная звёздная величина, а по горизонтали устанавливается дискретная шкала спектральных типов, которая располагается слева направо в порядке убывания температуры. Все звёзды, для которых известны обе характеристики, наносятся на эту диаграмму, так что каждая звезда изображается точкой.

Распределение звёзд на этой диаграмме оказывается довольно своеобразным. Все звёзды на диаграмме группируются в трех областях. Самая большая из них располагается полосой из левого верхнего угла до правого нижнего примерно вдоль диагонали диа-

граммы. Вторая область лежит в верхней правой части диаграммы. Третья область в нижней левой части диаграммы. Звёзды, попадающие в правую верхнюю область, называются гигантами. Звёзды диагональной полосы называются звёздами главной последовательности. Звёзды нижней левой области носят название белых карликов.

Более детальное исследование спектров звёзд с привлечением результатов, полученных с помощью теории относительности, позволяет определить истинные размеры звёзд и их массы. Это позволяет сделать дальнейшие выводы о физическом состоянии звёзд. Различие между выделенными группами оказывается разительным.

**ГИГАНТЫ.** Это звёзды, диаметр которых в десятки или сотни раз превосходит диаметр Солнца. Так, например, диаметр Антареа превосходит диаметр Солнца в 390 раз. Он превосходит диаметр орбиты Марса. Массы гигантов тоже значительно превосходят массу Солнца. Они составляют от нескольких десятков до нескольких тысяч масс Солнца. Таким образом, это громадные шары очень разреженной материи. Средняя плотность многих гигантов в тысячи раз меньше, чем плотность нашей атмосферы. Поверхностные излучающие части этих звёзд сравнительно холодные: 2–4 тысячи градусов. В спектрах красных гигантов находят линии разнообразных химических элементов, а также некоторых химических соединений (например, окись титана, окислы железа и т. п.).

**ЗВЁЗДЫ ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ** обладают значительно меньшими размерами и большими плотностями. Массы их закономерно убывают с убыванием температур. Наше Солнце – это звезда главной последовательности типа **G2**. Плотности звёзд главной последовательности сравнимы с плотностями наземных тел. Средняя плотность Солнца примерно 1,4. Огромное большинство звёзд принадлежит к главной последовательности. Массы этих звёзд колеблются в довольно значительных пределах – от сотен масс Солнца до десятых долей массы Солнца.

**БЕЛЫЕ КАРЛИКИ.** К этой группе относятся звёзды с колоссальной плотностью. По массе они сопоставимы с Солнцем, а размерами – с Землей. Большинство из них – спутники ярких звёзд. В этих случаях, если известен период взаимного обращения и расстояние между звездой и спутником, то по положению центра масс системы можно определить массу, а по яркости и спектру – размеры. Плотности этих звёзд таковы, что кубический сантиметр вещества имеет массу от нескольких килограммов до нескольких тонн. По-видимому, атомы этого вещества полностью ионизированы, и оно представляет смесь атомных ядер и свободных электронов. Спектры этих звёзд очень разнообразны. Они относятся к

спектральным типам от **A** до **G**. Полосы поглощения возникают во внешней части атмосферы звезды, где атомы находятся в нормальных состояниях. Однако по сравнению с обычными спектрами эти полосы поглощения смещены. Дело в том, что напряжённость гравитационного поля большой массы и маленьких размеров звезды очень велика. В этих условиях общая теория относительности предсказывает некоторое смещение спектральных линий к красному концу спектра, величину которого можно вычислить, зная напряжённость гравитационного поля. Так как карлики являются спутниками ярких звёзд, то те же линии можно найти в спектрах звёзд. Наблюдаемая величина красного смещения спектральных линий спектров белых карликов близка к теоретически вычисленной. Это дает подтверждение правильности наших представлений о физических свойствах вещества карликов.

\* \* \*

После беглого описания небесных тел перейдём к некоторым сопоставлениям.

Эффект Доплера приводит к тому, что если звезда быстро вращается, то её спектральные линии закономерным образом расширяются. Наличие сильных магнитных полей ведёт к расщеплению спектральных линий. Это обусловлено взаимодействием магнитного поля звезды с магнитными моментами атомов. Все эти явления наблюдаются в звёздных спектрах. При этом, если рассмотреть звёзды главной последовательности, то для звёзд левой половины диаграммы вплоть до спектрального типа **F-5** оказывается, что звёзды обладают значительными магнитными полями и сравнительно быстро вращаются вокруг своей оси. Начиная от спектра **F-5** и правее, магнитные поля резко снижаются и скорость вращения резко убывает. Напомним, что в солнечной системе 98% вращательного момента импульса падает на планеты, тогда как 98% массы заключено в Солнце. Отсюда возникает гипотеза, что звёзды главной последовательности постепенно растрачивают свои запасы на излучение. При этом они постепенно остывают и сжимаются, так как силы тяготения получают перевес над давлением внутренних излучений. Это ведёт к увеличению скорости вращения звезды вокруг своей оси, так как вращательный момент остаётся постоянным, в какой-то момент времени устойчивость режима нарушается и происходит отделение планет, которые уносят с собой небольшую массу и значительную часть вращательного момента. По-видимому, существенную роль здесь играют магнитные силы, так как в противном случае доля отделившейся массы и до-

ля отделившегося вращательного момента были бы одинаковыми, тогда как для случая Солнца отношения этих долей примерно 2,5 тыс. После отделения планет скорость вращения звезды, а также её магнитный момент резко убывают. Если такая точка зрения верна, то планетных систем в нашей галактике должно быть очень много. Неужели там нет жизни и интеллекта?

Коснёмся современных представлений о механизме звёздных излучений и внутреннего состояния звёздной материи. По-видимому, внутренность звёзд представляет из себя постоянно действующую термоядерную бомбу. Температура там достигает десятков и сотен миллионов градусов. В этих условиях протекают термоядерные реакции, ведущие к синтезу более тяжелых атомов из более лёгких. При этом сумма масс возникающих ядер должна быть меньше, чем сумма масс исходных ядер. Дефект массы соответствует массе излучения. Возникающая радиация поглощается там же внутри звезды другими ядрами. Она содействует активации этих ядер и облегчает их вступление в новые ядерные реакции. При этом излучается новая порция энергии. Постепенно энергия излучаемых фотонов уменьшается, фотоны как бы размениваются на более мелкие. Наконец, отдельные порции энергии достигают поверхностных частей звезды, где температуры гораздо ниже и где основную роль в поглощении и переизлучении энергии играют внешние электроны атомов. В конце концов, энергия излучается в виде электромагнитных волн, а также в виде ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Расчёты показывают, что весь этот процесс преобразования порции энергии, которая выделилась в результате ядерной реакции внутри звезды, может длиться миллиарды лет, пока, наконец, эта порция энергии не будет излучена поверхностью звезды. Фраунгоферовы линии позволяют определять химический состав звёздных атмосфер и многие их физические характеристики (напряжение силы тяжести, наличие или отсутствие вращения или магнитного момента, наличие некоторых химических соединений, степень ионизации вещества и т. п.).

Изучение спектров небесных тел привело к некоторым интересным открытиям, относящимся к области химии и физики. Так гелий был впервые открыт в спектре Солнца (его название означает по-гречески «солнечный»). В спектре газовых туманностей были обнаружены линии, которые долго не удавалось объяснить. Оказалось, что они принадлежат многократно ионизированному кислороду. Свечение этих туманностей представляет собой люминесценцию газов под действием излучения очень горячих близлежащих звёзд. Во многих местах галактики имеются громадные тёмные га-

зовые и пылевые туманности. Точно так же непонятные линии наблюдались в спектрах кометных хвостов, а также в спектрах северного сияния. Это тоже оказались спектры ионизированных веществ (в северном сиянии – азота).

Всё это говорит о том, что наблюдение небесных тел очень полезно для изучения физических свойств состояний вещества.

Большой интерес представляют так называемые переменные звёзды. Это звёзды, яркость которых меняется со временем. Можно выделить несколько типов переменных звёзд.

I. Затменные переменные или переменные звёзды типа Алголя. Это звёзды, яркость которых меняется строго периодически. Через равные промежутки времени яркость звезды уменьшается на строго определённую величину и затем возвращается к прежней величине. Эти звёзды являются двойными. Одна звезда яркая, другая тёмная. Земля находится в плоскости, в которой эти звёзды вращаются друг вокруг друга. Вышеуказанные падения яркости обусловлены затмением основной звезды тёмным спутником. Периоды, через которые повторяются затмения, бывают очень разнообразными. От десятков минут до десятков с лишним лет ( $\epsilon$  Возничего). К этому типу относится  $\beta$  Персея. Её арабское название Алголь. Отсюда название типа переменных звёзд. По-арабски это слово означает «*дьявол*». Согласно религиозным представлениям арабов-магометан для дьявола характерно двуличие. Это можно рассматривать как указание на то, что переменность блеска Алголя была замечена арабами.

ЦЕФЕИДЫ. Название происходит от звезды  $\delta$  Цефея, которая относится к этому типу. Эти звезды характеризуются строго периодическим изменением блеска с характерной кривой, которая показывает постепенное убывание блеска, а затем быстрое его нарастание. На кривой убывания яркости можно обнаружить некоторые волны. Звёзд такого типа много. Сопоставление кривых изменения блеска Цефеид показывает, что амплитуда изменения яркости закономерно возрастает с ростом периода. Эти звёзды являются гигантами большой светимости. Чаще их свет жёлтый или красновато-жёлтый. Спектр звёзд несколько меняется в течение изменения яркости. Это своеобразные астрономические часы. Периоды Цефеид меняются от нескольких часов до нескольких недель. Амплитуды – от десятых долей звёздной величины до двух–трех звёздных величин. По-видимому, наблюдаемые явления можно объяснить таким образом: ядерное горючее, служащее источником жизни, подходит к концу. Количество энергии, излучённой глубинными частями звезды, достигло такого уровня, что оно не способно ком-

пенсировать силу тяжести. Это ведёт к постепенному сжатию звезды. Это сжатие приводит к разогреву внутренних частей, который интенсифицирует ядерную реакцию. Излучение возрастает, звезда вновь расширяется, яркость её увеличивается. Видимо, расширение происходит быстрее, чем сжатие. Такими пульсациями пробуют объяснить изменение яркости Цефеид.

Однако есть неправильные переменные! Это звёзды, характер изменения блеска которых напоминает Цефеиды, однако, всё происходит в других масштабах. Амплитуды колебаний значительно больше – до 10–12 звёздных величин. О периодичности трудно говорить, так как промежутки между максимумами блеска не строго постоянны. Изменение спектра гораздо резче выражено, чем у Цефеид. Чаще всего это красные звёзды. Как Цефеиды, так и неправильные переменные являются гигантами. Цефеиды удаётся обнаружить также во внешних галактиках. Однако замечательно следующее обстоятельство. Если приписать неправильным переменным некоторое усреднённое значение периода, то они вполне укладываются в ту зависимость, которая установлена для Цефеид и которая связывает период, амплитуду колебаний и абсолютную яркость (или массу). Это позволяет думать, что для обоих типов переменных звёзд физические процессы, обуславливающие изменение яркости, примерно одни и те же.

Так называемые «**НОВЫЕ ЗВЁЗДЫ**» характеризуются ещё более значительными изменениями яркости, спектра и цвета, а также ещё более огромными промежутками между максимумами. Для них характерны сравнительно краткосрочные вспышки и длительные периоды покоя. Вспышка длится от нескольких дней до нескольких месяцев. Периоды покоя продолжаются десятки или сотни лет. Амплитуды изменения яркости нередко превосходят 15 звёздных величин. Название «новые звёзды» обусловлено тем, что долгое время считали, что эти звёзды вспыхивают «на пустом месте». Лишь недавно удалось установить, что на месте вспыхивающей «новой звезды» всегда имелась очень слабая звёздочка. Физические параметры «новых звёзд» с той или иной степенью приближения тоже укладываются в закономерности, установленные для Цефеид. Однако об этом следует говорить с большой осторожностью.

**СВЕРХНОВЫЕ ЗВЁЗДЫ** представляют собой образования совсем другой природы. Они очень редки и поэтому мало изучены. В основном их обнаруживают в далёких галактиках. В нашей галактике есть следы древних сверхновых звезд. Так, около 900 лет тому назад на месте нынешней Крабовидной туманности китайски-



ми летописями была зарегистрирована вспышка очень яркой новой звезды. Крабовидная туманность находится в пределах нашей галактики, но очень далеко от нас. Она представляет собой собрание светящихся газовых облаков, которые разлетаются от общего центра со скоростями 1000 км/с. В центре Крабовидной туманности имеется слабенькая, но очень горячая звезда. Температура её поверхности превосходит 100 тыс. градусов. Свечение разлетающихся облаков есть люминесценция под воздействием центральной звезды. Можно думать, что Сверхновые представляют из себя колоссальные взрывы, сопровождающиеся большим выбросом материи. Не исключена возможность, что эти взрывы связаны с тем, что в звезде происходит смена ядерного горючего. Одно вещество оказывается исчерпанным. Однако, вследствие сжатия, внутренняя температура возрастает настолько, что оказывается возможной новая ядерная реакция, опирающаяся на переработку другого вещества.

Встречающиеся в разных местах так называемые Планетарные туманности имеют иную структуру, а именно: примерно кольцеобразное газовое облако, разлетающееся от центра, и весьма горячая центральная звёздочка могут являться следами таких взрывов. Однако здесь очень много неясного. Сверхновые представляют собой чрезвычайно заманчивый объект для исследования.

На этом мы закончим обзор звёзд и звёздных систем.

\* \* \*

Перейдем теперь к несколько более *подробному рассмотрению нашего Солнца.*

Наше СОЛНЦЕ представляет собой относительно слабую звезду главной последовательности спектрального типа **G-2**. Оно расположено в галактической туманности Млечный путь на расстоянии около 10 тыс. световых лет от её центральной части и около 20 тыс. световых лет от её периферии. Вокруг Солнца обращаются девять планет со спутниками, несколько тысяч малых планет, метеорные рои и кометы. Солнце вращается вокруг своей оси с периодом около 25 дней. Орбиты всех планет и подавляющего большинства малых планет близки к площади солнечного экватора. Суммарная масса планет примерно в 50 раз меньше, чем масса Солнца, тогда как суммарный вращательный момент всех планет относительно Солнца примерно в 50 раз больше, чем вращательный момент самого Солнца.

Как было сказано выше, источником Солнечного излучения являются термоядерные реакции, протекающие внутри Солнца. К сожалению, процессы, текущие в глубинных частях Солнца, практически недоступны для непосредственного изучения. Зато



поверхностные слои Солнца удаётся изучать непосредственно. Мы наблюдаем чрезвычайно интенсивное и разнохарактерное излучение, идущее от разных слоёв Солнца. Сюда входят видимый свет, ультрафиолетовые лучи, рентгеновские лучи разной степени жёсткости, а также различные радиоволны вплоть до сантиметровых. Далее имеются корпускулярные излучения, в составе которых можно различить потоки электронов, протонов, нейтронов, в некотором количестве более тяжёлых атомных ядер и, наконец, нейтрино. Все эти потоки оказывают своё воздействие на земной шар.

Действие света общеизвестно. Ультрафиолетовые излучения совершают химическую работу в атмосфере, например, они создают озон. Северные сияния обусловлены главным образом потоками электронов, которые отклоняются в магнитном поле Земли и группируются в приполярных областях. Рентгеновские лучи, нейтрино и нейтроны идут из глубоких частей Солнца. Остальные излучения относятся к поверхностным слоям. Нужно сказать, что все виды солнечного излучения, кроме светового, обнаружены сравнительно недавно и до сих пор изучены очень неполно.

Поверхностные слои Солнца, точнее солнечная атмосфера, доступны непосредственным наблюдениям. Обычно выделяют *фотосферу*, или светящуюся оболочку, *хромосферу*, или окрашенную оболочку, и *солнечную корону*. Рассмотрим ближе их строение.

Видимая, т. е. излучающая видимый свет поверхность Солнца носит название *фотосферы*. Строго говоря, это достаточно толстый слой плотных раскалённых газов, излучающий непрерывный свет. Строение его ячеистое. Фотосфера состоит из отдельных гранул, вид которых в телескоп напоминает рисовые зёрна. Это отдельные газовые облака протяжением в тысячи километров, между отдельными гранулами наблюдаются некоторые прорывы – более тёмные, чем сами гранулы. Такая структура обусловлена конвекционными потоками. Гранулы – это восходящие потоки в солнечной атмосфере. Здесь более горячее вещество выносится наверх. Поэтому гранулы ярче окружающих участков. Пространство между гранулами занято нисходящими потоками уже охлаждённых газов, поэтому эти пространства менее яркие, чем гранулы. Иногда наблюдаются так называемые факелы. Это яркие облака значительно больших размеров, чем гранулы. Конфигурация факелов сравнительно быстро изменяется. Нередко солнечные пятна окружены факелами.

Солнечные пятна представляют собой некоторые прорывы в фотосфере. Гранулы раздвинуты, в промежутке между облаками видны более глубокие слои. Однако над этими слоями имеется толстый слой немного более холодных газов. Поэтому средняя

часть пятен темнее окружающей фотосферы. Температура фотосферы примерно  $5500^{\circ}$ . Температура газов, заполняющих пятно, несколько ниже, около  $5000^{\circ}$ . В пятнах наблюдаются сильные магнитные поля. Нередко можно наблюдать пары пятен, находящиеся примерно на одной солнечной широте, из которых одно содержит северный магнитный полюс, а другое – южный. При этом в северном полушарии Солнца более западное пятно обладает одним магнитным полюсом, а в южном полушарии более западное пятно обладает противоположным магнитным полюсом.

Пятнообразовательная деятельность Солнца характеризуется одиннадцатилетним циклом. Промежутки времени более интенсивной пятнообразовательной деятельности сменяются промежутками времени с меньшим числом пятен. Этот процесс характеризуется приблизительной периодичностью. Длительность цикла 11–11,5 лет. В периоды максимума солнечных пятен возрастает также напряжённость магнитного поля Солнца, зато строение магнитного поля становится менее правильным. Возрастает интенсивность корпускулярных излучений, благодаря этому возрастает ионизация земной атмосферы под действием солнечного излучения. Суммарная энергия, излучаемая Солнцем в связи с пятнообразовательной деятельностью, практически не меняется. Очень редко наблюдаются пролёты раскалённых газовых масс над солнечным пятном. (Эффект Керрингтона).

**Хромосфера** – это слой солнечной атмосферы, расположенной над фотосферой. Она имеет ярко-красный цвет. Температура её порядка 4 тыс. градусов. Хромосфера поглощает некоторую часть света, излучаемую фотосферой, а сама излучает много меньше света, чем поглощает. Именно поглощение в хромосфере создаёт темные линии в солнечном спектре (Фраунгоферовы линии). Эти линии с большой точностью удаётся отождествить со спектральными линиями, отвечающими различным химическим элементам. В солнечном спектре обнаружены линии большинства элементов, имеющих на Земле. Особенно интенсивны линии водорода, гелия, натрия, калия, а также железа и др. Если наблюдать поверхность Солнца в отдельной спектральной линии, закрыв всё остальное, то оказывается, что яркость излучения, идущего от разных участков Солнца, различная. Есть приборы, в которых щель спектроскопа быстро колеблется и благодаря этому оказывается возможным наблюдать всю поверхность Солнца в одной спектральной линии. Другими словами, можно наблюдать распределение отдельных элементов по поверхности Солнца, а иногда и различно нагретых масс одного и того же элемента. Оказывается, что на разной высоте в

пределах солнечной атмосферы плавают облака разного состава. Там есть натриевые, калиевые, водородные облака и др. На разных высотах температура водородных облаков бывает сильно различной. В общем, более высокие облака менее нагреты. Иногда наблюдаются интенсивные перемещения этих облаков по поверхности Солнца. Можно думать, что эффект Керрингтона связан с этим.

Хромосфера бывает доступной непосредственному наблюдению только при солнечном затмении. В момент, когда вся фотосфера закрыта диском Луны, по краю Солнца вспыхивает изумительно красивая ярко-красная полоска. Эта вспышка длится одну-две секунды. Иногда над узкой полоской, ограничивающей диски Солнца и Луны, наблюдаются такие же ярко-красные выступы неправильной формы – протуберанцы. Это следы солнечных извержений. Видимый поперечник протуберанца нередко значительно превосходит диаметр Земли. Если наблюдать полное солнечное затмение вблизи от границы полной фазы, то можно видеть, что вспышка как бы обходит вокруг лунного диска. В этих случаях она видна дольше. Спектр вспышки состоит из отдельных ярких линий калия, натрия, водорода.

Именно во время полных солнечных затмений удаётся наблюдать одно из самых красивых небесных явлений – солнечную корону. Это нежное размытое сияние, которое бывает видно вокруг исчезнувшего солнечного диска только в момент полной фазы затмения. Строение короны в периоды минимума и максимума солнечных пятен бывает сильно различным. В минимумы в экваториальной части Солнца видны длинные лучи, идущие в обе стороны и простирающиеся более чем на два солнечных диаметра в каждую сторону. В окрестности приполярных частей солнечного диска корона образована совсем коротенькими лучами, которые расходятся венцом в разные стороны. Ближняя к солнечному диску часть короны имеет голубоватый оттенок и большую яркость. Её называют перламутровым венцом. Корона в период максимума солнечных пятен выглядит иначе. Обычно видно несколько длинных ярких лучей, направленных в разные стороны (при затмении 1961 г. было три таких луча). Вся остальная часть диска окружена более или менее хаотически расположенными лучами, длина которых изменчива, но она, несомненно, превосходит длину лучей полярной части короны эпохи минимума.

В пасмурную погоду иногда организуют наблюдение полного солнечного затмения с самолёта. Это чрезвычайно эффектное зрелище. Окраска неба становится заметно фиолетовой, а на горизонте видна зелёно-голубая полоска – участок неба, находящийся вне

полосы затмения и освещённый Солнцем. В момент полного затмения бывают видны яркие звёзды и планеты. Перед наступлением полного затмения, когда солнечный диск обращён в узкий серп, на поверхности Земли иногда видны какие-то бегущие тени. По-видимому, это атмосферные эффекты.

Появление в последние годы весьма разнообразных физических средств изучения Солнца представляет огромный интерес. Оказывается, что на Солнце время от времени происходят сильные взрывы, при которых выбрасывается значительная материя. Впоследствии она частично падает на Солнце, частично рассеивается в пространство. В этих случаях резко увеличивается интенсивность корпускулярных излучений Солнца. Недавно созданы приборы, позволяющие наблюдать солнечную корону вне затмения (коронограф Лию). Наблюдения ведутся в какой-нибудь одной определённой спектральной линии. Природа солнечной короны весьма своеобразна. Это весьма разреженные газы, находящиеся под непрерывным обстрелом солнечного излучения. Особенно большую роль играют потоки электронов. Температура некоторых частей короны очень высока (до ста тысяч градусов). В последнее время всё большую роль в изучении Солнца и его короны приобретают методы радиоастрономии. Детальное исследование вещества в видимых частях Солнца и в его короне представляет существенный интерес для физиков. Другие звёзды дают значительно большее разнообразие состояния вещества, чем Солнце. С другой стороны, Солнце даёт состояние вещества, недостижимое в лабораториях. Понятно, что энергия излучений, идущих от Солнца, значительно больше, чем энергия излучения от далёких звёзд, поэтому солнечные излучения можно изучать значительно более детально.

\* \* \*

Перейдём к рассмотрению *солнечной системы*. Помимо самого Солнца в состав солнечной системы входят девять основных планет: Меркурий, Венера, Земля с Луной, Марс с двумя спутниками, Юпитер с двенадцатью спутниками, Сатурн с девятью спутниками и кольцом, Уран с пятью спутниками, Нептун с двумя спутниками и Плутон. Кроме того, имеется не менее двух тысяч малых планет, орбиты которых расположены между орбитами Марса и Юпитера, а также потоки метеоров и кометы. Основные планеты по своим физическим свойствам образуют две группы – *внутренних планет* (Меркурий, Венера, Земля и Марс) и *внешних планет* (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун). Физические свойства Плутона недостаточно изучены, чтобы причислить его к этой классификации.

Все основные планеты и подавляющее большинство малых планет вращаются вокруг Солнца в плоскостях, мало уклоняющихся от экваториальной плоскости Солнца. Движение вокруг Солнца подчинено законам Кеплера:

1. Каждая планета движется вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого помещается Солнце.

2. Скорость планеты в разных частях орбиты определяется тем, что площади, ометаемые радиусом-вектором планеты за равные промежутки времени, равны между собой. (Радиусом-вектором планеты принято называть прямолинейный отрезок, соединяющий центр планеты с центром Солнца).

3. Квадраты времён обращения планеты вокруг Солнца пропорциональны кубам больших полуосей их орбит.

Все эти законы можно вывести теоретически, исходя из основных законов механики Ньютона и закона всемирного тяготения. Считая как Солнце, так и планету точечными массами, можно написать дифференциальное уравнение движения планеты. Первые два закона Кеплера непосредственно следуют из решения этого уравнения. Третий закон является приближённым. Он верен тогда, когда массы сопоставляемых планет весьма малы по сравнению с массой Солнца. В действительности для солнечной системы это предположение соблюдается.

Законы Кеплера устанавливаются в том предположении, что имеется только одна планета. На самом деле разные планеты притягивают друг друга. Благодаря этому истинное движение планет не вполне точно следует законам Кеплера. Однако силы притяжения, вызванные планетами, намного меньше, чем силы солнечного притяжения, поэтому отклонения от законов Кеплера невелики. Детальная теория движения планет разрабатывается небесной механикой. Здесь принимаются во внимание так называемые *возмущения*, которые производят планеты в движении других планет.

Теория возмущения сыграла очень большую роль в астрономии. Пять планет: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн – были известны ещё в древности. Уран был открыт астрономом Гершелем, который создал первый большой телескоп и занялся систематическим изучением звёзд с помощью этого телескопа. Он обнаружил звёздочку, положение которой день ото дня менялось. Детальное изучение её движения показало, что это планета. Впоследствии, когда была создана детальная теория движения этой планеты, названной Ураном, обнаружилось, что наблюдение плохо укладывается в теорию. Тогда широко известный французский ученый Леверье и начинающий английский астроном Адамс неза-

висимо друг от друга высказали предположение, что неправильность движения Урана обусловлена тем, что его возмущает другая, более далёкая планета. Как Леверье, так и Адамс сделали попытку рассчитать теоретически положение этой неизвестной планеты, опираясь на закон всемирного тяготения и законы механики. Задача сильно осложнялась тем, что данные, доставляемые для этого наблюдениями, были неполны. Для получения однозначного ответа нужно задаться либо массой неизвестной планеты, либо её расстоянием от Солнца. Оба теоретика сделали это, опираясь на эмпирическое правило Тициуса–Бодэ, которому приближённо подчиняются расстояния планет от Солнца. Когда Адамс сообщил свои результаты английским астрономам, ему не поверили. Леверье (не зная об Адамсе) закончил свои вычисления немножко позже. Найденное им положение новой планеты оказалось в области неба, детально изучавшейся астрономом Галле в немецкой обсерватории в Потсдаме близ Берлина. Ему-то Леверье и сообщил свои результаты. В первый же ясный вечер недалеко от места, указанного Леверье, Галле обнаружил неизвестную звёздочку восьмой величины. Нептун был открыт. Нередко говорят, что Леверье открыл Нептун на кончике своего карандаша.

Однако на этом успехи теории возмущения не остановились. Дальнейшие наблюдения показали, что возмущение, вызываемое Нептуном, не вполне объясняет все особенности движения Урана, да и Нептун движется не совсем так, как ему предписывает теория. Американский астроном Лоуэлл попытался объяснить эти неправильности возмущающим воздействием ещё одной планеты. Проведя расчёты, он указал местоположение предполагаемой планеты (тоже опираясь на правило Тициуса–Бодэ). Многочисленные попытки, сделанные американскими астрономами в 30-х годах, увидеть планету, предсказанную Лоуэллом, не увенчались успехом, и его работа была почти забыта. И только в конце 30-х годов, уже после смерти Лоуэлла, был обнаружен Плутон в виде звёздочки 13-ой величины. Действительное положение Плутона оказалось довольно близким к месту, указанному Лоуэллом, хотя, в отличие от Нептуна, правилу Тициуса–Бодэ Плутон совсем не подчиняется. Дело в том, что Плутон расположен очень далеко от нас и в случае Лоуэлла оказалось, что видимое положение планеты сравнительно мало меняется с изменением её расстояния до Солнца.

Ещё один пример блестящего успеха теории возмущения представляет собой теория движения Галилеевых спутников Юпитера. (Так называются четыре ярких спутника Юпитера, которые были открыты ещё Галилеем). Эти спутники обращаются вокруг Юпите-

ра в плоскости, близкой к экваториальной плоскости Юпитера. В связи с этим, мы наблюдаем то прохождение спутников по диску Юпитера, то покрытие спутника диском Юпитера, то затмение спутника, то есть попадание его в тень Юпитера. Моменты всех этих событий по отношению ко всем четырём спутникам могут быть заранее точно вычислены. Это даёт своеобразные часы, по которым можно определить точное время. Наблюдения спутников Юпитера широко использовались мореплавателями для определения точного времени в те времена, когда не было радио, а надёжность часов или хронометров была ещё недостаточной.

\* \* \*

Перейдём теперь к описанию БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ.

Самая большая планета солнечной системы – *Юпитер*. Его диаметр примерно в 10 раз больше диаметра Земли и примерно во столько же раз меньше диаметра Солнца. Плотность Юпитера близка к плотности воды. Видимая поверхность его образована густыми облаками. На разных широтах яркость этих облаков различна. Это ведёт к тому, что поверхность Юпитера представляет из себя ряд чередующихся светлых и тёмных полос, хорошо видимых даже в слабые телескопы. На Юпитере обнаружено так называемое красное пятно. Это вытянутая область, расположенная вблизи от одной из тёмных полос северного полушария. Это пятно имеет красноватую окраску. Его очертания немного меняются со временем, положение его не остаётся постоянным. Были предположения, что красное пятно представляет собой вулканическое озеро. В настоящее время, по-видимому, более правдоподобно предположение, что красное пятно представляет из себя некоторое твёрдое тело, плавающее в атмосфере Юпитера. Это может быть, например, кусок замёрзшей углекислоты или аммиака.

Химический состав атмосферы Юпитера удаётся определить, сопоставляя солнечный спектр со спектром Юпитера. Он сильно отличается от состава атмосферы Земли. Там преобладают химические соединения, такие как: аммиак, окислы азота, углекислый газ и др. Юпитер обращается вокруг Солнца примерно за 12 лет и вращается вокруг своей оси с периодом в 10 часов. Такое быстрое вращение приводит к тому, что центробежная сила, возникающая на экваторе, велика, вследствие этого полярное сжатие Юпитера довольно значительное. Экваториальная плоскость Юпитера очень мало наклонена по отношению к экваториальной плоскости Солнца, а также по отношению к плоскости орбиты Юпитера. Юпитер имеет двенадцать спутников, из которых четыре довольно яркие, остальные – слабые. Пять наиболее далёких спутников обращаются



вокруг него в направлении, противоположном движению Юпитера вокруг собственной оси. Один из спутников (слабых) Юпитера расположен очень близко к поверхности Юпитера. Он испытывает какие-то возмущения, по всей вероятности вызванные особенностями распределения масс в теле Юпитера. Во всяком случае, до сих пор не удаётся полностью объяснить все особенности его движения.

Температура видимых частей Юпитера около 100 градусов.

Следующая большая планета – *Сатурн*. Он также покрыт густыми облаками. Химический состав его атмосферы близок к составу атмосферы Юпитера. Температура поверхности Сатурна ещё холоднее, чем у Юпитера. Тёмные полосы на поверхности Сатурна значительно хуже заметны, чем на Юпитере. Сатурн имеет девять спутников. Плоскость орбиты Сатурна, экваториальная плоскость Сатурна, а также плоскости, в которых спутники движутся вокруг Сатурна, мало наклонены к плоскости солнечного экватора. Масса Сатурна примерно вдвое меньше, чем масса Юпитера. Спутники его все обращаются вокруг него в прямом направлении, кроме одного, самого далёкого. На одном из спутников Сатурна, называемом *Титан*, обнаружены следы атмосферы и облаков. Размер этого спутника несколько больше Луны, но меньше Меркурия. Он способен удержать атмосферу потому, что его температура очень низка, следовательно, собственные скорости газовых молекул невелики. Они меньше второй космической скорости.

Самой замечательной особенностью Сатурна является его кольцо. Оно образовано скоплением пыли и тел, не превышающих нескольких метров в поперечнике. Ширина кольца около 300 тыс. километров. Его толщина – 15–30 километров. Посередине кольца проходит тёмная полоса, так называемая *Щель Кассини*. Её расположение таково, что если бы на месте этой Щели вокруг Сатурна обращалась частица, то период её оборота вокруг Сатурна был вдвое меньше, чем период обращения ближайшего к Сатурну достаточно тяжёлого спутника *Мимаса*. По-видимому, именно его возмущение выбрасывает частицы из Щели Кассини. Изучение спектра кольца Сатурна показывает, что распределение скоростей в нём соответствует законам Кеплера. То есть скорости движения частиц на разных расстояниях от Сатурна примерно подчиняются законам Кеплера. Это значит, что орбиты частиц вокруг Сатурна близки к круговым.

Были рассмотрены разные математические модели кольца Сатурна – твердое сплошное кольцо, жидкое кольцо, газообразное кольцо и пылевое кольцо. Три первые модели оказываются не-



устойчивыми. Твердое кольцо должно разломаться, жидкое – тоже, а газообразное кольцо должно разлететься.

В частности, несостоятельность газовой модели кольца Сатурна это то же самое, что несостоятельность с математической точки зрения гипотезы Канта-Лапласа о происхождении Луны.

Следующая планета – *Уран*. Физические особенности Урана, по-видимому, близки к физическим особенностям Юпитера и Сатурна. Однако поверхность Урана много меньше изучена. Ось вращения Урана лежит почти в плоскости его орбиты, которая мало наклонена к плоскости солнечного экватора. Уран имеет пять спутников, которые обращаются вокруг него в плоскости, близкой к его экваториальной плоскости и почти перпендикулярной к плоскости орбиты Урана.

Далее идет *Нептун* с двумя спутниками. Плотность Нептуна несколько больше двух. В остальном физические характеристики Нептуна ещё менее изучены, чем для Урана.

Наконец, последняя планета солнечной системы – *Плутон* имеет столь слабую яркость, что об её физических характеристиках нельзя пока сказать ничего определённого. (Желательно привести сводную таблицу физических характеристик планет, их орбит вокруг Солнца и их спутников. – *Прим. автора*).

\* \* \*

Перейдём к обзору группы **ВНУТРЕННИХ ПЛАНЕТ**. Самая близкая планета к Солнцу – это *Меркурий*. Его период обращения вокруг Солнца 88 дней. Длина суток в точности равна периоду обращения. Таким образом, Меркурий всегда обращён к Солнцу одной стороной. Меркурий лишен атмосферы. Из-за того, что он очень близок к Солнцу, условия наблюдения его очень неблагоприятны, поэтому поверхность освещённой стороны Меркурия до сих пор мало изучена. Естественно, что температура этой части поверхности высокая. Это вполне объясняет отсутствие атмосферы на Меркурии.

Дело в следующем. Каждой температуре отвечает вполне определённое значение кинетической энергии газовых молекул. В свою очередь, при известной массе кинетическая энергия вполне определяет скорости молекул. С другой стороны, каждому значению массы и диаметра планеты отвечает вполне определённое гравитационное поле. Если представить себе, что из бесконечности материальное тело будет падать на данную планету, то оно приобретёт некоторую вполне конечную скорость. Тело, имеющее такую же скорость, но противоположно направленную, способно уйти в бесконечность в гравитационном поле данной планеты.

Эта скорость носит название *второй космической скорости* для данной планеты. Если скорость превосходит вторую космическую, то тем более планета не способна удержать при себе соответствующее тело. В тех случаях, когда скорость тепловых движений газовых молекул превосходит вторую космическую скорость планеты, существование на ней устойчивой атмосферы невозможно. Это условие выполнено для Меркурия и Луны, на которых в действительности не наблюдается атмосферы.

**Венера.** Год Венеры длится примерно 220 земных дней. Поверхность Венеры покрыта весьма густыми и очень однородными облаками, так что до сих пор длительность суток Венеры неизвестна. Можно только утверждать, что сутки Венеры не могут равняться её году. В самом деле, если бы это было так, то на тёмной стороне господствовал бы сильный холод. Многие газы, составляющие атмосферу Венеры, обращались бы там в твёрдые тела и выпадали бы в качестве снега. В атмосфере Венеры могли бы существовать только такие вещества, температура кипения которых была бы ниже температуры холодной стороны. Спектральные исследования показывают, что в атмосфере Венеры имеются аммиак и окислы азота, температура кипения которых недостаточно низка. Более того, нужно думать, что длина суток на Венере не очень велика.

Перейдём теперь к рассмотрению **Марса**, который расположен дальше от Солнца, чем Земля. Марс имеет сравнительно разреженную атмосферу, плотность которой примерно в 20 раз меньше плотности земной атмосферы. В этой атмосфере обнаружены углекислота и водяные пары, но нет даже и следов свободного кислорода. Год Марса составляет около 687 земных суток. На Марсе наблюдается своеобразная смена сезонов. Зимой там образуются своеобразные полярные шапки. Весной по краям полярных шапок появляется своеобразная тёмная кайма. Постепенно площадь полярной шапки сокращается. В течение лета тёмная окраска распространяется к экватору вдоль некоторых определённых полос. Цвет этих полос черновато-зелёноватый. Участки поверхности Марса, заключённые между этими полосами – красноватые. В целом планета тоже представляется красноватого цвета. В прошлом веке (то есть в 19 веке – *ред.*) на поверхности Марса фиксировали целую сеть каналов. Впоследствии оказалось, что они возникают только при неблагоприятных условиях наблюдения. Все попытки обнаружить жизнь на Марсе пока остаются безуспешными. (Так же, как и на Венере).

Марс имеет двух спутников – *Деймос* и *Фобос*. (Страх и Ужас). Оба очень маленькие и расположены близко к планете. Деймос

обращается вокруг Марса за 7 часов, Фобос – примерно за 14 часов. Хотя массы их очень малы, однако, возмущения, оказываемые Фобосом на движение Деймоса, по-видимому, заметны. Во всяком случае, создаётся впечатление, что Деймос испытывает некоторое торможение. Была высказана и другая гипотеза, которая, впрочем, не находит подтверждения. В очень осторожной форме И.С. Шкловский высказал возможность такой модели: торможение Деймоса обусловлено высокими слоями атмосферы Марса. Однако эта атмосфера весьма разрежена. Она может оказывать заметное торможение только на тело большого размера и малой массы (важно отношение силы сопротивления воздуха к силе тяжести). Силы тяжести пропорциональны массе, а сила сопротивления – поверхности. Представим себе, что Деймос является полым шаром, тогда можно так подобрать параметры, что торможение будет объяснено сопротивлением атмосферы. Полый шар мог быть создан сознательными существами, видящими надвигающуюся гибель жизни из-за потери атмосферы и других причин. Эти сознательные существа могли создать музей внутри Деймоса и послать его в космос для сохранения материальных памятников своей культуры. Эта гипотеза весьма романтична и изящна, но отметим, что и сам автор не придавал ей особенно реального значения.

Впрочем, если торможение Деймоса действительно может быть объяснено возмущением Фобоса, то необходимость в этой гипотезе отпадает.

\* \* \*

Обратимся теперь к рассмотрению нашей ЛУНЫ<sup>2</sup>.

По сути дела систему *Земля–Луна* следует рассматривать как двойную планету. Во всяком случае, отношение масс (80:1) очень далеко от того, которое характерно для других планет и спутников. Во всех других случаях масса планеты превосходит массу спутников не менее, чем в 1000 раз. Луна обращается вокруг Земли примерно за 27 дней и вместе с Землёй обращается вокруг Солнца. Однако, если изобразить путь Луны вокруг Солнца, то получится линия, которая всегда обращена к Солнцу вогнутой стороной. Луна обращена к Земле всегда одной стороной. Благодаря неравномерности движения Луны по орбите относительно Земли и равномерности её вращения вокруг оси, мы видим 60 % поверхности Луны. Обратная сторона Луны известна только по фотографиям,

---

<sup>2</sup> Отметим, что эта лекция была прочитана А.А. Ляпуновым до успешной высадки американских космонавтов на Луну.– *Ред.*

снятым космическими кораблями. Поверхность Луны покрыта так называемыми цирками или кратерами. Это кольцеобразные горные хребты, которые ограничивают сравнительно ровный участок, расположенный несколько ниже окружающей местности. Нередко примерно в центре горного кольца располагается центральная горка. Горы на Луне отличаются большой крутизной. Особенно – центральные горы кратеров и внутренние склоны кратерных валов. Происхождение лунных кратеров не вполне ясно. Размеры кратеров очень велики. Многие из них в поперечнике превосходят 100–150 км, а если считать, что так называемые лунные моря являются образованиями той же природы, то поперечники окажутся ещё больше. Море Кризисов – примерно 250 км, Море Дождей – около 700 км, а Океан Бурь – до 1500 км. Притом, что диаметр Луны примерно 3700 км.

Замечательно, что во внутренних частях больших кратеров мелкие кратеры встречаются много реже, чем на валах больших кратеров. Это заставляет думать о том, что возникновение разных кратеров не вполне независимо друг от друга. Согласно одним точкам зрения, кратеры образовались из лавовых озёр вроде тех, какие известны в некоторых местах на Земле, например, лавовые озёра на Гавайских островах (Килауэа, Мануа-Лоа, Мануа-Кеа). Есть представления, что лунные кратеры – это результаты падения метеоритов на Луну. Такие кратеры известны и на Земле – озёра в районе Тунгусского метеорита, метеорный кратер в штате Аризона в США, где были найдены остатки железных метеоритов, а также метеорные кратеры острова Сааремаа в Балтийском море. Согласно последним наблюдениям американцев, полученным с помощью космической ракеты, можно думать, что поверхность Луны вязкая. Во всяком случае, до сих пор удовлетворительной гипотезы для объяснения лунного рельефа нет. Высказывались и такие точки зрения, что лунные кратеры аналогичны тем пузырям, которые возникают на поверхности кипящей манной каши. Однако эти точки зрения явно наивны, так как пузыри на каше создаются молекулярными силами, а в масштабах лунных кратеров роль молекулярных сил ничтожна.

Некоторые кратеры являются центрами целой системы лучей, расходящихся в разные стороны. Эти лучи видны только при некоторых особенных взаимных расположениях Солнца, Земли, Луны. Лучше всего видны лучи, окружающие кратер Тихо. Они видны в основном в полнолуние. Их вполне можно разглядеть в бинокль. Заметной «толщины» эти лучи не имеют. Лунный рельеф выглядит очень эффектно даже в слабые астрономические инструменты.

\* \* \*

### МАЛЫЕ ПЛАНЕТЫ ИЛИ АСТЕРОИДЫ.

Всё пространство между Марсом и Юпитером занято поясом *астероидов*. Это тела, поперечник которых составляет от нескольких километров до нескольких сотен километров. Они обращаются вокруг Солнца как самостоятельные планеты. Их известно уже более 2-х тысяч, причём постоянно обнаруживают всё новые и новые. Имеется целая международная служба *малых планет*, в обязанности которой входит вычисление их орбит и видимых движений для известных малых планет и систематических поисков новых. Эти поиски ведутся фотографическим путём, причём телескоп немного замедляется, исходя из средней видимой скорости движения малых планет. Тогда изображения звёзд растягиваются в маленькие черточки, а изображения планет получаются либо как точки, либо как более короткие чёрточки. Этот приём фактически увеличивает чувствительность пластинки к регистрации малых планет. Так же как в кольце Сатурна, в кольце малых планет можно обнаружить некоторые щели, в пределах которых орбиты малых планет отсутствуют. Это орбиты, обладающие тем свойством, что соответствующий им период обращения вокруг Солнца относится к периоду обращения вокруг Юпитера как 1:2, 2:3, 3:5 и т. д. Очевидно, что эти щели образовались в результате возмущений со стороны Юпитера.

Есть такие положения, в которых малые планеты оказываются особенно устойчивыми. Это точки, расположенные на орбите Юпитера и характеризующиеся тем, что притяжение Солнца и притяжение Юпитера одинаково. Оказывается, что раз попавшие в эти точки малые планеты сохраняются там всё время. В действительности около точек, в которых силы притяжения к Солнцу и Юпитеру одинаковы и которые расположены на орбите Юпитера, имеются целые группы близких друг к другу малых планет.

Вопрос о происхождении всей совокупности малых планет является до сих пор спорным. Согласно одним точкам зрения, это остатки некоторой планеты, которая, очевидно, взорвалась и осколки которой расползлись благодаря воздействию возмущения. Согласно другим точкам зрения – это остатки облака, когда-то окружавшего Солнце, и ещё не собравшегося в планету. Наконец, согласно третьей точке зрения, малые планеты возникли так же, как и большие планеты. Они никогда не представляли собой единой планеты и никогда не составят таковой. Выбор между этими точками зрения в настоящее время затруднителен.

Малые планеты представляют собой интересное опытное поле для опробования новых методов расчёта орбит и теории возмущений.

\* \* \*

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ представляют собой потоки совсем мелких частиц (иногда доли грамма), обращающихся вокруг Солнца по очень близким, но сильно вытянутым эллиптическим орбитам. Они обнаруживают себя тем, что, встречаясь с Землёй, эти частицы влетают в атмосферу и сгорают в ней, разогреваясь от трения в атмосфере. Известно много десятков метеорных потоков, каждый из которых Земля пересекает в строго определённой точке своей орбиты, то есть в строго определённый день года (например, поток Персеид 1-го и 13-го августа). В эти дни бывает видно много «падающих звёзд», или *метеоров*. **Метеоры**, принадлежащие определённому потоку, при продолжении своих видимых траекторий в сторону, обратную направлению движения, пересекаются в определённой точке неба, называемой радиантом этого потока. Положение радианта каждого потока среди неподвижных звёзд приблизительно постоянно. Оно позволяет определить направление движения метеоров относительно Солнца. Метеорный рой очень неравномерно распределяется вдоль своей орбиты. Имеются более богатые частицами и более бедные частицами участки. Из-за этого в разные годы интенсивность потока оказывается различной.

Когда метеор пролетает в земной атмосфере, он быстро разогревается и начинает испаряться и светиться. Это происходит примерно на высоте 80–120 км. Подавляющее большинство метеоров сгорает в пределах атмосферы, однако, изредка попадают большие объекты, которые достигают поверхности Земли. Это так называемые метеориты. Метеориты бывают каменные и железные. Особенно большой метеорит выпал несколько лет тому назад в Сихотэ-Алине. Большие куски этого метеорита выставлены в геологическом музее АН в Москве. Его кусочки есть также в геологическом музее Академгородка. Согласно указу Петра Великого, действие которого подтверждено советским правительством, метеориты, обнаруженные на территории нашего Союза, принадлежат Академии наук.

Благодаря этому, едва ли не лучшая в мире коллекция метеоритов находится именно в геологическом музее им. Карпинского в Академии наук в Москве.

Вокруг летящего метеора возникает раскалённое газовое облако довольно больших размеров. Это газовое облако легко обнаруживается радиолокатором. Поэтому в последнее время метеоры изучаются радиолокационными методами. Способность метеоров отражать радиоволны пытаются использовать даже в радиосвязи – для передачи сигналов из одного места в другое: дожидаются появления

метеора в благоприятном месте и посылают радиосигнал с таким расчётом, чтоб отражённый сигнал мог быть принят в требуемом месте. Для этой цели можно использовать даже так называемые телескопические метеоры, которые очень слабы и простым глазом невидимы. Падение метеоров, включая телескопические, ведёт к тому, что масса Земли неуклонно возрастает.

В близком родстве с метеорными потоками находятся *кометы*. Это – отдельные тела или скопления тел, масса которых незначительна и которые вращаются вокруг Солнца по более или менее вытянутым эллиптическим орбитам. Характерной особенностью комет является то, что когда они приближаются к Солнцу, у них обнаруживается так называемый хвост, который светится и делает комету доступной наблюдению. Комета состоит из ядра, то есть твёрдой части, которую обычно не бывает видно, и газовой оболочки, которая окружает ядро и образует один или несколько хвостов. У некоторых комет длина хвоста достигала миллионов километров. Видимый хвост кометы достигал нескольких десятков градусов. В 19 веке особенно яркие кометы были видны в 1843, 1881 и 1882 годах. XX век беднее кометами. Значительно более слабые, но всё-таки удобные для наблюдения в наших широтах были: в 1910 г. комета Галлея и две кометы в 1957 г. Одна из них была видна весной. Её хвост достиг 25 градусов. Но она была видимой не более десяти дней. Осенью 1957 года комета была видна больше месяца, но она была сравнительно маленькой. Большой интерес представляет изучение этих кометных хвостов. Эти хвосты обычно направлены в сторону, противоположную Солнцу. По-видимому, газы, истекающие из ядра кометы, подвергаются действию так называемого солнечного ветра, то есть потока частиц, летящих от Солнца. Этот поток увлекает за собой частицы газа. Долгое время считали, что кометные хвосты обязаны своим образованием давлению солнечного света. Однако расчеты не подтвердили этой гипотезы. Действие светового давления оказалось слишком слабым. Много комет бывает видимо только в телескоп. Таких комет ежедневно наблюдается до десятка. Недавно у одной кометы был обнаружен совершенно необычный хвост. Это был тонкий прямолинейный луч, направленный к Солнцу. Кометные хвосты образованы различными газами, известными на Земле: водяные пары, углекислота и т. д. Орбиты комет очень разнообразны. Есть такие, которые располагаются в пределах орбиты Марса. Довольно значительная группа комет находится в пределах орбиты Юпитера. Однако, известны кометы, которые имеют орбиты, близкие к параболическим. Относительно таких комет можно думать, что они



являются пришельцами из далёких частей вселенной и не являются членами солнечной системы. Многие кометы сделали уже несколько оборотов вокруг Солнца за время существования человечества и наблюдались неоднократно. Так комета Галлея, имеющая период примерно 76 лет, была зарегистрирована в летописях ещё в 10–12 веках и фиксировалась при каждом приближении к Солнцу. Её движение было изучено младшим современником Ньютона астрономом Галлеем. Обработав наблюдения за положением кометы, он предсказал её возврат через 76 лет, что полностью подтвердилось. Однако при последнем своём появлении комета Галлея была много слабее, чем раньше. Видимо, её материя постепенно растрачивается. Были случаи, что Земля сталкивалась с кометой, точнее, Земля проходила вблизи от ядра кометы. В этих случаях наблюдались очень сильные метеорные дожди.

\* \* \*

### ГИПОТЕЗЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ.

После того, что мы завершили описание строения солнечной системы, необходимо рассмотреть вопрос о том, как она могла возникнуть. В разные времена выдвигались различные гипотезы образования планет. Плодотворность этих гипотез состоит главным образом в том, что они дают почву для описания математических моделей механизма образования планет. В рамках этих математических моделей возможен точный расчёт. К сожалению, оказывается, что большая часть гипотез, которые подверглись такому математическому анализу, оказались по разным причинам несостоятельными – расчёт их не подтвердил. Однако сами эти гипотезы и их математическая проверка представляют большой интерес, поэтому мы на них коротко остановимся.

**1. Гипотеза Канта–Лапласа.** Солнце и планеты образуются из газового облака. Под действием притяжения это облако сжимается и образуется Солнце. При этом момент импульса облака сохраняется. Это приводит к вращению Солнца вокруг своей оси. Некоторые остатки облака стягиваются в кольцо вокруг Солнца. Затем это кольцо разрывается и стягивается в планеты. Картина такого характера наблюдается в опыте Плато. Капля масла, плавающая в безразличном равновесии в смеси воды и спирта (смесь нужна, чтобы подобрать удельный вес), приводится в быстрое вращение. Первоначально шарообразная капля сплющивается. От неё отделяется экваториальная часть, образуется кольцо, которое вращается вокруг центральной капли. Затем кольцо разрывается. Оно стягивается в шарик или несколько шариков, которые продолжают об-



ращаться вокруг центральной капли. Были времена, когда опыт Плато рассматривался как веский довод в пользу гипотезы Канта–Лапласа. Однако эта точка зрения основана на недоразумении. В опыте Плато решающую роль играют силы поверхностного натяжения, которые не играют никакой роли в планетных масштабах.

Были проведены точные расчёты модели газового облака Канта–Лапласа. Появление центральной звезды там возможно. Образование кольца там не получается. Но если даже представить себе газовое кольцо, окружающее центральную звезду, то расчёт показывает, что оно должно разлететься, а вовсе не сконцентрироваться в планеты.

Гипотеза Канта–Лапласа не выдержала математического экзамена.

**2. Гипотеза Джинса.** Согласно Джинсу, планеты образовались из колоссальной приливной волны, которая возникла в момент, когда какая-то другая звезда пролетела вблизи поверхности Солнца и почти столкнулась. Возникший приливный всплеск оторвался от Солнца. Из него в дальнейшем получились планеты. Первый довольно грубый этап математической проверки модель Джинса выдержала. Если два жидких шара с подходящими скоростями и на подходящих расстояниях проносятся друг около друга, то возможен отрыв некоторой части приливной волны, которая в дальнейшем будет вращаться вокруг исходной звезды. Однако на втором этапе расчёты разрушили гипотезу Джинса. Оказалось, что момент импульса, который приобретает оторвавшаяся часть на единицу массы, такой же, как у сохранившейся части. Другими словами, в случае справедливости схемы Джинса отношение момента импульса к массе для планет и Солнца должно быть одинаково. Расхождение с наблюдением в 2,5 тысячи раз! Гипотеза Джинса тоже провалилась по математике.

**3. Гипотеза Шмидта.** Отто Юльевич Шмидт был математиком. В основу своей схемы возникновения планет он положил математические модели и точный расчёт. Его гипотеза такова. В некоторый момент времени вокруг Солнца образовалось пылевое облако. Это облако могло быть, например, захвачено Солнцем в момент, когда Солнце пересекало пылевую туманность (такие туманности в пределах галактики известны). Далее, благодаря соударениям, эти пылинки постепенно соединялись и образовывали планеты. Шмидту было сделано много возражений. В классической задаче двух тел захват невозможен. Либо эти тела обращаются друг вокруг друга, либо, если в начале они были друг от друга далеко удалены и имели достаточно большие скорости, они могут лишь однократно

сблизиться и разойтись либо по параболическим, либо по гиперболическим орбитам. Здесь захвата не происходит. Случай трёх тел изучен французским астрономом Шази. Однако работа Шази написана очень трудно. В ней используется очень тяжёлый математический аппарат. В этой работе доказано, что в ряде случаев в задаче трёх тел захват невозможен. И в очень осторожной форме высказано допущение, что захват может быть и вообще невозможен в задаче трёх тел. Кроме того, построено некоторое математическое утверждение, доказательство которого дало бы право считать, что в задаче трёх тел захват невозможен. Однако доказательства этого утверждения в работе нет и сказано только, что было бы интересно знать, верно оно или нет. В кругах астрономов работу Шази детально не изучали, но считали, что там доказана невозможность захвата в задаче трёх тел. Когда с этими работами познакомился О.Ю. Шмидт, он предложил пример для расчёта. В этом примере фигурировали два больших тела (звёзды) и одно маленькое (планета). Когда движение тел в модели Шмидта было точно рассчитано, оказалось, что в этом примере захват имеет место. Гипотеза Шази была опровергнута.

На самом деле в примере Шмидта был не захват, а отрыв планеты от звезды. Первоначально планета вращалась вокруг своей звезды. Другая звезда с большой скоростью прошла мимо планеты и произвела такое возмущение её движения, что планета ушла от обеих звёзд. Если взять конечное положение планеты и звёзд в этом примере и заменить скорости на противоположные, то тела будут двигаться так: в некоторый момент времени они сблизятся, вторая звезда уйдёт, а планета будет обращаться вокруг первой звезды.

Если сближение Солнца с посторонней звездой произошло в недрах пылевого облака, то механизм типа описанного Шмидтом мог работать. При сопоставлении гипотезы Шмидта с действительностью приходилось анализировать довольно много разных математических моделей. Правда, при этом приходилось делать целый ряд дополнительных гипотез частного характера. Однако в целом математический экзамен гипотеза Шмидта выдержала.

В самое последнее время, как уже раньше говорилось, необходимость в гипотезе Шмидта отпала. Изменение магнитных моментов и моментов импульса звёзд главной последовательности при переходе через спектр 2–5 мкм пролило совсем новый свет на механизмы образования планет. Тем не менее, схема Шмидта является вполне возможной. Не исключена возможность того, что некоторые планетные системы образовались по Шмидту.

\* \* \*

Несколько лет тому назад общий обзор астрономии на этом можно было кончить. Однако в последние годы развилась совершенно новая область астрономии, так называемая РАДИОАСТРОНОМИЯ. Она изучает радиоволны, приходящие к нам из космического пространства. Источники этих волн могут быть двоякого типа. Либо это земные источники, и в таких случаях изучаются сигналы, отражённые от небесных тел – радиолокация Луны, Венеры. Таким методом можно, с одной стороны, определять расстояния до ближайших планет, с другой стороны, пытаться изучать физические свойства их поверхности.

Другой случай – это изучение радиоволн, испускаемых космическими телами. Так радиоволны, испускаемые Солнцем, позволяют исследовать, например, распределение температур в Солнечной короне. Центральная часть нашей Галактики является источником далеко ещё не расшифрованных радиоизлучений. Заметным источником радиоизлучений является Крабовидная туманность. Многие внешние галактики посылают радиоизлучения. Но есть объекты, обнаруженные благодаря радиоизлучениям и представляющие исключительный интерес. Прежде, чем о них говорить, нужно отметить некоторые свойства нашей вселенной. Как известно, если источник света удаляется, то длины волн испускаемого им света возрастают. От приближающегося источника длины волн сокращаются. Это известный эффект Доплера. В спектрах звёзд Фраунгоферовы линии могут закономерно смещаться то к красному, то к фиолетовому концу в зависимости от движения звёзд вдоль луча зрения. Оказывается, что даже в пределах нашей галактики, чем дальше находится звезда, тем в среднем более заметно в её спектре смещение Фраунгоферовых линий в красную сторону. Этот эффект ещё гораздо более резко выражен на внешних галактиках. Таким образом, чем дальше от нас находится небесное тело, тем с большей скоростью оно от нас удаляется. Наша вселенная как бы расширяется. В целом ряде случаев, когда невозможно непосредственно измерять расстояние до галактик, это расстояние оценивают по величине красного смещения спектральных линий. (Другой способ оценки расстояния до галактик основан на свойствах Цефеид и других переменных звёзд, а также новых звёзд. По характеру изменения блеска удаётся оценить абсолютную яркость звезды, а отсюда можно оценить расстояние до звезды). Недавно были обнаружены два совсем необычных источника радиоизлучения. Было предпринято телескопическое исследование области, где эти источники расположены. (Определение местоположения на небе ис-

точника радиоизлучения много менее точно, чем определение местоположения источника света). В обоих случаях в области этих источников радиоизлучения были обнаружены очень своеобразные не то звёзды, не то туманности. Спектр этих источников света был не похож на ранее известные спектры. Однако пристальное изучение этих спектров не только в видимой, но и в инфракрасной части, показало, что в далёкой инфракрасной части удаётся обнаружить характерную серию линий водорода (Бальмеровская серия), которая в обычных условиях находится в видимом спектре. Если истолковать это смещение как красное смещение, вызванное эффектом Доплера, то приходится считать, что один из этих объектов удаляется от нас со скоростью 0,16 от скорости света, а другой – со скоростью 0,37 от скорости света. Если воспользоваться эмпирически установленной связью между расстоянием и скоростью удаления, то оказывается, что расстояние для этих объектов измеряется многими миллиардами километров. Что представляют собой эти объекты? Вот чрезвычайно увлекательная загадка.

Известны также двойные галактики, то ли сталкивающиеся, то ли разлетающиеся, от которых исходит довольно мощное радиоизлучение. Наконец, известны источники радиоизлучения, которые трудно связать с каким бы то ни было источником света. Излучение, посылаемое одним из таких источников, оказывается переменным – его интенсивность периодически меняется со временем. Совершенно не ясно, что это такое. Высказывались даже гипотезы, что это излучение является результатом действия какого-то сознания.

Явление разлёта галактик или красное смещение спектров удалённых тел часто называется К-эффектом. Это явление представляет фундаментальный интерес для выбора тех вариантов решений уравнений тяготения, которые ближе соответствуют действительности. Другое, совсем недавнее открытие из области астрономии сделано искусственными спутниками Земли. Оказывается, земной шар окружён мощным поясом радиации. Этот пояс начинается на высоте в несколько сотен километров над земным шаром и простирается на расстояние в несколько тысяч километров от земного шара. Неизвестно, простирается ли этот пояс до полярных областей. Пока он зарегистрирован над тропическими и умеренными поясами. Этот пояс образован заряжёнными частицами, которые движутся вокруг земного шара. По-видимому, эти частицы излучены Солнцем и захвачены магнитным полем Земли.

*Раздел IV*

*О теореме выпуклости Ляпунова*



## КОММЕНТАРИЙ

В 1968 году, когда отмечалось 50-летие со дня смерти А.М. Ляпунова и во весь голос прозвучали заслуги А.М. в мировой математике, папа (Алексей Андреевич Ляпунов) сказал мне:

*«В науке нередко бывает так, что сделанные открытия 50 и более лет ждут своего признания. <...>. Под влиянием Н.Н. Лузина и П.С. Новикова я много лет работал в области дескриптивной теории множеств. Мне удалось получить результаты, которые можно считать последними кирпичиками, вложенными в стройное здание теории этого направления. Однако, кроме этого, у меня есть цикл работ в области теории функций, посвящённый изучению свойств «вполне аддитивных вектор-функций» и примыкающая к этому циклу статья «О выборе из конечного числа законов распределения», которые пока недостаточно оценены математической общественностью. Я думаю, что лет через 20–30 эти работы будут востребованы, поскольку они **открывают новое направление** в области метрической теории множеств и создают широкие возможности для **практических приложений**. Я считаю, что это самое интересное и важное, что мне до сих пор удалось сделать...».*

И действительно, уже к концу 70-х годов, когда готовилось посмертное издание избранных трудов Алексея Андреевича, этот цикл работ получил значительное признание. К первому тому трудов «Вопросы теории множеств и теории функций» фундаментальная вводная статья была написана коллегами Алексея Андреевича – В.Я. Арсениным, З.И. Козловой и А.Д. Таймановым. Однако в этом обзоре цикл работ по теории функций практически не был отражён. Авторы обзора аргументировали это тем, что они не являются достаточно компетентными специалистами в этой области. Тогда, в процессе редподготовки тома, я обратилась к моему двоюродному брату математику Аскольду Георгиевичу Хованскому (ныне он профессор университета в Торонто) с просьбой сформулировать, по возможности кратко, характеристику и значимость этого цикла работ Алексея Андреевича. В ответ Аскольд предложил текст, который показался мне очень выразительным. Привожу его полностью.

*«Некоторые математические теоремы сродни законам природы. Раз открытые, они уже не уходят из поля зрения учёных. К ним постоянно возвращаются, находят всё новые и новые применения и доказательства. К числу таких теорем относится теорема А.А. Ляпунова о множестве значений аддитивной вектор-функции множеств. Трудно перечислить все её приложения: они относятся и к математической статистике, и к математической экономике. Обзор исследований, исходной точкой для которых послужила эта теорема, можно найти в статье В.И. Аркина и В.Л. Левина (УМН, 1972, т.27, вып. 3)».*

С согласия авторов вводной статьи этот текст был включён в их обзор, но от предложения соавторства Аскольд, естественно, отказался.

Дополнительные подтверждения отношения Алексея Андреевича к значению его цикла работ по теории функций можно найти в воспоминаниях, публикуемых в настоящей книге (см. в разделе VI воспоминания Г.Ш. Фридмана, А.Г. Хованского, а также письмо В.И. Амстиславского от 30.05.1974 г. в очерке Б.А. Трахтенброта «Алексей Андреевич и Володя» в разделе V). В настоящее время «теорема выпуклости Ляпунова» (Lyapunov convexity theorem) прочно вошла в анналы мировой математики и широко используется в практических целях. Этим определяется решение составителей данной книги опубликовать здесь статьи А.Н. Ляпунова и С.С. Кутателадзе, выделив их в особый раздел.

*Н.А. Ляпунова*



А.Н. Ляпунов

## ТЕОРЕМА А.А. ЛЯПУНОВА О ВЫПУКЛОСТИ ЗНАЧЕНИЙ МЕР

Настоящие заметки посвящены работам А.А. Ляпунова [1]–[4] о выпуклости множества значений мер. Эти работы можно также найти в сборнике [5].

### Обзор результатов

Работа [1] посвящена исследованию структуры множества значений векторной меры.

Пусть  $X$  – измеримое пространство,  $\varepsilon$  –  $\sigma$ -алгебра его подмножеств,  $\varphi : \varepsilon \rightarrow \mathbb{R}^n$  – нормированная мера,  $\Xi \subset \mathbb{R}^n$  – множество её значений.

**Теорема 1.** *Множество  $\Xi$  замкнуто.*

**Теорема 2.** *Если мера  $\varphi$  – неатомическая, то множество  $\Xi$  выпукло.*

**Теорема 3.** *Множество  $\Xi$  центрально симметрично и центр симметрии есть  $1/2\varphi(X)$ ; кроме того, множество  $\Xi$  содержит начало координат и все его грани также центрально симметричны.*

**Определение.** *Метрическим типом множества  $E \in \varepsilon$  называется совокупность всех множеств  $E' \in \varepsilon$  таких, что  $\varphi(E' \setminus E) = \varphi(E \setminus E') = 0$ . Метрический тип множества  $E$  обозначается через  $E^*$ .*

**Определение.** Пусть  $u \in \Xi$  и  $\varepsilon(u) = \{E \in \varepsilon \mid \varphi(E) = u\}$ . Если  $\varepsilon(u)$  образуют один метрический тип, то точка  $u$  называется *точкой единственности*. Если таких типов континуум, то точка  $u$  называется *точкой континуальности*.

**Теорема 4.** *Если  $\varphi$  – неатомическая мера, то если  $u \in \Xi$  не крайняя, то точка  $u$  и является точкой континуальности, а если  $u$  – крайняя точка, то она является точкой единственности.*

Теоремы 1 и 2 впоследствии были передоказаны в [6] и [7].

Дальнейшее развитие этого круга вопросов получило в работах [8]–[11], [20], [21].

В работе [2] приводится пример неатомической меры, принимающей значения из компактного параллелепипеда пространства  $l_1$ , множество значений которой невыпукло.

Работа [3] посвящена решению следующей задачи (к ней сводится задача о справедливом дележе пирога ([19]), о которой будет сказано ниже).

Пусть имеется система законов распределения  $F_1, \dots, F_n$ , заданных на измеримом пространстве  $(\Xi, \Sigma)$  и система неотрицательных чисел  $\alpha_1, \dots, \alpha_{n-1}$ . Спрашивается, в каком случае существует множество  $E_0 \in \Sigma$ , обладающее тем свойством, что  $F_n(E_0)$  достигает максимума при условии, что  $F_i(E_0) = \alpha_i$  для всех  $i < n$ . Решение состоит в следующем.

Пусть  $\mu(E) = \sum_{i=1}^n F_i(E)$ . Тогда существуют плотности  $f_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , такие, что

$$F_i(E) = \int_E f_i(\xi) d\mu.$$

**Теорема 5.** *Существует такая функция  $y_n = c_1 y_1 + \dots + c_{n-1} y_{n-1} + c_n$ , что  $\xi \in E_0$ , если  $f_n(\xi) > \sum_{i=1}^{n-1} c_i f_i(\xi) + c_n$  и  $\xi \notin E_0$ , если имеет место противоположное неравенство. В случае, когда равенство  $f_n(\xi) = \sum_{i=1}^{n-1} c_i f_i(\xi) + c_n$  имеет место на множестве  $E_1$  положительной меры  $\mu$ , в множество  $E_0$  следует включить произвольное подмножество множества  $E_1$  с таким расчетом, чтобы удовлетворить условиям  $F_i(E_0) = \alpha_i$  для всех  $i = 1, \dots, n-1$ . При этом  $F_n(E_0)$  будет максимальным возможным.*

*Решение поставленной задачи существует, если имеется хотя бы одно множество  $E$  такое, что  $F_i(E) = \alpha_i$  для всех  $i \leq n-1$ . В частности, это всегда имеет место, если  $0 \leq \alpha_1 = \dots = \alpha_{n-1} \leq 1$ .*

Работа [4] посвящена далеко идущему обобщению результатов работы [1] – доказательству выпуклости и замкнутости множеств значений мер от систем множеств, подчинённых некоторым теоретико-множественным ограничениям. Мы здесь не будем точно определять рассматриваемые теоретико-множественные ограничения. Отметим лишь, что примерами таких ограничений могут служить следующие ограничения.

1. Множества  $E_i$ ,  $i \in I$ , образуют разбиение  $X$ .
2. Парные пересечения множеств  $E_i$  покрывают все  $X$ .
3. Все множества  $E_i$  совпадают между собой.

Сформулируем результат в частном случае примера 1.

**Теорема 6.** *Если множества  $E_i$ ,  $i = 1, \dots, n$  образуют разбиение  $X$ , то множество значений мер  $(F_1(E_1), \dots, F_n(E_n))$  как множество в  $\mathbb{R}^n$  замкнуто, а если мера  $F$  неатомическая, то выпукло.*

В заключение рассматривается задача об оптимальных дележах, которая состоит в следующем.

Найти множества  $E_i, i = 1, \dots, n$ , удовлетворяющие данному теоретико-множественному ограничению, для которых значение оценки  $\Phi$  принадлежит некоторому фиксированному множеству  $H \subset \mathbb{R}^l$  и для которых величина  $f(\Phi(E_1, \dots, E_n))$  максимальна, где  $f$  – заданная функция.

Описывается подход к решению этой задачи в линейном случае.

## Приложения

*Арбитражные схемы.* Арбитражные схемы – это математические модели согласованного выбора несколькими игроками решения из некоторого множества решений.

Начало этому направлению положено Нобелевским лауреатом Нэшем в 1950 г. ([12]). Дальнейшее развитие этого направления можно найти в [13]–[16].

*Арбитражной схемой* называется множество  $X \subset \mathbb{R}_+^n$ , которое замкнуто, выпукло и содержит 0. Содержательная интерпретация такова: имеется  $n$  участников (игроков). Им предлагается на выбор некоторая точка  $x \in X$ . Если все игроки согласны на это предложение, то игрок  $i$  получает величину  $x_i, i = 1, \dots, n$ , в противном случае каждый игрок получает 0. Заметим, что так как все  $x_i \geq 0$ , соглашение выгоднее, чем отказ от него. Для определения решения в настоящее время принят аксиоматический подход. Покажем, что благодаря теореме А.А. Ляпунова задача о дележе пирога сводится к арбитражной схеме.

Пусть  $(\Xi, \Sigma)$  – измеримое пространство («пирог»),  $F_i, i = 1, \dots, n$  – неатомическая мера, которая интерпретируется как функция полезности игрока  $i$ . Если дано произвольное разбиение  $\{E_i\}, i = 1, \dots, n$  множества  $\Xi$ , то игрок  $i$  получает величину  $F_i(E_i), i = 1, \dots, n$ . Ввиду теоремы 6 множество возможных выигрышей игроков выпукло и, следовательно, задача о дележе пирога сводится к арбитражной схеме. В частности, задача нахождения максимума по всем разбиениям величины  $\min_i F_i(E_i)$  решается с помощью теоремы 5.

**Экономическое равновесие.** Рассматривается экономика обмена с большим числом участников (математически это означает, что множество участников отождествляется с пространством с неатомической мерой). Вводятся две концепции равновесия: кооперативная –  $S$ -ядро и некооперативная – равновесие по Вальрасу.

$S$ -ядро экономики обмена состоит из тех перераспределений совокупного первоначального ресурса, каждое из которых ни одна из групп участников не может улучшить, т. е. сделать каждого

своего члена богаче независимо от действий других участников, не входящих в группу.

Равновесие по Вальрасу состоит из таких перераспределений совокупных первоначальных ресурсов и вектора цен, что ни один участник, действуя самостоятельно, не сможет улучшить свое положение при этих ценах.

Фундаментальный результат в большой экономике обмена состоит в том, что при «естественных» ограничениях  $C$ -ядро и равновесие по Вальрасу совпадают. Это означает, что возможность кооперации не улучшает положение игроков.

При доказательстве этого результата важную роль играют теоремы 1 и 2. Эти и другие вопросы большой экономики изложены в монографии [18].

**Неатомические игры.** Неатомическим играм посвящена монография [17].

Пусть  $L = (I, \Sigma)$  – измеримое пространство, где  $I$  – множество игроков,  $\Sigma$  – множество возможных коалиций,  $v : \Sigma \rightarrow \mathbb{R}$ ,  $v(\emptyset) = 0$  – характеристическая функция.

*Игрой* называется пара  $\Gamma = \langle L, v \rangle$ .

Игра  $\Gamma$  интерпретируется следующим образом: если игроки объединились в коалицию  $S \in \Sigma$ , то выигрыш этой коалиции равен  $v(S)$ .

*Дележом* называется мера  $\mu$  на  $\Sigma$ , такая, что  $\mu(I) = v(I)$ .

В случае конечного множества игроков дележ показывает, как распределяется суммарный выигрыш всех игроков между отдельными игроками. Мера является обобщением такого распределения в неатомическом случае.

*Значением* игры  $\Gamma$  называется линейное отображение  $\phi$  некоторого подмножества характеристических функций в множество дележей, удовлетворяющее некоторым дополнительным условиям.

В [17] рассматриваются характеристические функции вида  $v(S) = f(\mu_1(S), \dots, \mu_n(S))$ , где  $f$  – вещественная функция, а  $\mu = (\mu_1, \dots, \mu_n)$  – неатомическая мера.

В [17] доказано, что при определённых условиях значение существует, единственно и приводится формула для его вычисления. При этом используются теоремы 1 и 2.

### Список литературы

- [1] Ляпунов А.А. О вполне аддитивных вектор-функциях. I.// Изв. АН СССР, Сер. матем., 1940, 4, 465–478.
- [2] Ляпунов А.А. О вполне аддитивных вектор-функциях. II.// Изв. АН СССР, Сер. матем., 1946, 10, № 3, 277–279.

- [3] *Ляпунов А.А.* О вполне аддитивных вектор-функциях. III. (Об одной задаче Ю.Ч. Неймана) // Проблемы кибернетики, 1964, вып. 12, 165–168.
- [4] *Ляпунов А.А.* О вполне аддитивных вектор-функциях. IV // Проблемы кибернетики, 1964, вып. 12, 169–179.
- [5] *Ляпунов А.А.* Вопросы теории множеств и теории функций. М.: Наука, 1979.
- [6] *Lindenstrauss J.* A short proof of Liapounoff's convexity theorem. // J. Math., Mech., 1966, 15, 971–972.
- [7] *Halmos P.R.* The range of a vector measure. // Bull. Amer. Math. Soc., 1948, 54, 416–421.
- [8] *Чуйкина К.И.* Об аддитивных вектор-функциях. // Учён. зап. Горьк. пед. ин-та, 1951, 16, Физ.-мат. ф-т, 3, 97–126.
- [9] *Чуйкина К.И.* Об аддитивных вектор-функциях. // ДАН СССР, 1951, 76, 801–804.
- [10] *Гливенко Е.В.* О множествах значений аддитивных вектор-функций. // Матем. сб., 1954, 34(76), 407–416.
- [11] *Решетняк Ю.Г., Залаллер В.А.* О спрямляемых кривых, аддитивных вектор-функциях и смещении отрезков. // Вестн. ЛГУ, 1954, 2, 45–65.
- [12] *Nash J.F.* The bargaining problem. // Econometrica, 1950, 18, N 2, p. 155–162.
- [13] *Abhinav M.* Bargaining. Theory with applications. Cambridge University Press, UK, 1999.
- [14] *Rubinstein A., Osborne M.J.* Bargaining and Markets. San Diego, California: Academic Press, 1990.
- [15] *Thomson W.* Cooperative models of bargaining, in: Aumann R.J., Hart S. (eds), "Handbook of Game Theory".– v. 2.– Ch. 35. Elsevier Science B.V., 1994.
- [16] *С.Л. Печерский, Е.Б. Яновская.* Кооперативные игры: решения и аксиомы. Изд. Европ. ун-та в С.-Петербурге, СПб, 2004.
- [17] *Ауман Р., Шепли Л.* Значения для неатомических игр. М.: Мир, 1977.
- [18] *Гильденбранд В.* Ядро и равновесие в большой экономике. М.: Наука Физматлит, 1986.
- [19] *Dubin L.E., Spanier E.H.* How to cut a cake fairly. // Amer. Math. Month., 1961, 68, N 1, pt 1, 1–17.
- [20] *Blackwell D.* The range of a vector measure. // Proc. Amer. Math. Soc., 1951, 2, N 3, 390–395.
- [21] *Blackwell D.* On a theorem of Liapounov. // Ann. Math. Stat., 1951, 22, N 1, 112–114.

С.С. Кутателадзе

### **ТЕОРЕМА ЛЯПУНОВА, ЗОНОИДЫ И БЭНГ-БЭНГ**

*Аннотация.* Дополнительные замечания о некоторых связях теоремы Ляпунова о множестве значений неатомической меры с современными разделами анализа, геометрии и оптимального управления.

Эта заметка написана в качестве краткого дополнения к работе [1].

Теория и практика экстремальных задач, выбор оптимального управления в детерминированных и стохастических условиях, многие подходы математической экономики базируются на фундаментальных идеях функционального анализа, связанных с выпуклостью и мерой.

Теорема Ляпунова о выпуклости занимает особое место в современной математике, поскольку лежит на стыке теории выпуклых тел и теории меры. Теорема Ляпунова стала отправной точкой многочисленных исследований как в области векторного интегрирования в рамках математического анализа, так и в сфере геометрического изучения специальных конечномерных выпуклых тел, служащих множествами значений безатомных векторных мер.

Удивительность открытия Ляпунова связана с парадоксальным и хрупким балансом взаимодействия разнообразных конечномерных и бесконечномерных идей. Эффекты теоремы Ляпунова пропадают или распадаются, если допустить в рассмотрение недиффузные, или конечно-аддитивные меры, или же меры со значениями в бесконечномерных пространствах (см., в частности, вторую статью А.А. Ляпунова (ссылка [2] в [1] и [11]). Между тем, с геометрической точки зрения в теореме Ляпунова речь идет об отображении крайних точек некоторого бесконечномерного компактного выпуклого множества. Именно это обстоятельство обыгрывается в изящном доказательстве Линденштраусса, найденном в 1966 г. и немало способствовавшем популяризации теоремы Ляпунова (см. работу [6] в [1]).

Надо отметить, что в настоящее время известны доказательства теоремы Ляпунова, основанные только на самых первых фактах математического анализа (см., в частности, [2], [4]). Таково и весьма элегантно доказательство Росса, найденное в 2005 г. и основанное только на теореме о промежуточных значениях [15].

Теорема Ляпунова сразу же поставила вопрос об описании тех выпуклых компактов в конечномерном пространстве, которые служат множествами значений диффузных мер. В современной геометрической литературе эти компакты получили название *зоноидов*. Среди зоноидов выделяются суммы Минковского конечного числа отрезков — *зонотопы*. Зонотопы заполняют выпуклый конус в пространстве выпуклых тел, плотный в замкнутом множестве всех зоноидов. Впервые (и почти в современном виде) описание множеств значений векторных мер в теореме Ляпунова было найдено К.И. Чуйкиной (см. работы [8], [9] в [1]). Этот результат был вскоре несколько дополнен и упрощён Е.В. Гливенко (см. [10] в [1]). Нынешние зонотопы именовались в ту пору *параллелоэдрами*.

Крупное дальнейшее продвижение в исследовании множеств значений векторных мер принадлежит В.А. Залгаллеру и Ю.Г. Решетняку, которые описали зоноиды как результаты смешения линейных элементов спрямляемой кривой в конечномерном евклидовом пространстве в 1954 г. (см. [11] в [1]). В этой же работе было предложено новое доказательство теоремы Ляпунова и описаны зонотопы как те и только те выпуклые многогранники, чьи двумерные грани имеют центры симметрии. К сожалению, эти работы остались практически неизвестными на Западе. Аналогичные результаты были получены Болкером лишь через пятнадцать лет в 1969 г. (см. [3]).

Важно отметить исключительную роль теоремы Ляпунова в обосновании «бэнг-бэнг» принципа в теории оптимального управления. Этот принцип утверждает, что оптимальные управления осуществляются крайними точками множества допустимых управлений.

Смысл «бэнг-бэнг» принципа состоит в том, что в условиях ограниченных ресурсов для оптимального перехода управляемой системы из одного состояния в другое за минимальное время необходимо использовать крайнее «бэнг-бэнг» управление. Иначе говоря, если у системы есть оптимальное управление, у нее есть оптимальное «бэнг-бэнг» управление [7, с. 47]. Об этом см., в частности, [6], [8], [9], [10], [12].

В заключение отметим, что история теоремы Ляпунова в рамках функционального анализа несколько отражена в [14]. О месте

этой теоремы и исследованиях по её обобщению в рамках теории меры см. [13]. Относительно зоноидов см., в частности, [5].

### Список литературы

- [1] *Ляпунов А.Н.* Теорема А.А. Ляпунова о выпуклости значений векторных мер. Настоящий сборник.
- [2] *Artstein Z.* “Yet another proof of the Lyapunov convexity theorem,” Proc. Amer. Math. Soc., **108**:1, 89–91 (1990).
- [3] *Bolker E.* “A class of convex bodies,” Trans. Amer. Math. Soc., **145**, 323–345 (1969) .
- [4] *Elton J., Hill Th.* “A generalization of Lyapounov convexity theorem to measures with atoms,” Proc. Amer. Math.Soc., **99**:2, 97–304 (1987).
- [5] *Goodey P., Weil W.* “Zonoids and generalisations,” In: Handbook of Convex Geometry, Vol. B., North-Holland, Amsterdam etc., 1296–1326 (1993).
- [6] *Halkin H.* “A generalization of LaSalle’s bang-bang principle,” SIAM Journal on Control and Optimization, **2**, 199–202 (1965).
- [7] *Hermes H., LaSalle J.P.* Functional Analysis and Time Optimal Control. Academic Press, New York–London, 1969.
- [8] *LaSalle J.P.* “The time optimal control problem.” In: Contributions to the Theory of Non-Linear Oscillations, Vol. 5, Ann. Math. Studies **45**, 1–24, Princeton Univ. Press, 1960.
- [9] *Levinson N.* “Minimax, Liapunov, and ’bang-bang,’” J. Diff. Equat. **2**, 218–241 (1966).
- [10] *Neustadt L.W.* 1963. “The existence of optimal control in the absence of convexity,” J. Math. Anal. Appl., **7**, 110–117 (1963).
- [11] *Nunke R.J., Savage L.J.* “On the set of values of a nonatomic, finitely additive, finite measure,” Proc. Amer. Math. Soc., **3**:2, 217–218 (1952).
- [12] *Olech C.* “Extremal solutions of a control system,” J. Diff. Eq., **2**, 74–101 (1966).
- [13] *Pap E.* (Ed.) Handbook of Measure Theory. Vol. 1 and 2. North Holland, Amsterdam (2002).
- [14] *Pietsch A.* History of Banach Spaces and Linear Operators. Birkhäuser, Boston etc. (2007).
- [15] *Ross D.* “An elementary proof of Lyapunov’s theorem,” Amer. Math. Monthly **112**:7, 651–653 (2005).



*Раздел V*

*Учитель и ученик*



Б.А. Трахтенброт

## **АЛЕКСЕЙ АНДРЕЕВИЧ И ВОЛОДЯ**

*Любезные и согласные в жизни своей,  
Не разлучились и в смерти своей...*  
(Ветхий Завет,  
Вторая Книга Царств, глава 23)

### **Предисловие**

Интерес к теории множеств Алексей Андреевич Ляпунов пронёс через всю жизнь и неоднократно возвращался к занятию ею. Это случилось и в сибирский период его жизни (1961–1973), когда он был до крайности перегружен кибернетическими задачами. То был период растущей изоляции традиционной дескриптивной теории множеств (ДТМ). Данные заметки относятся именно к этому периоду возрождения интереса Ляпунова к теории множеств в Новосибирске. Их тема – жизнь и творчество Алексея Андреевича (А.А.) и его последнего ученика по ДТМ, Владимира Ильича Амстиславского (Володи), а также роль А.А. в судьбе Володи.

К сожалению эта тема, интересная в научном плане и очень волнующая в плане человеческих отношений, ещё не нашла освещения в историко-математической или в мемуарной литературе. Предлагаемые заметки – попытка восполнить (хотя бы частично) этот пробел. Стимулом к написанию этих заметок послужило то, что в марте 2009 года мне представилась возможность познакомиться с материалами из семейных архивов Ляпуновых и Амстиславских, которые легли в основу моих мемуаров.

Володя прожил короткую (всего 38 лет), но яркую жизнь. Он обладал выраженным математическим талантом и большим желанием заниматься наукой. Тяжёлый неизлечимый недуг уже в студенческие годы приковал его к кровати, но не сломил его дух. Он завершил высшее образование и самостоятельно занялся углублённым изучением теории множеств, которая его очень интересовала. Однако в Баку, где Володя жил, никто теорией множеств не занимался, он не имел никакого научного общения, и неизвестно, как повернулась бы судьба Володи, если бы в самом начале его научного пути не появился Алексей Андреевич Ляпунов...

Более чем десятилетнее общение Володи с А.А. происходило в экстремальных условиях, главным образом посредством переписки. Их личные встречи состоялись лишь однажды в Баку и в трёх случаях (1965, 1968 и 1971 годы) в Новосибирске. Побочным (причём положительным!) следствием этих неблагоприятных обстоятельств, было появление богатого архива, включающего содержательную переписку Ляпунова–Амстиславского. К сожалению, часть архива семьи Амстиславских пропала в тревожные годы распада СССР.

Чтобы познакомить читателей с Володей, привожу его краткую биографическую справку, написанную по моей просьбе его сестрой Светланой Ильиничной Амстиславской.

*«В.И. Амстиславский родился в городе Баку 30 октября 1936 года. В 1953 году, окончив с золотой медалью среднюю школу, он поступил на энергетический факультет Азербайджанского Индустриального Института, но через два года тяжело заболел и уже будучи прикованным к постели, в 1957 году перевёлся на механико-математическое отделение заочного факультета Азербайджанского Государственного Университета. В 1961 году он с отличием окончил университет (АГУ) по специальности „математика“. Ещё во время учёбы в университете Володя заинтересовался теорией множеств и установил контакт с Алексеем Андреевичем Ляпуновым, который не только согласился консультировать его работу, но и вскоре стал его научным руководителем в заочной аспирантуре при Институте кибернетики АН АзССР.*

*С 1962 по 1965 годы Володя был аспирантом ИК АН АзССР, а с 1966 по 1974 гг. – младшим научным сотрудником ИК АН АзССР. На протяжении всего этого времени он работал в постоянном творческом контакте с А.А. Ляпуновым. В 1961 году А.А. Ляпунов специально прилетел в Баку для приёма вступительных экзаменов в аспирантуру. В 1965 году в Баку приехал профессор Б.А. Трахтенброт. Он принял аспирантские экзамены по специальности. При этом состоялось личное знакомство, и возникли очень полезные научные контакты, продолжавшиеся много лет. Трижды за эти годы – в 1965, 1968 и 1971 годах – В.И. Амстиславский был в новосибирском Академгородке, куда приезжал в основном для общения с А.А. Ляпуновым. К сожалению, более частые поездки были невозможны из-за состояния его здоровья.*

*В октябре 1968 года в Институте математики СО АН СССР Володя защитил кандидатскую диссертацию на тему „Рекурсивные иерархии и теоретико-множественные операции“. После защиты он продолжал много и успешно работать в сотрудничестве с А.А. и под его руководством.*

*Смерть Алексея Андреевича Ляпунова в июне 1973 г. стала для Володи очень тяжёлым ударом.*

*В.И. Амстиславский скончался 30 ноября 1974 года».*

\* \* \*

В 1962 году я узнал от А.А. о первых шагах Володи в науке, о его восторженном увлечении теорией множеств и о предстоящей его заочной аспирантуре. А.А. стал привлекать меня к посильному участию в делах Володи. Я охотно принял предложение А.А., хотя давно уже отошёл от ДТМ, и у меня в ту пору, да и после, были совсем другие научные интересы. Помимо общей любознательности, его предложение вызывало ностальгические воспоминания о моих собственных начинаниях в теории множеств, приведших меня к Алексею Андреевичу ещё в 1946 году.

Начиная с 1962 года и до защиты Володей диссертации в 1968 году, я следил довольно аккуратно за его работой, и у нас были достаточно регулярные контакты. То был первый период нашего активного общения, связанного, в основном, с его диссертационными делами под руководством А.А. Вместе с тем, для интеграции Володи в исследовательские планы Института кибернетики, А.А. считал полезным его привлечение и к другим, альтернативным, близким мне темам в области теории автоматов, а позднее – в семантике языков программирования.

Второй период наступил после 1968 и закончился в 1974, когда уже не стало ни А.А., ни Володи. В те годы, под влиянием работ П. Хинмана и по инициативе А.А., основное внимание Володя стал уделять другим темам. Среди них большой интерес вызывало выяснение связи между обобщённой вычислимостью и классической ДТМ. На эту тему у А.А. опубликованы весьма краткие соображения, которые он не успел дальше развить. Что касается Володи, то его важнейшая работа на эту тему до сих пор не опубликована.

Предлагаемый мной очерк содержит представленные в хронологическом порядке материалы из архивов семей Ляпуновых и Амстиславских, включает небольшие цитаты из работ А.А. и Володи (тексты писем и документов печатаются курсивом), а также мои воспоминания о событиях, свидетелем или участником которых я был. В конце очерка (Приложение) приведен список работ Алексея Андреевича по ДТМ, опубликованных между 1961 и 1973 годами (они занумерованы как Л1 – Л5), а также список всех работ Володи Амстиславского, занумерованных как А1 – А12.

В 1974 г. были сделаны попытки завершить публикацию трёх Володиных тогда еще неопубликованных работ (А10, А11, А12). До моей эмиграции в Израиль (1980) мне не было известно о каких-либо продвижениях в этом деле. Но, как выяснилось позднее, статьи А10 и А11 были напечатаны соответственно в 1975 и 1978 годах. А статья А12 – итоговая, может быть, наиболее значимая статья Володи – так и осталась неопубликованной по сей день.

Несмотря на все эти трудности, в моём почтенном возрасте я решился опубликовать имеющийся у меня материал, чтобы ещё раз высветить высокие человеческие качества Алексея Андреевича, и в надежде привлечь внимание к судьбе и научному наследию Володи Амстиславского, для которого в последние годы своей жизни так много сделал Алексей Андреевич.

### **Хронология событий**

#### **Завершающий этап активной работы А.А. в области ДТМ**

В 1973 году в предисловии к статье «О методе трансфинитных индексов в теории операций над множествами» [Л3] Алексей Андреевич писал:

*«До войны была создана общая теория операций над множествами, основные определения которой были даны А.Н. Колмогоровым, и наиболее существенные результаты были получены Л.В. Канторовичем и Е.М. Ливенсоном. <...> Одним из наиболее интересных понятий этой теории были  $R$ -множества. <...> Под влиянием П.С. Новикова <...> я сделал попытку для этих операций построить аппарат трансфинитных индексов. Из-за войны этот замысел удалось осуществить лишь в период 1946–1949, когда П.С. был моим консультантом в докторантуре МИАН СССР им. В.А. Стеклова».*

В декабре 1949 года докторская диссертация была успешно защищена, основные результаты по ДТМ, включая монографию, опубликованы или сданы в печать. В 1952 г. С.Л. Соболев приглашает Алексея Андреевича в качестве профессора на Кафедру вычислительной математики МГУ, а затем в 1953 г. М.В. Келдыш предлагает организовать Отдел в Отделении прикладной математики МИАН. С этого времени начинается увлечение А.А. математической теорией программирования для ЭВМ и новым, только зарождавшимся направлением в науке – кибернетикой.

#### **Поездка в Новосибирск (январь 1962 года)**

В конце 1961 года А.А. принимает смелое решение о переезде в новосибирский Академгородок – основную базу вновь созданного Сибирского отделения Академии наук (СО АН)<sup>1</sup>.

К этому времени в Институте математики СО АН уже работали и другие ученики П.С. Новикова: Асан Дабсович Тайманов,

---

<sup>1</sup> Об этом периоде жизни А.А. и причинах, побудивших его принять решение о переезде в Новосибирск, можно прочитать в публикации Н.А. Ляпуновой «Одиннадцать счастливых лет», в кн.: «Алексей Андреевич Ляпунов». Новосибирск: Филиал «Гео» Изд-ва СО РАН, 2001, с.7–51.

Алексей Всеволодович Гладкий, я – автор этих строк, а также Николай Васильевич Белякин, мой ученик по Пензе. Тогда все мы уже отошли от ДТМ, произошло размежевание наших интересов, но при этом мы сохранили интерес к математической логике и теории алгоритмов.

Вначале у нас ещё бывали встречи с А.А., посвящённые аксиоматической ТМ (работы Гёделя, Новикова). Однако, это уже мотивировалось не спецификой тематики, а скорее общей любознательностью и ностальгией.

Научные контакты в области ДТМ Алексей Андреевич поддерживал ещё с Зоей Ивановной Козловой, первой его ученицей с довоенного времени. В Волгограде З.И. и Идея Дмитриевна Ступина активно продолжали исследования  $R$ -операций и проективных операций.

### **Визит П.С. Новикова в новосибирский Академгородок (1962)**

Пётр Сергеевич Новиков исключительно высоко ценил Алексея Андреевича. Вместе с тем, в пятидесятые годы он был несколько обескуражен деятельностью Алексея Андреевича по пропаганде кибернетики, ставшей скоро модной и привлечшей также немало поверхностных апологетов. Он опасался, что это может отвлечь Алексея Андреевича от «настоящих» дел. К счастью, это недоразумение оказалось преходящим. В апреле 1962 П.С. Новиков впервые посетил Академгородок. Длительные беседы Алексея Андреевича с дорогим гостем в дни визита восстановили их взаимопонимание. По-видимому, беседы касались и задуманных А.А. планов о возрождении работ по ДТМ. При наших встречах А.А. упоминал об этом с особым удовлетворением.

И вот, на этом фоне, ещё в Москве, А.А. получает из Баку письмо от молодого человека, начинающего математика, самостоятельно проявившего интерес к теории множеств и математической логике. А.А. пишет ему ответ, но в суете приготовлений к переезду в Новосибирск, судя по всему, забывает его отправить...

### **Первые контакты А.А. с Володей (1961)**

Напомню, что в 1961, ещё будучи студентом Азербайджанского государственного университета, Володя заинтересовался теорией множеств. Самостоятельно изучив богатую литературу (в том числе работы А. Мостовского, знаменитую статью «О совместимости континуум гипотезы» Гёделя и др.), он достиг научной зрелости в этой области. Володя обратился за советом и помощью к ректору

Ленинградского университета Александру Даниловичу Александрову, который порекомендовал ему установить контакт с Алексеем Андреевичем Ляпуновым. Однако письма, посланные Ляпунову, остаются без ответа. Летом 1961 года в командировку в Москву приезжает Володина сестра Светлана. Она связывается с А.А. и получает приглашение для встречи. Встреча состоялась 18 июля в его московской квартире в Хавско-Шаболовском переулке. С.И. информировала А.А. обо всех обстоятельствах жизни, болезни и о проблемах Володи.

В архиве сохранилось письмо С.И. к Володе, с подробным изложением результатов этого визита. Вот выдержки из этого письма:

*«Вчера была у Ляпунова <...>. Он достал папку – там все твои письма и даже к Александрову и копия ответа тебе. Дословно разговор я тебе передам при встрече, а пока суть<...>. То, чем ты занимаешься интересно и нужно. Эти результаты никем ещё не получены, во всяком случае, ему не известны. Но он не верит, что они правильны <...>, а заметки написаны расплывчато. Он думает, <...> что ты, занимаясь совершенно самостоятельно, не совсем точно и не совсем верно представляешь некоторые задачи и применяешь некоторые понятия. Он думает, что это не решается так просто, и что те вопросы, за которые ты берёшься, решаются только с точки зрения дескриптивной теории множеств. Нехотя он добавил, что, конечно, может быть их можно решить и с точки зрения аксиоматической теории множеств, но он лично этой теорией не занимался и не занимается. <...> Тебе надо систематизировать свои знания, начать с основных трудов Лузина и Новикова, как следует изучить дескриптивную теорию множеств. Если тебе очень захочется заниматься аксиоматической теорией множеств, ты сможешь ею заниматься, но опять таки после того, как основательно изучишь дескриптивную теор. мн-в. А для этого тебе надо прочитать: Бэр – „Теория разрывных функций“, Лузин – „Лекции по теории аналитических множеств“, цикл статей по ДТМ – Успехи мат. наук 1950, Успенский (выборочно) – „Лекции о вычислимых функциях“, но опять-таки его надо читать вместе с Лузиным. После всего этого можно браться за статью Гёделя (я ему сказала, что эту статью ты уже разобрал). О тебе он говорит, что ты очень интересно мыслишь, видно, что много знаешь, но твои знания необходимо систематизировать. Очень хорошо, что ты занимаешься теорией множеств, обязательно продолжай, тем более, что этим сейчас занимается очень мало людей, и такие способные люди как ты ни в коем случае не должны это бросать. Он очень хотел бы с тобой лично поговорить по поводу этих заметок, и он уверен, что в результате обстоятельной беседы, спора*



*выяснилась бы истина. Спрашивал о твоём здоровье. К сожалению, он сам в Баку побывать не может. Он бывает в Ереване, Новосибирске, Киеве. В Баку действительно нет ни одного человека, с которым можно было бы консультироваться. Он очень просил, чтобы, когда ты поедешь в Киев, ты написал ему; он сделает всё, что может, чтобы быть в Киеве одновременно с тобой. Конечно, консультироваться у него ты можешь, он очень извиняется, что не ответил тебе. Моё мнение – Ляпунов милейший человек, но очень сильно занятый разными комиссиями, совещаниями, редакторской работой и дескриптивными множествами. У него очень мало времени и то, чем занимаешься ты, его не интересует, но он видит в тебе способного математика и хочет, чтобы ты занимался тем же, чем он».*

Результаты последующих контактов А.А. с Володей, а также с руководством Вычислительного центра Азербайджанской Академии наук, отражены в письме А.А. директору центра профессору С.А. Алескерову. (1962 г., дата неизвестна):

*«Глубокоуважаемый Саид Амирович! Недавно я получил предложение взяться за руководство аспирантурой тов. Амстиславского.*

*Амстиславского я знаю по переписке как очень способного математика, интересующегося тонкими вопросами теории множеств, основаниями математики и математической логикой. У него возникли замыслы, представляющие несомненный интерес, но очень трудные. Я считаю, что имеются все основания для того, чтобы взять его в заочную аспирантуру. Я охотно взял бы на себя руководство им. <...>. Я более или менее регулярно бываю в Ереване, так как у меня идут совместные работы с группой ереванских математиков, которой руководят Т.М. Тер-Микаэлян и Р.И. Подловченко. Я мог бы приурочить к этим поездкам посещения Баку для работы с Амстиславским. Кроме того, в Ереване находится сейчас И.Д. Заславский, который также интересуется вопросами логики и основаниями математики, контакт с которым был бы очень полезен Амстиславскому. Ближайший мой приезд в Ереван намечен на конец мая – начало июня с. г.*

*Уважающий Вас, А. Ляпунов».*

Несмотря на занятость, А.А. находит возможность и 29.05.1962 года приезжает в Баку для личного знакомства с Володей и для приёма вступительных экзаменов в заочную аспирантуру Института кибернетики АН Азербайджана. С тех пор других визитов в Баку у А.А. больше не было из-за собственных медицинских проблем.

Судя по всему, под влиянием контактов с Володей и в результате концентрации внимания на руководстве его аспирантской работой, возобновляются собственные творческие размышления А.А. в области теории множеств. Основной интерес А.А. в тот период

был нацелен на теорию операций над множествами. Важным понятием этой теории является  $R$ -операция Колмогорова.

Уже в 1963 г., после почти десятилетнего перерыва, А.А. публикует работу «Об операциях над множествами» [Л1], в которой существенное место занимают  $R$ -множества, их расширения и обобщения. В этой работе А.А. показывает как представление об  $R$ -операции может быть распространено на некоторые другие мощные классы теоретико-множественных операций, доставляющих множества, которые заведомо обладают хорошими свойствами. Эти операции являются полезным инструментом для решения задач не только в ДТМ, но и в общей алгебре, теоретико-множественной топологии и др. (Не случайно [Л1] опубликована в журнале «Алгебра и Логика»).

На основе сформулированных в работе [Л1] задач, А.А. предлагает Володе тему кандидатской диссертации. Володя быстро становится экспертом по ДТМ и в частности по теории  $R$ -операций; он часто цитирует работы А.А., включая [Л1]. Он проявляет большую самостоятельность в выборе тематики, что радует А.А. Ниже приводятся фрагменты из писем Володи к А.А. по поводу предложенной ему задачи.

**17.03.1963 г.:** *«Поставленную Вами задачу о классе порядковых чисел, определённых решетом и конструктивным континуумом, мне удалось сделать <...>. Оказалось, он (класс) совпадает с классом „конструктивных ординалов“ Чёрча–Клини. Однако, названные „конструктивные ординалы“ оказываются недостаточно конструктивными».*

**2.05.1963 г.** *«Заниматься в ближайшее время думаю двойственностью между дескриптивными иерархиями и теорией алгоритмов. <...>. Есть у меня один принцип двойственности, который нуждается в проверке. Судя по литературе, этими вопросами занимался Б.А. Трахтенброт. В частности, этому был посвящён его доклад на Всесоюзном математическом съезде (1956 г.), но в „Трудах“ съезда – об этом докладе буквально три строчки, по которым понять, насколько далеко он продвинулся, было невозможно. Поэтому я недели две назад написал ему: нельзя ли мне ознакомиться с этим докладом».*

На самом деле эти вещи меня прежде интересовали в связи с моими попытками продвинуться в решении проблемы сводимости Поста. После решения этой проблемы Мучником и Фридбергом я больше не возвращался к упомянутым иерархиям и посоветовал Володе обратиться к статье Дж. Аддисона, близкой к наметившейся его диссертационной теме.

**20.11.1963 г.** *«Вот уже несколько дней, как я нахожусь в Киеве. Операцию обещают примерно через неделю. Получил письмо от*

*Б.А. Трахтенброта. Работу „Применение прямоугольных решёт“, которую Вы ему передали, он нашёл достаточно интересной для доклада на семинаре „Алгебра и Логика“. Здесь, в Киеве, пробуду, вероятно, месяца три».*

**16.03.1964 г.** *«По возвращении из Киева нашёл дома письмо от Б.А. и свою заметку с подробными замечаниями к ней. Это даже не замечания, а обстоятельный и очень внимательный разбор, который для меня, конечно, очень ценен. Хочу перейти от конкретного решета к произвольному рекурсивному прямолинейному решету».*

**09.07.1964 г.** *«Получил от редакции „Сибирского Математического Журнала“ сообщение, что работа поступила к ним».* (Эта работа опубликована позднее как [A1]. Б.Т.).

В дальнейшем научные интересы Володи стабилизируются на проблемах, смежных для ДТМ и теории рекурсии. Он предпочитает диссертационную тему из области эффективной ДТМ. А.А. одобряет его выбор и с энтузиазмом стимулирует его работу. При этом имеется в виду применение методов теории ДТМ (и в частности –  $R$ -операций) для установления свойств рекурсивных иерархий и для оценки расширений этих иерархий.

### **Работа над диссертацией**

Работа Володи по диссертационной теме продвигалась успешно, и в конце 1964 года подошло время сдачи экзаменов кандидатского минимума.

**10.10.1964 года** Володя пишет А.А.:

*«Было бы замечательно, если бы Вы или Б.А. Трахтенброт смогли бы приехать сюда. <...>. Несданным остаётся экзамен по специальности. Организовать сдачу без Вас я не пытался <...>. Сейчас я бы мог сдавать ДТМ, теорию рекурсивных функций, мат. логику. <...>. Они далеко не исчерпывают того списка предметов, который Вы назвали мне во время Вашего прошлого приезда сюда. Я постараюсь к приезду Вашему или Б.А.Т. сделать всё, что надо».*

В январе 1965 года по просьбе Алексея Андреевича я приехал в Баку для личного знакомства с Володей и для приёма кандидатского экзамена. Володя произвёл на меня сильное впечатление.

**19.01.1965 г.** Володя пишет А.А.:

*«С 7/1 по 17/1 в Баку был Б.А. Трахтенброт. В вычислительном центре он прочитал цикл лекций по теории автоматов. Много времени Б.А. уделил мне. Он принял экзамен по специальности (в объеме: математическая логика, теория алгоритмов, дескриптивная теория множеств).*

*<...> Б.А. очень увлечён идеей организации здесь группы, которая в будущем – при предложенной им шефской помощи – могла бы работать в области теории автоматов, а пока должна готовиться – освоить основы теории алгоритмов, логики, теории автоматов. В ВЦ есть четверо молодых сотрудниц, которые будут этим заниматься; будет ещё пятый участник – сейчас он пока студент, но на днях оканчивает наш университет и, вероятно, будет работать в ВЦ. Я, по-видимому, могу быть полезен в занятиях по теории алгоритмов и математической логике и тоже буду участвовать в них: планируется учебный семинар, который будет собираться у меня. Возможно, в нём будет участвовать и кое-кто из университета. Первое занятие намечено на ближайшие дни. Надеюсь, что опыт работы первого такого семинара, проходившего весной 1963 г., позволит сэкономить часть времени и повысить качество занятий.*

*Что касается моей основной работы – по теме, то в том, что у меня уже было сделано, Б.А. тщательно разобрался. Затем он ознакомился с планом дальнейшей работы. Вчера Б.А. выехал в Ереван. Для меня его приезд сюда был весьма полезен.*

*В течение последних месяцев рассматривал понятие рекурсивной теоретико-множественной операции над нумерованным семейством множеств и различные связанные с нумерациями вспомогательные леммы и определения. Также – общее определение рекурсивной иерархии (в произвольном пространстве) с показом, что гиперарифметическая иерархия получается в частном случае из общего определения. Думаю рассмотреть ещё рекурсивные аналоги  $R$ -множеств. По-моему, изучение общего понятия рекурсивной иерархии интересно, прежде всего, как промежуточный шаг на пути к определению общего понятия иерархии вообще.*

*Относительно названия темы: „Рекурсивные иерархии и теоретико-множественные операции“. Как лучше?*

*Очень хотелось бы узнать о тех соображениях по теории множеств, которые Вы предполагали прислать с Б.А.»*

**30.05.1965 г.** *<...>Посылаю работу „Теоретико-множественные операции и рекурсивные иерархии“. Очень хотелось бы узнать Ваше мнение о ней. Годится ли она как основа диссертационной?»*

В сентябре 1965 года Володя и С.И. приезжают в Новосибирск для работы с А.А. и проводят здесь целый месяц. Во время этого визита происходит знакомство Володи с сотрудниками Института математики СОАН. А.А. предпринимает попытку устроить Володю на временную работу в Институт математики. Однако Володя чувствует себя недостаточно хорошо для переезда в Новосибирск. Трудно сказать, станет ли такая возможность реальной в будущем.

После этого визита А.А. пишет в дирекцию Вычислительного центра Аз АН:

*«По поводу работы аспиранта Амстиславского В.И. могу сообщить следующее. За истекшее время Амстиславский получил ряд интересных результатов, относящихся к новому направлению, промежуточному для теории алгорифмов и дескриптивной теории множеств. Его статья, которая составляет основу диссертации, находится в печати в Сибирском математическом журнале. В настоящее время <...> получен ряд дальнейших результатов. Кроме того, им вскрыта и разведена весьма интересная новая проблематика, касающаяся изучения строения некоторых трансфинитных иерархий объектов.*

*Тов. Амстиславский руководит семинаром по вопросам, смежным для теории автоматов и теории алгорифмов.*

*Он успешно сдал основные экзамены кандидатского минимума.*

*Посетивший недавно г. Баку профессор Б.А. Трахтенброт, который принимал экзамен у В.И. Амстиславского и имел с ним подробную научную беседу, даёт весьма высокий отзыв о работе, проделанной Амстиславским за время аспирантуры.*

*К большому сожалению, моё состояние здоровья лишило меня возможности лично посетить Баку и иметь личный контакт с В.И. Амстиславским.*

*Во всяком случае, у меня имеется полная уверенность в том, что работа тов. Амстиславского протекает успешно, что основная часть диссертационной работы выполнена и что сейчас на очереди оформление диссертации.*

*Член-корр[еспондент] АН СССР (А.А. Ляпунов)»*

**В течение 1967 г.** Володя завершает диссертационную работу и пытается организовать её защиту в Баку, однако это не удается из-за отсутствия в Баку специалистов по теории алгоритмов и математической логике. Поэтому решено было организовать защиту диссертации в Новосибирске. Весь труд по организации защиты взял на себя А.А.

Защита диссертации на тему «Рекурсивные иерархии и теоретико-множественные операции» состоялась на Учёном совете в Институте математики СО АН **8 октября 1968 года**. Официальными оппонентами выступили Ю.Л. Ершов и А.В. Кузнецов (1926–1987). Внешний официальный отзыв был получен из Москвы от Математического института им. Стеклова. Защита прошла успешно. Было много вопросов. Володя держался очень уверенно и на всё давал исчерпывающие ответы. Совет проголосовал «единогласно».

На защите присутствовал и академик А.Д. Александров, который жил и работал в те годы в Новосибирске. Он был очень рад

успеху Володи. Ведь это по его совету Володя в своё время обратился к А.А. Ляпунову, с чего и началась, по существу, научная деятельность Володи. Позже Александр Данилович ещё раз принял участие в судьбе Володи, но уже после его кончины. Статью Володи [А10], остававшуюся тогда неопубликованной, он представил в «Доклады АН СССР» и в 1975 году она была посмертно опубликована.

После возвращения в Баку, в ноябре 1968 года Володя пишет А.А.: *«Мы часто вспоминаем месяц, проведённый в Новосибирске – это был замечательный праздник».*

### **Чем заниматься дальше?**

На основании автореферата, основной результат диссертационной работы В.И. Амстиславского коротко может быть сформулирован следующим образом. В работе

*«...определено общее понятие рекурсивной иерархии в произвольном пространстве. Установлено, что его можно рассматривать как аналог определения классических иерархий. На основе этой аналогии переносятся некоторые методы ДТМ (в частности метод расширения иерархий с помощью R-операции) в теорию рекурсивных иерархий. Ранее (1957 г.) Аддисон и Клини запланировали изучение взаимосвязи таких расширений с эффективными R-множествами и с другими эффективными аналогами. Но с тех пор публикации по этой программе не появились. В диссертации, с помощью теоретико-множественных операций, на основе внесения некоторых методов ДТМ в теорию рекурсивных иерархий полностью выполняется программа Аддисона–Клини».*

Ещё до официальной защиты диссертации встаёт вопрос: чем заниматься дальше? В очередном письме Володя задает этот вопрос А.А.:

*«Относительно того, что делать дальше – заняться ли построением многоместных иерархий, соответствующих многоместным операциям, о которых говорится в Вашей работе в „Трудах Моск. Мат. Общества“ 1957, том 6?»*

В ответ А.А. передаёт Володе препринты, полученные им от Питера Хинмана (ученика Дж. Аддисона), в которых речь идет об иерархиях эффективной ДТМ, и рекомендует Володе глубже развивать эту тематику. Этот совет сильно повлиял на направление последующих исследований Володи. Это отражено уже в следующем письме Володи:

**16.01.1969 г.** *«Почти весь декабрь болел. Чувствую себя лучше. Занимаюсь выяснением вопросов об иерархиях, связанных с индексами*



*R-операций. Интересно, что расширение классов той иерархии, на которую Вы указали (помните?), происходит лишь на некоторых (не на всех) предельных трансфинитах; на каких именно? – этим вопросом займусь вплотную».*

Уже в апреле 1969 года А.А. представляет статью Володи в печать. Он пишет редактору авторитетного международного математического журнала «Fundamenta mathematicae» проф. А. Мостовскому<sup>2</sup>:

*«Глубокоуважаемый профессор Мостовский!*

*Одновременно с этим письмом я посылаю в редакцию “Fundamenta” статью „Эффективные R-множества и трансфинитные продолжения рекурсивных иерархий“ моего ученика В.И. Амстиславского, который живёт в Баку, ул. Красина 2, кв. 30. Профессор Б.А. Трахтенброт говорил мне, что он рассказал Вам об этой работе, и что Вы рекомендовали её направить в редакцию “Fundamenta”.*

*Очень прошу Вас оказать содействие в публикации этой статьи.*

*В последнее время в Волгограде и Новосибирске возрождаются работы по теории операций над множествами. В частности, профессор З.И. Козлова сильно продвинула исследования R-операций и проективных операций, а мне удалось получить некоторые результаты для A-операции и для A-множеств. Мне очень хотелось бы опубликовать эти работы в “Fundamenta”.*

*В ближайшее время рассчитываю прислать эти статьи на Ваш суд.*

*Искренне уважающий Вас, А.А. Ляпунов».*

**23.07.1969 г.:** Володя пишет А.А. о работе, опубликованной позднее как [А6]. Благодарит А.А. за стимулирующие беседы, приведшие в частности к определению  $H_n$ -иерархии:

*«Вопрос об обобщении теоремы Клини посредством R-операций недавно исследовал также П.Г. Хинман. Однако построенные им иерархии охватывают лишь собственную часть соответствующих тел».*

**15.05.1970 г.** *«В последние годы появляются американские статьи, в которых вычислимость обобщается посредством „допустимых“ ординалов и множеств. Возможно эти „допустимые“ множества являются R-множествами (натуральных чисел). По-видимому, R-операции становятся всё более актуальными».*

<sup>2</sup> Andrzej Mostowski (1913–1975), математик, член Польской Академии наук, специалист в области математической логики, оснований математики, редактор журнала «Fundamenta mathematicae»

**1970 г. (дата не указана)** – письмо А.А. Володе:

*«Дорогой Володя,*

*Мне очень неловко, что так давно Вам не писал. Зимой болел, а кроме того долгое время у меня не было секретаря. Теперь надеюсь, что буду писать более регулярно. Недавно получил отписки от Хинмана. Думаю, что Вам они более полезны. Посылаю Вам и отписку моей заметки. Должен признаться, что у меня есть две задуманные вещи, относящиеся к теории множеств – одна касается теории операций над множествами, другая – подход к вырождениям проекций  $V$ -множеств, аналогичный тому, который я провёл для  $A$ -множеств. Никак не могу выбрать время, чтобы довести их до конца. Занимаюсь почти исключительно кибернетическими вопросами биологии и общекибернетическими задачами.*

*По-видимому, в 4-ом томе Истории отечественной математики, которую выпускают киевляне, появится наша совместная статья с З.И. Козловой. Она закончила свою докторскую, но будут трудности организационного характера. Эта математика уж очень изолирована. Две статьи Ступиной приняты в “Fundamenta”. Как Ваши дела? Очень прошу Вас держать меня в курсе своих дел и не обижаться на несвоевременные ответы.*

*С самым сердечным приветом, А. Ляпунов».*

*Из ответа Володи (13.09.1970 г.): «Я пока еще недостаточно разобрался в Вашей статье, но сила этих результатов очевидна. <...> Много времени трачу на изучение литературы по иерархиям и обобщениям понятия вычислимой функции. Число американских и японских публикаций по этим вопросам растёт с большим ускорением. Отставать не хочется. На будущий год официально запланировал тему о связи  $R$ -операций с обобщёнными машинами Тьюринга. <...> Рискованно, т. к. результатов по этой теме у меня ещё нет. <...> Надеюсь, что буду работать – будут результаты».*

*Эти размышления и результаты о связи  $R$ -операций с обобщёнными машинами Тьюринга – первый шаг к последовавшему исследованию связи с обобщённой вычислимостью.*

*В октябре 1971 г. в Новосибирске готовятся отметить 60-летний юбилей Алексея Андреевича. К этому событию приурочен третий (последний) визит Володи в Академгородок (к сожалению, я в те дни в Академгородке не был. Б.Т.).*

*Накануне визита (07.08.1971 г.) Володя пишет:*

*«Я заканчиваю довольно большую статью „О трансфинитной итерации функций“. Она в основном посвящена распространению Ваших результатов о сравнении индексов на некоторые новые классы последовательностей множеств и на так называемые индуктивно*



определённые множества, которые в последнее время интенсивно изучаются рядом авторов. В качестве одного из примеров я рассматриваю применение этой теории к некоторым объектам, недавно введённым Хинманом. Я привезу эту статью с собой. Мне очень хочется подробней рассказать её Вам, узнать Ваше мнение об этой работе. Я предполагаю продолжать работу в этом направлении, и надеюсь также поговорить об этом с Вами».

Эту работу Володя посвящает Алексею Андреевичу и преподносит её юбиляру (позднее работа опубликована как [A8]).

По всему видно, что жизнь Володи налаживается. Он набирается уверенности, расширяются контакты с коллегами. В том же письме от 7 августа он сообщает:

*«Недавно получил письмо и отписки от Хинмана, в том числе препринт его новой статьи с ссылками на мою работу. Получил также отписки и ответ от двух американцев – Аддисона и Рихтера, а также от Козловой».*

**В июле 1972 года** Володя впервые в жизни принимает участие в научной конференции, куда представил тезисы для краткого сообщения (см. [A6]). По возвращении домой, он не без горечи пишет А.А. (14.07.1972 г.):

*«Здравствуйте, Алексей Андреевич! На днях вернулся из Москвы, был там со Светой на конференции по мат. логике в Институте им. Стеклова. Конференция оказалась просто серией лекций, часовых и получасовых, большинство которых было мне не интересно. <...>. Выступить не пришлось, т. к. краткие сообщения вообще не докладывались. <...>. Адян разъяснил, что поскольку тезисы кратких сообщений опубликованы, то участники могут обсуждать их в кулуарах».*

Тем не менее, поездка оказалась полезной. Появились новые впечатления, новые знакомства, личные контакты.

Из того же письма к А.А.:

*«<...> Познакомился с Ф.А. Кабаковым, моим редактором по РЖ, и с З.И. Козловой. Было приятно говорить с ней о множествах, жаль, что недолго – всего один вечер. <...> В общем, поездкой я доволен. Убедился, что физически я могу ездить на такие собрания. (Начинаю понимать альпинистов, получающих удовольствие от преодоления, казалось бы, бессмысленных препятствий). Теперь о работе. Занимаюсь изучением связи между R-операциями и обобщённо вычислимыми функциями (рекурсивными функциями). Первые результаты здесь принадлежат Хинману. <...> [Мой] результат близок к хинмановскому, но относится к более широкому классу баз и получен другим путём (прямого сопоставления пока нет, т. к. Хинман и я пользуемся разными*

ми теориями рекурсивных функционалов. Вероятно, эти теории равносильны, но проверка этого очень трудоёмка). Хотелось бы возможно полнее выяснить связи  $R$ -операций с обобщённой вычислимостью. Мне кажется, этот путь должен быть плодотворным. Этой связи мне не хватало ещё в прошлогодней работе о сравнении индексов в теории  $R$ -операций и в теории рекурсивных функционалов, почему я и начал эту работу».

В одной из своих последних публикаций (1973 г.) «О методе трансфинитных индексов в теории операций над множествами» [Л3] Алексей Андреевич сформулировал следующие положения:

*«Представляется интересным проследить в новом свете связь алгоритмических концепций с ДТМ. Здесь можно отметить два подхода:*

(i) *Первый состоит в том, что рассматриваются различные рекурсивные иерархии множеств и их обобщения. В частности  $R$ -иерархии изучают сейчас Эндертон и Хинман в США и Амстиславский у нас.*

(ii) *Другой состоит в разработке своего рода квазиалгоритмической точки зрения на задачи классической ДТМ. Мне не известны никакие работы в этом направлении».*

Реакция Володи по поводу второго подхода А.А. звучит в работах [A11] и [A12].

В предисловии к неопубликованной статье «Вычислимые функционалы и  $R$ -операции в континууме» [A12] он пишет:

*«В данной работе продолжается изучение связи между вычислимыми совместными функционалами и известными в дескриптивной теории множеств  $R$ -операциями Колмогорова. Первые результаты о связи между эффективными  $R$ (или  $R^C$ )-множествами и множествами полу-рекурсивными относительно совместных функционалов, были получены Хинманом в [1]<sup>3</sup>. Некоторые дальнейшие результаты – в том числе новая рекурсивная характеристика эффективных  $R^C$ -множеств натуральных чисел – были получены нами и изложены в [2]<sup>4</sup>. Распространению этих результатов на  $R^C$ -подмножества континуума, рассматриваемые в дескриптивной теории множеств, мешал недостаток имевшихся в литературе сведений по теории вычислимых совместных функционалов. Этот недостаток был выполнен в резуль-*

<sup>3</sup> P.G. Hinman. Hierarchies of effective descriptive set theory. Trans. Amer. Math. Soc. (1969), 142:111–139.

<sup>4</sup> Амстиславский В.И. Рекурсивность и  $R^C$ -операции. Известия АН СССР, 1974, т. 8, № 6:1221–1237. [A9].

тате работы [3<sup>5</sup>]. Теперь на этой основе мы получим рекурсивные характеристики  $R^C$ -множеств в некоторых функциональных пространствах – в том числе в пространствах Бэра.

*В предшествующих работах рекурсивные характеристики устанавливались лишь для эффективных  $R^C$ -множеств [1,2,4<sup>6</sup>], теперь мы получим их не только для эффективных, но и для классических  $R^C$ -множеств. Эти результаты означают, что значительный фрагмент дескриптивной теории множеств – теория аналитических, Борелевых и  $R$ -множеств в пространстве Бэра – может рассматриваться как часть теории вычислимых совместных функционалов (а следовательно, как часть теории алгоритмов).*

При этом можно видеть, что, по замыслу Володи, [A12] содержит главные результаты, а [A11] – лишь предварительные технические детали.

В марте 1973 г. по пути в Армению на конференцию, посвящённую 70-летию А.Н. Колмогорова, в Баку состоялась моя последняя встреча с Володей.

**11.05.1973 г.** Из последнего отзыва А.А. о работах Володи: «В настоящее время Амстиславским опубликовано и направлено в печать 9 статей. Кроме того, две статьи в стадии завершения и ряд весьма интересных результатов – в работе».

**23.05.1973 г.** А.А. представляет статью [A9] в журнал Известия АН СССР:

Он пишет главному редактору журнала академику И.М. Виноградову:

*«Глубокоуважаемый Иван Матвеевич!*

*Очень прошу Вас опубликовать прилагаемую работу моего ученика В.И. Амстиславского „Рекурсивность и  $R^C$ -операции“ в „Известиях АН“.*

*Это очень интересное развитие работы, опубликованной в Трудях Математического Института им. В.А. Стеклова, которую я защищал в качестве докторской диссертации.*

*Аналогичные вопросы занимают сейчас целый ряд молодых американских математиков, окружающих Клини.*

*С искренним уважением, А.А. Ляпунов».*

<sup>5</sup> В.И. Амстиславский. Усиленная теорема о подстановке для вычисления функционалов и некоторые её следствия. Тр. Моск. Мат. Общ., 1978, т. 37, с. 255–269. [A11].

<sup>6</sup> P. G. Hinman. The finite levels of the hierarchy of effective  $R$ -sets. Fund. Math. 1979, v. 19.

Статья принята в печать (она будет опубликована в 38 томе «Известий» в 1974 г.).

Казалось, ничто не предвещало беды. Но... 23 июня 1973 года Алексей Андреевич Ляпунов скорострительно скончался в Москве, куда приехал для участия в заседаниях общего собрания Академии Наук.

После кончины Алексея Андреевича, Володя пробует сосредоточить своё внимание на подготовке к публикации собрания избранных работ А.А. по вопросам теории множеств и теории функций. Он составляет полный список его публикаций в этих областях. Вот что он пишет мне по этому поводу:

**30.05.1974 г.** *«Здравствуйте Борис Абрамович! <...> В отношении списка избранных трудов Алексея Андреевича по дескриптивной теории множеств – не знаю, нужен ли ещё такой список, но на всякий случай я его составил и прилагаю. В работе по дескриптивной теории множеств у Алексея Андреевича были, на мой взгляд, три основные темы: кратная отделимость,  $R$ -множества, принцип сравнения индексов. Соответственно можно разбить список на два раздела: в одном – работы по кратной отделимости и  $A$ - и  $B$ -множествам, во втором – по  $R$ -множествам и сравнению индексов. Звездочкой отмечены работы, которые можно удалить, если надо будет список сократить.*

*Хочу напомнить о четырех статьях под названием „О вполне аддитивных вектор-функциях, I-IV“. К дескриптивной теории множеств они не относятся, но Алексей Андреевич говорил, что это – из наиболее интересных его работ. Надо бы их тоже переиздать.*

*Получил приглашение на конференцию по математической логике в Новосибирске, но, очевидно, им не воспользуюсь. Работаю, делаю статью по моему прошлогоднему отчёту. У нас всё нормально. Света и мама передают большой привет Вам и Берте Исааковне.*

*Рад, что не забываете меня. С уважением, Володя».*

К большому сожалению, Володина инициатива не получила дальнейшего развития – всего через полгода после этого письма его не стало. Володя умер 30 ноября 1974 года...

Что касается издания трудов Алексея Андреевича, то в 1979 году в издательстве «Наука» была опубликована монография «Вопросы теории множеств и теории функций». Её содержание полностью соответствует соображениям, высказанным Володей в его письме. В книге имеется статья В.Я. Арсенина, З.И. Козловой и А.Д. Тайманова «Вклад А.А. Ляпунова в развитие дескриптивной теории множеств». Это прекрасная статья, но имя Володи в ней даже не упоминается.

## Послесловие

Из моих писем:

**Декабрь 1974 г.** С.И. Амстиславской:

*«Дорогая Светлана Ильинична! Уходит год 1974-ый, принёсший столько горя Вам и Вашим родным. Мы все, знавшие Володю и сотрудничавшие с ним в той или иной мере, были свидетелями поистине героической борьбы, которую он вёл за науку, за человеческое достоинство. Его трагическая гибель потрясла нас всех, и мы не смеем говорить Вам слова утешения. Преклоняясь перед его светлой памятью, мы все, вся моя семья, наши сотрудники и ученики, выражаем Вам и Вашей маме глубокое сочувствие по поводу постигшего Вас неутешного горя. Я получил последнее письмо Володи, датированное 30/V-74., которое буду беречь как реликвию. Заметка для ДАН находится в соответствующей стадии оформления. <...> Нужно довести до печати <...> то, что осталось; а когда всё будет опубликовано, хочется собрать все его труды, переплести вместе. <...> Пусть несколько таких сборников хранятся <...> как память о нём. Один экземпляр мы отдадим на хранение в мемориальный кабинет Алексея Андреевича, который открыт в Вычислительном Центре СО АН <...>. Может быть, кое-что мы пошлём в польский журнал, где Володя раньше публиковался. Большой, сердечный привет от Берты Исааковны. <...> Б. Трахтенброт»*

К вопросу о Володином наследии я вернулся лишь 35 лет спустя, уже в Израиле, после того как начал работать с архивами и писать эти мемуары. В частности, я предпринял попытку связаться с профессором П. Хинманом из Мичиганского университета и узнать его мнение о Володиных работах.

**5.04.2009 года** я написал ему: *«Дорогой Профессор Хинман! Это письмо о Владимире И. Амстиславском (1936–1974), последнем ученике по ДТМ Алексея А. Ляпунова (1911–1973). Я начал записывать мои личные воспоминания о них. Для того, чтобы справиться с этим заданием, я нуждаюсь в помощи эксперта. Начиная с поздних шестидесятых работы В.А. близко связаны с Вашими работами. К сожалению, он не дождал до публикации многих своих результатов. Две посмертных публикации появились в 1975 и 1978. Но имеется ещё одна не опубликованная работа В.А. на тему „Вычислимые функционалы и  $R^C$ -операции в континууме“. По всей видимости (см. приложение ниже резюме) эта рукопись подводит итог большинству его прежних результатов. В настоящее время в моём распоряжении только русский оригинал. Поэтому ограничиваюсь ниже английским*

переводом двух небольших отрывков: „Резюме“ и часть „Списка литературы“. Я буду очень признателен Вам за согласие поделиться со мной Вашим мнением о вкладе Амстиславского и, в особенности, об этой неопубликованной статье.

*С наилучшими пожеланиями,*

*Борис А. Трахтенброт*

*Профессор эмеритус, Тель-Авивский университет»*

**27.05.2009 г.** я получил ответ:

*«Дорогой Профессор Трахтенброт, извините за задержку с ответом – в последнее время моя жена была больна, и это нарушило нормальный ход жизни. Хотя я никогда не встречался с Амстиславским лично, в конце 1960-ых мы обменялись письмами, и я ценил вклад в области эффективной ДТМ. Я не читал двух его посмертных статей, которые вы цитируете. Может быть, у вас есть их электронные копии, и вы могли бы послать их мне по электронной почте? Конечно, я не знаком и с новой статьей, которую вы упоминаете. По краткому абстракту мне было трудно уловить идею о содержании статьи. Если имеется английская версия, я бы с удовольствием взглянул на неё. Не уверен насколько я смог бы понять что-то из русской версии этой статьи. Но если это всё что имеется, я могу попробовать.*

*Петер Хинман».*

27 июля 2009 года запрашиваемые материалы были направлены П. Хинману, и он подтвердил их получение. Однако с тех пор от него не поступило никакой дополнительной информации.

## Приложение

### Публикации А.А. Ляпунова по теории множеств (сибирский период)

- Л1. **Об операциях над множествами.** Алгебра и Логика, Новосибирск, 1963, том 2, выпуск 2, стр. 47–56.
- Л2. **О накрытии  $A$ -множеств и кратной отделимости.** Докл. АН СССР, 1970, том 190, № 4, стр. 775–776.
- Л3. **О методе трансфинитных индексов в теории операций над множествами.** Труды МИАН СССР, Москва, 1973, т. 133, стр. 132–148.
- Л4. **Дескриптивная теория множеств.** История отечественной математики, Киев: «Наукова Думка», 1970, том 4, книга 2, стр. 393–409.– Соавт.: *З.И. Козлова.*
- Л5. **О работах П.С. Новикова в области дескриптивной теории множеств.** Труды МИАН СССР, Москва, 1973, т. 133, стр. 11–22.

**Аннотированный список работ В.И. Амтиславского**

**A1. О рекурсивных решётах.** Сибирский математический журнал, 1966, т. 7, № 2, 233–241.

Получена редакцией 26.05.1964.

Рассматривается взаимоотношение рекурсивных решёт с конструктивными порядковыми числами и функциями конструктивно непрерывными в пространстве Бэра. Решена поставленная А.А. задача о классе порядковых чисел, определённых решетом и конструктивным континуумом.

**A2. Теоретико-множественные операции и рекурсивные иерархии.** Доклады АН СССР, 1966, т. 169, № 5, 995–998.

Получена редакцией 18.11.1965. То же в переводе: *Amstislavski V.I. Set-theoretical operations and recursive hierarchies. Soviet. Math. Doklady*, 1966, 7:1029–1032.

Применение методов теории ДТМ для установления свойств рекурсивных иерархий. Даётся общее определение рекурсивной иерархии в произвольном пространстве. Его можно рассматривать как аналог определения классических иерархий. Это даёт возможность применить методы теории операций над множествами для установления ряда свойств рекурсивных иерархий.

**A3. Расширение рекурсивных иерархий и  $R$ -операции.** Доклады АН СССР, 1968, т. 180, № 5, 1023–1026.

Получена редакцией 19.07.1967.

Расширение рекурсивных иерархий. Для их оценок применяются  $R$ -операции.

**A4. Эффективные  $R$ -множества и трансфинитные продолжения рекурсивных иерархий.** *Fundamenta Mathematicae*, 1970, 68, 61–86.

Получена редакцией 17.04.1969.

Благодарит А.А., привлёкшего его внимание к рассматриваемым вопросам и Б.А., ознакомившего А. Мостовского с его результатами.

**A5. О разложении тела множеств, получаемых  $R$ -операцией, над рекурсивными множествами.** Доклады АН СССР, 1970, т. 191, № 4, 743–746.

**A6. Рекурсивность относительно функционалов и  $R^c$ -операции.**

Тезисы доклада на Второй всесоюзной конференции по математической логике, Москва, 1972.

**A7. О вычислимости с функционалами.** Алгебра и логика, 1973, т. 12, № 5, 497–511.

**A8. О сравнении индексов, возникающих при трансфинитной итерации функций.** Сибирский математический журнал, 1973, т. 14, № 4, 699–725.

Получена в сентябре 1971. Посвящена 60-летию А.А.

Впервые результаты о сравнении индексов были получены П.С. Новиковым для операции решета. Они были обобщены А.А. Ляпуновым применительно к  $R$ -операциям и их расширениям (наиболее общий результат в [Л1]), а В.И. Амтиславским – для  $R$ -операций над



рекурсивно перечислимыми последовательностями общерекурсивных множеств [A4]. Результаты статьи применяются к классическим и эффективным  $R$ -множествам.

**A9. Рекурсивность и  $R^c$ -операции.** Известия АН СССР, 1974, т. 38, № 6, 1221–1237.

Получена в мае 1973. То же в переводе: *Amstislavski V.I.* Recursive-ness and  $R^c$ -operators. Math USSR Izvestija, Vol. 38 (1974), No. 6, 1209–1224.

Первые результаты о связи между эффективными  $R$ -множествами и множествами, полурекурсивными относительно совместных функционалов, получил П. Хинман (1969). Дальнейшие результаты в этом направлении представлены в данной статье. В частности, найдена новая рекурсивная характеристика эффективных  $R^c$ -множеств натуральных чисел.

**A10. О рекурсивных характеристиках множеств, получаемых  $R^c$ -операциями.** ДАН, 1975, Том 224, № 2:257–260.

Получена редакцией 11.3.1975.

Изучается связь между рекурсивными функционалами и известными в ДТМ  $R$ -операциями. Чередованием дополнительных и  $R$ -операций получены  $R^c$ -операции, введённые А.А. Ляпуновым. П. Хинман впервые получил рекурсивные характеристики для эффективных арифметических  $R^c$ -множеств. Новая рекурсивная характеристика была установлена в [A9]. В данной статье устанавливаются дальнейшие обобщения рекурсивных характеристик как для эффективных, так и для классических  $R^c$ -множеств в пространствах мощности континуума, в том числе – пространстве Бэра. Некоторые из этих результатов применяются к сравнению различных вариантов понятия вычислимости относительно частичных функций.

**A11. Усиленная теорема о подстановке для вычисления функционалов и некоторые её следствия.** Труды Москов. Мат. Общ., Том 37 (1978).

Сдана в печать 17.10.1975. Опубликовано в 1978 в Тр. Моск. Мат. Общ., т. 37, с. 255–269. То же в переводе: *V.I. Amstislavski.* An improved substitution theorem for computable functionals and some of its consequences. Trans. Moscow Math. Soc., 1980, Issue I:273–289.

Технический результат, восполняющий недостаток имевшихся в литературе сведений по теории вычислимых совместных функционалов.

**A12. Вычислимые функционалы и  $R$ -операции в континууме.**

Не опубликована.



*Раздел VI*

*Воспоминания учеников, друзей, коллег  
об А.А. Ляпунове*



С.И. Амстиславская

### **МАЛО КОМУ ДАНО ДЕЛАТЬ ДОБРО ТАК ЛЕГКО И ЕСТЕСТВЕННО**

Впервые я встретила с Алексеем Андреевичем в Москве в июле 1961 года, по просьбе моего брата, Владимира Амстиславского. В это время мы жили в Баку, и сам Володя приехать в Москву не мог, так как тяжёлой болезнью он был прикован к кровати.

Ещё будучи студентом Азербайджанского государственного университета, Володя серьёзно заинтересовался теорией множеств и стал самостоятельно работать в этой области, так как в Баку специалистов по теории множеств не было. Работать без всякого научного общения очень трудно, поэтому Володя послал Алексею Андреевичу письмо с двумя своими заметками о кардинальных числах, и просил меня узнать, получил ли он это письмо, что он думает о правильности этих заметок, об их нужности, и не сделал ли кто всё это раньше.

Я позвонила Алексею Андреевичу, и он сказал, чтобы я приехала к нему домой. Как выяснилось, мне просто посчастливилось его застать, так как на следующий день он уезжал в Ленинград. Несмотря на страшную занятость, Алексей Андреевич встретил меня очень приветливо. Он удивился, что не ответил Володе, он был уверен, что давно ответил, очень извинялся по этому поводу, чем вверг меня в большое смущение. О Володиной работе он отозвался положительно, сказал, что очень рад, что Володя серьёзно занимается теорией множеств, и посоветовал ряд работ Н.Н. Лузина, П.С. Новикова и других для систематизации знаний. Алексей Андреевич сказал, что очень хотел бы поговорить с Володей лично обо всех его результатах, но, к сожалению, хотя он бывает во многих городах, в Баку он не бывает, и там, действительно, нет никого, кто бы занимался теорией множеств. Согласие Алексея Андреевича консультировать работу послужило для Володи мощным импульсом для дальнейшей работы.

Прошло несколько месяцев, и Алексей Андреевич предложил Володе поступить в заочную аспирантуру при Институте кибернетики Академии наук АзССР, а сам Алексей Андреевич стал его

научным руководителем. Для приёма вступительного экзамена в аспирантуру, Алексей Андреевич прилетел в Баку 29 мая 1962 года. Этот поступок был совершенно экстраординарным. Чтобы оценить его, надо, кроме всего прочего, знать о его чрезвычайной занятости в это время и о его совсем не блестящем здоровье. Да и вообще, мало кто специально прилетел бы в Баку из Новосибирска из-за неизвестного начинающего математика. Алексей Андреевич был в Баку два дня, 29 и 30 мая. За это время он только один раз уехал на два часа, чтобы прочитать лекцию по кибернетике в Академии наук АзССР. Остальное время они беседовали с Володей. Алексей Андреевич остался очень доволен, Володя был счастлив. После этого их связь уже не прерывалась, хотя, в силу обстоятельств, их встречи были нечастыми. Мы с Володей были в Новосибирске, куда Алексей Андреевич переехал в 1962 году, три раза – в 1965, 1968 и 1971 годах, каждый раз примерно по месяцу. Это время было для Володи самым счастливым, насыщенным и плодотворным. Алексей Андреевич бывал у нас в гостинице каждый день по многу часов. Он откладывал, по возможности, все дела, чтобы проводить максимум времени с Володей. Я старалась присутствовать при этих многочасовых разговорах, хотя мало что понимала – разговор шёл, в основном, о таких специальных вопросах математики, в которых кроме них мало кто разбирался, но иногда речь заходила о более общих вопросах. Это всегда было так интересно и неожиданно, что я ловила каждое слово.

Алексей Андреевич говорил мне, что Володя обладает широким научным кругозором, не только в математике. У него есть редкое качество – видеть взаимодействие разных областей знания в познании проблемы в целом. О широчайшем круге интересов Алексея Андреевича известно всем. Наверное, ещё и потому им было так интересно общаться. Невозможно забыть, сколько сил и времени потратил Алексей Андреевич на организацию защиты Володей кандидатской диссертации. Зная Володино нежелание доставлять дополнительные хлопоты, Алексей Андреевич написал письмо мне, с просьбой известить его обо всём, что могло бы сделать Володин приезд в Новосибирск более комфортным.

Кончину Алексея Андреевича Володя переживал очень тяжело, да, в общем-то, так и не пережил. Алексей Андреевич был для Володи тем лучом света, без которого трудно жить. Меньше чем через полтора года не стало и его. После смерти Володи я получила очень тёплое письмо от Анастасии Савельевны, из которого видно, что я не ошибалась в оценке Алексеем Андреевичем его отношения к Володе. Анастасия Савельевна писала:

« <...> Алексей Андреевич высоко ценил его (Володи) научные труды, и с большим восторгом говорил мне о его результатах в области теории множеств. В нём он видел талантливое продолжателя в этой трудной и малоизученной области. Они быстро находили общий язык и получали большое удовольствие в общении друг с другом...».

О замечательном таланте Алексея Андреевича Ляпунова-учёного будут судить по его многочисленным работам в разных областях науки, конечно же, в первую очередь, математики, это останется навсегда. Я же хочу сказать, что масштаб его человеческой личности вполне соответствует его выдающемуся таланту учёного. Мало кому дано делать добро так легко и естественно, и забыть его совершенно невозможно.

М.М. Ботвинник

### ИЗ ЦИКЛА «ПОРТРЕТЫ И ЗАРИСОВКИ»\*

*Последний период своей жизни я занимаюсь исключительно научной работой. Многие учёные относятся к моим исследованиям с недоверием.*

*Известный советский математик, член-корреспондент Академии наук СССР А.А. Ляпунов (был потомком автора теории устойчивости движения А.М. Ляпунова и автора теории устойчивости кораблей А.Н. Крылова) последние годы своей жизни всей душой увлекался кибернетикой и никогда ей «не изменял». Когда Норберт Винер («отец кибернетики») приезжал в Москву, он попросил именно Ляпунова сопровождать его.*

### А.А. Ляпунов. Проницательность

Искусственный интеллект, которого пока нет (равного человеческому интеллекту), будет создан трудами специалистов в области кибернетики и вычислительной техники. Функции этого искусственного субъекта будут ограниченными, хотя он должен быть весьма трудоспособным. Но скоро ли удастся сделать его проницательным? Если настолько же проницательным, каким был А.А. Ляпунов, то вряд ли...

Каким образом узнал Алексей Андреевич о моей работе по шахматной программе – не знаю, скорей всего, от нашего общего друга Н.А. Криницкого. После того как в 1968 году вышла книжка «Алгоритм игры в шахматы», Ляпунов прислал письмо, где настаивал, чтобы я сделал доклад на его семинаре.

Это было весьма неожиданно. Большинство математиков относилось к моей работе с вполне обоснованным скепсисом: личность как шахматиста-профессионала, так и «электротехника-любителя» казалась им неподходящей для исследований в области кибернетики, а необычные идеи – более чем сомнительными. Лишь профессор Криницкий занимал чёткую и благожелательную пози-

---

\* Опубликовано в книге: М.М. Ботвинник. Аналитические и критические работы. Статьи и воспоминания (М.: Физкультура и спорт, 1987).

цию, но сколько часов мы затратили с ним на жаркие споры, прежде чем стали единомышленниками!... И вот сам Ляпунов приглашает приехать в Новосибирск!

Доклад на семинаре был в сентябре 1969 года. К тому времени мне удалось продвинуться вперед – сформулировать понятие «зоны игры», местного сражения на шахматной доске. Нигде ранее о зоне я не рассказывал и беспокоился, не вызовет ли это новые критические замечания.

Алексей Андреевич решил проводить семинар в самой большой аудитории университета. Он догадывался, что многие придут для того, чтобы «поглазеть» на бывшего чемпиона мира. Ляпунов, видимо, решил воспользоваться этим в целях кибернетической пропаганды и не ошибся – аудитория была забита до отказа.

После доклада выступил Ляпунов, сказал несколько общих фраз, а затем основное внимание уделил... зоне игры! Несомненно, он впервые услышал на семинаре о зоне и тут же понял, что это самое важное, что содержалось в докладе. Вот это подлинная проницательность.

Впоследствии мне удалось доказать, что зона является основой моделирования шахматной игры как многоступенчатой системы управления и что лишь в этом случае возможно формирование узкого и глубокого дерева перебора, иначе нельзя решить задачу о поиске хорошего хода. Долго я недоумевал, как же это Алексей Андреевич быстро нашел «хороший ход» и высоко оценил зону игры. Лишь недавно ознакомился я с его работой «Об управляющих системах живой природы и общем понимании жизненных процессов», написанной ещё в 1962 году; уже там Ляпунов рассматривал многоступенчатые системы... Поэтому он и сумел сразу разобраться в положительных чертах нового алгоритма шахматной игры.

После доклада Алексей Андреевич повёл меня к себе домой, и начались за чашкой чая научные дискуссии. Тут я рискнул и заговорил о своих идеях в области машинного перевода. Криницкий строго-настрога запретил поднимать мне этот вопрос; он объяснял, что Ляпунов является тонким специалистом в этой области, и он должен высмеять мои наивные идеи, относящиеся к переводу.

Однако Алексей Андреевич с таким вниманием и деликатностью меня выслушал, что душа его стала мне ясна. Ляпунов – передовой учёный нашего времени – был одновременно и добрым, и милым человеком, типичным русским интеллигентом (и по внешности)... Главным его призванием была наука, интересы науки были для него превыше всего; когда Ляпунову казалось, что он находил подходящего коллегу, Алексей Андреевич сиял и был готов на

любое доброе дело. С обывательской точки зрения, Ляпунов был излишне принципиален, и, что скрывать, его принципиальность иногда не приносила ему пользы.

Как писал Алексей Андреевич, «устойчивость надорганизменных образований существенно выше, чем устойчивость самих организмов (организм рано или поздно погибает)». Да, организм погибает, но, когда «организм» обладает интеллектом Алексея Андреевича Ляпунова, он ещё долго живет в том смысле, что оказывает воздействие на тех, кто с ним общался лично или изучал его работы.



Т.И. Булгакова

## **МОЙ ДОРОГОЙ УЧИТЕЛЬ**

В 1963 году я перешла на 6 курс Московского инженерно-физического института (МИФИ), и мне предстояла подготовка дипломной работы на кафедре. Но летом я приехала в гости в Академгородок, и родственники направили меня к Алексею Андреевичу Ляпунову с просьбой, не взял бы он на себя руководство моей дипломной работой. Алексей Андреевич сказал, что мой институт внушает ему доверие, что у него успешно работает выпускник Физтеха Иосиф Красс, и что он согласен взять меня на диплом. «Чем Вы хотели бы заниматься, математической лингвистикой или биологией?» спросил он, и я сразу выбрала биологию. Так произошёл крутой перелом в моей жизни, и, получив согласие деканата МИФИ на проведение дипломной практики в Новосибирске, я сразу же, летом 1963 года, приступила к изучению совершенно новых для меня и очень интересных проблем.

Алексей Андреевич произвёл на меня огромное впечатление: очень эмоциональный, с яркими чёрными глазами, кудрявыми волосами и бородой (и того и другого было слишком много, но как это было живописно!), очень доброжелательный человек. Позже я всё время поражалась его огромной эрудиции и широте интересов. Мне, тогда 22-летней, Алексей Андреевич казался пожилым человеком, возможно из-за этой бороды, теперь-то я знаю, что в то время ему было всего 52 года – совсем молодой с точки зрения моих настоящих 69!

Отдел кибернетики, которым руководил Алексей Андреевич, собрал очень интересных людей. В отдел входила группа, занимающаяся техническими проблемами, кажется, это была закрытая тематика. В ней работали В.Т. Дементьев, И.Б. Погожев – с этой группой у меня не было связи. Как-то отдельно стоял Б.А. Трахтенброт, занимающийся теорией автоматов. Больше я общалась с группой Игоря Андреевича Полетаева, который фактически был моим вторым (или первым?) руководителем – Алексей Андреевич не устанавливал особой «иерархии» в отделе, и потому я сейчас не могу вспомнить, кто был официальным руководителем моей дип-

ломной работы. Я подружилась с Галей Юферовой (с ней до сих пор поддерживаю связь), Галей Колесовой, Соней Тартаковской. Хорошо помню Юрия Гильдермана, который несколько позже присоединился к полетаевской группе, Иосифа Красса, который занимался математической экономикой – в процессе моей работы он дал мне несколько важных советов. Помню Людмилу Войтишек – мы сидели с ней в одной комнате те три года, которые я провела в Новосибирске, Г.П. Багриновскую, Олю Бондаренко. Чуть раньше меня появился в отделе Саша Колотов, медик по образованию, который вместе с Алексеем Андреевичем разрабатывал автоматную модель сердца человека (работа опубликована в «Проблемах кибернетики», том 20). Наверное, кого-то забыла.

Алексей Андреевич решил, что я должна заниматься главным образом моделями популяций и сообществ, потому я начала переводить книгу В. Вольтерра «Математическая теория борьбы за существование», совсем не зная французского. Первую страницу мне помог перевести Игорь Андреевич, а дальше – сначала слово за словом, потом уже легче – перевела всю. Параллельно мы с И.А. вместе (!) строили модель сообщества для машинной программы, включая всё новые и новые, казавшиеся нам важными, факторы. Процесс этот был необыкновенно интересным, особенно потому, что мы работали как равноправные участники, а не как учитель с ученицей, при этом развивалась фантазия, и энтузиазм был велик. В этой работе часто участвовал аспирант Алексея Андреевича Даниил Берман, именно он посвятил меня в проблемы экологии, он предлагал строить модель трофической пирамиды, которую я про себя называла «Пирамидой Бермана», и до сих пор я чувствую благодарность к Берману.

Получаемая модель относилась к некоторому абстрактному обществу, и для её прогона нужны были оценки параметров, а их было неоткуда взять. Значения параметров выбирались наугад. Отладка и прогоны программы на ЭВМ представляли собой очень трудоёмкий процесс: перфокарты, поиск ошибок в перфорации и в программе... Да ещё моя неопытность в вычислительных методах – решение системы конечно-разностных уравнений я проводила «в лоб» – как позже оказалось, неустойчивым вычислительным методом Ньютона. В результате динамика популяций получалась расходящейся, а время шло, и выполнение дипломной работы было под вопросом. Тогда мне пришлось сильно упростить модель до модели типа использованной В. Вольтерра, но добавив ещё одну компоненту – косную, описывающую, например, количество питательных веществ в почве, которое лимитирует развитие популяции на

первом трофическом уровне (растения), также были включены обратные связи на эту компоненту с каждого трофического уровня. Такую систему дифференциальных уравнений можно было исследовать качественно на существование устойчивого равновесного состояния, что я и сделала, и получились интересные результаты.

Когда я принесла черновик дипломной работы, Алексей Андреевич очень обрадовался и забегал по комнате. Он считал, что получилось подтверждение концепции Сукачёва о биогеоценозе – включение факторов среды в модель делает модель более устойчивой, т. е. более реалистичной в смысле описания динамики системы. Так что я не только защитила диплом, но эту работу я затем продолжила, расширила, и она превратилась в статью для сборника «Проблемы кибернетики» (Вып. 16). Роль Алексея Андреевича в этом процессе была очень велика: он сразу ввёл упрощение – обозначил громоздкие комбинации параметров одной буквой, вместо них появились  $A_i$  и  $B_i$ , потому формулы, растянутые на страницы, стали компактными. Алексей Андреевич переструктурировал и отредактировал всю статью. Но и Алексей Андреевич, и Игорь Андреевич отказались поставить свои имена в список авторов, и статья вышла только под моим именем (тогда я была Т. Эман – тогда «она звалась Татьяной» Эман).

Жизнь в Академгородке и конкретно в нашем отделе была очень интересной. К А.А. Ляпунову и И.А. Полетаеву со всей страны слетались учёные разных отраслей науки. Большими друзьями были генетики, пережившие период «лженауки-генетики», как бы сестры «лженауки-кибернетики». Среди них – обаятельнейшая Раиса Львовна Берг, к которой я относилась с восторгом. Большой учёный, она ещё и рисовала, изобретая новые способы нанесения краски на лист, а также давала мне перепечатывать стихи тогда опального Бродского. Мне посчастливилось с ней немного подружиться, я была у неё дома, получила её картину в подарок, и она позволила мне полюбоваться в микроскоп дрозофилами – незаметными мушками, которые под микроскопом превращались в прекрасных сверкающих разными красками принцесс.

Приезжал Игорь Мельчук, лингвист, долго сотрудничавший и с Алексеем Андреевичем и с его учениками из Института прикладной математики (ИПМ) в Москве – работы над проблемами математической лингвистики и машинного перевода не прекращались после отъезда Алексея Андреевича из Москвы. Запомнилась мне очень интересная лекция приехавшего психолога (фамилии не помню), рассказывавшего о разных типах психики, он надеялся, что математики сразу построят модель психики человека. Приезжали

корреспонденты журнала «Знание – сила» Гриша Зеленко и Карл Левитин. Приезжал и биолог из Всесоюзного (тогда) НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) В.А. Абакумов. Когда в конце 1966 г. я решила вернуться в Москву (по семейным обстоятельствам), Игорь Андреевич посоветовал мне обратиться во ВНИРО, где мне обеспечат кусок хлеба, «а может быть и с маслом», и дал мне телефон В.А. Абакумова, с которым познакомилась благодаря его приезду в Академгородок.

Широта интересов Алексея Андреевича поражала. Стоило ему попасть в больницу, там в его палате собирались его ученики вместе с врачами этой больницы, и они обсуждали проблемы трепетания сердца или проблемы эндокринной системы – в зависимости от причины, по которой Алексей Андреевич попал в больницу. Конечно, я встречалась не со всеми приезжавшими к А.А. Ляпунову, а кого-то просто не запомнила.

Темп жизни в Академгородке был благоприятным и для научной работы и для человеческого общения. Не надо было тратить время на дорогу в институт и обратно, как в Москве, на что я трачу ежедневно более двух часов и силы, конечно. Все жили рядом, и вечерами было время и желание встречаться друг с другом. Часто доклады, обсуждения, семинары, встречи с приезжими проходили в коттедже Ляпуновых. В этом доме я бывала часто и для бесед с Алексеем Андреевичем. Дом был гостеприимным и уютным благодаря Анастасии Савельевне.

В 1965 г. у меня родилась дочь, но уже через 4 месяца я продолжила работу (приехала на помощь мама), тем более что институт был очень близко от дома. Летом 1966 г. мне посчастливилось участвовать в школе по математическим методам в биологии, которая проходил на Можайском море под руководством Алексея

Андреевича и Н.В. Тимофеева-Ресовского. Принимали участие и несколько очень интересных ученых: математик А.М. Молчанов, занимающийся математическими моделями в биологии, биофизик Л.А. Блюменфельд и др. – и было много молодых энтузиастов. Там я тоже сделала доклад по своим работам.

В сентябре 1966 г. я вернулась в Москву. Алек-



Татьяна Булгакова и Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский

сей Андреевич рекомендовал мне продолжить работу, проводимую им совместно с Ольгой Сергеевной Кулагиной по моделированию эволюционных процессов популяции генотипов. Первая их совместная статья опубликована в «Проблемах кибернетики» (Вып.16) в 1966 г. Так что я часто ездила в ИПМ, работая над продолжением этой работы. Программа для компьютера была ранее составлена Ольгой Сергеевной, затем её несколько усложняли, включая в модель разные варианты отбора. Получено большое количество машинных прогонов, поскольку в программу были заложены случайные составляющие. Результаты экспериментов я представляла Алексею Андреевичу, и так в результате двух лет работы были подготовлены ещё две статьи для «Проблем кибернетики», а потом Алексей Андреевич обобщил все материалы и написал статью в сборник «Проблемы эволюции» (Вып.4), который выходил под редакцией Н.Н. Воронцова. Во всех трёх совместных статьях я была поставлена первым автором, что, конечно, несправедливо, поскольку я в этой работе практически выполняла техническую роль.

У меня сохранились 10 писем Алексея Андреевича, все они относятся к 1967 г. И в каждом из них видна забота о моей судьбе. Да и не только о моей – он давал рекомендации по направлению научной работы и моему мужу, тоже выпускнику МИФИ. В один из приездов в Москву Алексей Андреевич захотел встретиться с заведующим лабораторией ВНИРО, в которой я стала работать, Н.Н. Андреевым, и с ним обсуждал проблемы, которыми я – «молодой специалист» – могла бы заниматься, работая во ВНИРО. После этой беседы Н.Н. Андреев не препятствовал моим поездкам в институт математики для занятий моделью популяционной генетики, хотя эта тематика была весьма далека от рыбного хозяйства. В этих письмах Алексей Андреевич обсуждал мои работы, а также строил планы насчет поступления в заочную аспирантуру. К сожалению, у меня не сохранился присланный им длинный список математических дисциплин, которые мне следовало бы сдать в виде вступительного, а затем и кандидатского экзаменов. Но этот список был настолько внушительным (для вступительного экзамена я практически должна была сдать университетский курс математики), что я решила, что мне это не под силу. Потом в течение всей жизни я понимала, насколько он был прав и как мне не хватает капитальных математических знаний.

В нескольких письмах Алексей Андреевич рекомендует мне заняться исследованием моделей «типа Викторова»: энтомолог Георгий Александрович Викторов работал в ИЭМЭЖе (Институт эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова РАН), и из бесед с ним мне стало ясно, что в энтомологии

встречаются те же задачи, что и в сообществах других организмов, т. е. их динамику можно исследовать с помощью моделей, аналогичных рассматриваемым В. Вольтерра.

В 1967 г. Алексей Андреевич заинтересовался проблемой моделирования океанических процессов. Для работы над этой проблемой он связался с Михаилом Евгеньевичем Виноградовым (в 1967 г. он стал заместителем директора Института океанологии им. Ширшова АН СССР). Во время приездов Алексея Андреевича в Москву в помещении ИОАН, тогда еще расположенного в районе Люблино, неоднократно собиралась группа ведущих специалистов лаборатории планктона и под руководством Алексея Андреевича обсуждались состав планктонного сообщества, который следует моделировать, детали каждого компонента, основные процессы, протекающие в экосистеме и предположения, которые кажутся правдоподобными, для включения их в дифференциальные уравнения модели. Мне посчастливилось участвовать в этих подготовительных обсуждениях, которые проходили в виде «мозгового штурма». В результате была построена балансовая модель планктонного сообщества, принципы её построения опубликованы А.А. Ляпуновым в «Журнале общей биологии» за 1968 г. Затем согласно этим принципам специалисты ИОАН совместно с В.В. Меншуткиным, а также с В.Ф. Крапивиним строили разные океанические модели, например, учитывающие перенос вещества течением и т. д.

Неудивительно, что моя дочь Юлия (родившаяся в Академгородке) со временем поступила на биофак МГУ, выбрав специальность ихтиолога. Там она вышла замуж за своего однокурсника Кирилла Держинского (тоже ихтиолога), сына Феликса Яновича Держинского, профессора кафедры зоологии МГУ. И вот, после 25 лет их совместной жизни, я вдруг узнаю, что мой «сват» Феликс был однокурсником Елены (Ляли) и Натальи (Туси) Ляпуновых, дочерей Алексея Андреевича, что их общим другом ещё со школьных лет был (и остается до сего времени) мой новосибирский друг Даниил (Даня) Берман, который теперь работает в Институте проблем Севера в Магадане, и что до сих пор изредка им удается встречаться в Москве. И оказалось, что Феликс ещё в школьные годы бывал в гостеприимном доме Ляпуновых. И у Феликса есть адреса и телефоны Ляли и Туси... Вот так замкнулись жизненные круги..., появилась возможность разыскать своих старых друзей и знакомых в этом огромном мире. И конечно, узнав, что готовится издание книги к 100-летию Алексея Андреевича, я не смогла удержать в себе нахлынувшие воспоминания...

Общение с Алексеем Андреевичем и его окружением сформировало мое научное мировоззрение, во многом определило мои интересы. Что получилось бы из меня, как повернулась бы моя жизнь, если бы в начале своего пути я не встретила Алексея Андреевича и Игоря Андреевича, трудно сказать. В 2009 г. в Издательстве ВНИРО вышла из печати моя книга «Регулирование многовидового рыболовства на основе математического моделирования», где сконцентрированы результаты моей научной деятельности. На первой её странице – посвящение Алексею Андреевичу Ляпунову – моему дорогому Учителю.

Л.С. Вейцман

### **ДРУЖБА – ОТ ШКОЛЬНЫХ ЛЕТ И НАВСЕГДА**

Алёша Ляпунов поступил в школу № 42 Бауманского районного Отдела народного образования г. Москвы прямо в 5 класс, или группу, как тогда принято было говорить. Очень скоро стало ясно, что этот мальчик цыганского типа с горящими чёрными глазами и всегда с приветливой улыбкой, намного развитее и интереснее большинства учеников группы.

Алёша всегда был исключительно внимателен к товарищам. Он как бы чувствовал себя за всех в ответе. Если с кем-либо приключалась беда, он всегда был готов прийти на помощь. Если кто-то сделал что-то «не так», Алёша брал его под руку и гулял с ним по коридору или по нашей «плоской» школьной крыше всю перемену, если мало, – другую и умел внушить товарищу, что хорошо, а что плохо. Почти всегда участливое, но не навязчивое внушение приносило хорошие плоды.

Товарищи очень любили Алёшу ещё и за его увлечённость. Всё, что он делал, он делал увлечённо и интересно.

С учителями Алёша тоже чувствовал себя свободно и непринуждённо. Экзамены никогда не представляли для него трудностей; наоборот, перед экзаменами он чувствовал подъём. Он считал, что даже если не очень хорошо знаешь то, о чём тебя спрашивают, важно говорить, а говорить он умел интересно, увлечённо и всегда всё было в порядке. Мало кто вообще обладает таким даром, а в школьном возрасте тем более. Алёша обладал также сверхъестественной способностью задавать вопросы на любые темы и на любых уроках. При этом он сам так увлекался, что увлекал и учителей, и разговор мог затянуться почти на весь урок. Товарищи этим часто пользовались. Если не хотелось, чтобы был опрос, все хором просили – «Алёша, придумай вопросы, это очень нужно....» и начиналось.

Однажды на уроке географии учительница промолвила слово – магнитная аномалия. Алёша тут же поднял руку, попросил разрешения и много и увлекательно рассказывал о Курской маг-



нитной аномалии. Тогда для нас, остальных учеников, это было совсем ново и очень интересно. Алёша же дома был свидетелем увлекательных разговоров своего отца Андрея Николаевича с очень интересными людьми, в частности с Петром Петровичем Лазаревым, с которым он принимал участие в исследовании КМА. Петр Петрович в дальнейшем играл очень большую роль в становлении научных интересов Алёши. На следующем уроке географии наша учительница сразу обратилась к Алёше и полушутя спросила: «Алёша, может быть ты и сегодня проведёшь за меня урок?» – на что Алёша смущённо ответил: «Нет, Лидия Сергеевна, я ведь не всё ещё знаю...». Очень скромный по натуре, добрый и простодушный, он не всегда понимал юмор, но когда смысл доходил до него, он очень весело смеялся вместе со всеми, понимая, что обидеть его никто не хотел.

Наша школа, основанная на базе бывшего реформатского училища, была интересная. Прекрасные учителя, хорошая постановка преподавания немецкого языка, математики и литературы, и это всё несмотря на то, что время в смысле преподавания было несколько смутное, это ведь были двадцатые годы.

С благодарностью и большим теплом вспоминались потом через всю жизнь наши учителя – учитель математики Сергей Николаевич Успенский, учительница русского языка и литературы Эрна Васильевна Гофман, впоследствии – Померанцева, учительница немецкого языка и наш классный руководитель Анна Эдуардовна Таубе (Аннушка), учительница географии Лидия Сергеевна Соколова, учитель истории Виктор Сергеевич Соколов (по прозвищу Агамемнон) и многие другие.

Сергей Николаевич особенно любил Алёшу и выделял его уже тогда по незаурядным математическим способностям. Однако, бывали случаи, когда Сергей Николаевич спрашивал Алёшу: «Почему ты всегда ищешь наиболее трудное решение?» – Алёша отвечал: «Зато своё», – «Это хорошо, но если бы оно к тому же, было простое, или хотя бы не самое сложное из возможных, это было бы ещё лучше!». Я не уверена, соглашался ли с ним Алёша.

Классный руководитель наш, Анна Эдуардовна Таубе, была очень строгая и несколько чопорная дама, но с очень доброй душой. Очень она любила Алёшу и всем ставила его в пример. Анна Эдуардовна старалась всеми силами нам, школьникам двадцатых годов, дать как можно больше знаний и привить интерес и любовь к литературе и истории. Она много рассказывала нам, водила нас в кино на картину «Нибелунги», предварительно познакомив нас с содержанием и с характерами героев.

Виктор Сергеевич Соколов также «старорежимного» типа учитель пытался дать нам элементы истории намного больше, чем это было включено в программу. Запомнился урок, на котором он рассказывал про царя Агамемнона в ответ на один из очередных вопросов Алёши. Он столько раз так выразительно произносил слово Агамемнон, что оно на долгие годы осталось его тайным именем.

Учительница русского языка и литературы Эрна Васильевна Гофман была не на много нас старше (лет на 10–12 ) и не знала как быть с нами, первыми её учениками. Может быть поэтому, занятия с ней вспоминались впоследствии как праздник. Старший преподаватель на её просьбу о совете перед первыми уроками, как вести себя в классе, сказал ей: «Главное, чтобы они не скучали, а то сядут тебе на шею». Первые уроки – это было чтение «Гайаваты» – мы все помним это до сих пор. После этого был литературный кружок, постановки ряда пьес и особенно запомнились весенние экскурсии по окрестным деревням по собиранию фольклора, которым сама Эрна Васильевна увлекалась и впоследствии много работала в этом направлении.

Вспоминаю интересный случай. Однажды, после чтения отрывка из «Садко», где говорилось: «плывет ладья как сер селезень...» – был задан вопрос: «В чем здесь видно влияние иностранной культуры?». Алёша, как всегда поднял первым руку и совершенно серьёзно сказал: «Влияние западной культуры видно в обращении – „сэр Селезень“». Этот остроумный ответ вызвал смех класса, а Алёшу после этого одноклассники прозвали «Сэр селезень».

В нашей школе была плоская крыша, на ней проводились уроки гимнастики. На ней же вечерами оставались любители звёздного неба, проводились первые занятия астрономического кружка, организованного нашим учителем физики. Руководил кружком молодой астроном, член Московского общества любителей астрономии (МОЛА). Он же вовлёк тогда нескольких кружковцев в работу МОЛА. Для некоторых это определило всю дальнейшую жизнь.

Хорошо помню Алёшу, стоящего на крыше и тихо поводящего руками в пространстве. Достаточно было подойти к нему, и он начинал толково и увлечённо рассказывать об основных точках и полюсах Земли, основных кругах небесного свода. Созвездия как-то меньше его увлекали, видимо уже тогда больше сказывалось стремление всё систематизировать и упорядочивать.

Впоследствии нам вместе приходилось работать на обсерваториях Московского общества. Особенно запомнились мне зарисов-

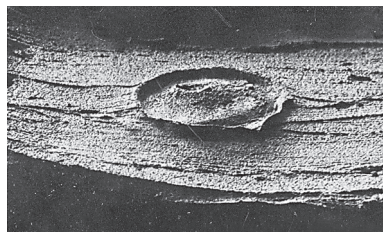
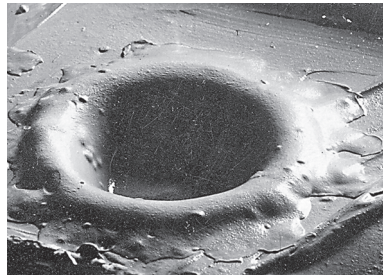
ки солнечных пятен и счёт их. Ни у кого не бывало больше пятен, чем у Алёши, он считал все до самых маленьких. Зарисовывать же их у него не всегда хватало терпения.

Алёшу всегда влекло к эксперименту, но для длительных экспериментов не всегда хватало терпения, а при тонких экспериментах подводили руки. Он огорчался этим до тех пор, пока не понял, что он по существу своему – теоретик, и голова его, всегда ясная, никогда его не подводила.

Ещё в 1925–1926 годах Алёша рассказал об идее П.П. Лазарева проверить мысль А. Вегенера об образовании лунных кратеров в результате падения на лунную поверхность метеоритов. Первые опыты ставились с порошкообразными материалами на Солянке в квартире Ляпуновых. Нам было лет по 14. Опыты ставили вполне серьёзно, долго к ним готовились. В самый разгар опытов, когда мы тщательно измеряли диаметры полученных кратеров, высоту барьера и центральной горки, и, конечно, были все вымазаны материалами, с которыми имели дело, пришла мать Алёши, Елена Васильевна, и заботливо повязала ему вместо передничка чью-то маленькую рубашонку. Он посмеялся, поблагодарил мать, а дальше мы продолжали весело делать свое дело. (В семейном архиве Ляпуновых сохранились фотографии «лунных кратеров», полученные в те далекие годы, некоторые из них приведены здесь).

Алёша всегда очень любил и уважал Елену Васильевну. Ещё в школе часто можно было встретить Алёшу вечером на прогулке с

Лунные кратеры  
Алексея Ляпунова



нею, тогда ещё очень красивой и очень молодой женщиной. Иногда в школе его с некоторым ехидством спрашивали: «С кем это ты вчера вечером гулял?». Алёша несколько удивлённо отвечал: «Как с кем? С мамой!». Он не мог понять, почему ребята смеются, вроде бы, не верят ему.

Помню Алёшу и в школе – мальчиком, и на работе в Институте у П.П. Лазарева, и в МОЛА – уже юношей. Где бы он ни был, в гостях, на заседании МОЛА, на прогулке, – как часы подходили к 11, он вскакивал и говорил: «Я должен идти домой, меня мама ждет». Не знаю, насколько это верно, но я слыхала, что в день своей кончины, он также встал и сказал: «Надо идти, меня мама ждет», но уже через несколько минут его не стало. Двоюродная сестра А.А., Анна Львовна и её дочь Зана, в доме которых А.А. скоропостижно скончался, подробно описали последние часы жизни А.А. Он был очень оживлён, много и увлечённо рассказывал о своих рабочих делах, о перспективах, об учениках. Живо интересовался делами Заны... А потом посмотрел на часы, и действительно сказал: «Мне пора идти, я остановился у мамы, она будет волноваться»... Вышел в прихожую, упал... и всё было кончено...

В этом тоже – весь Алёша.

Я очень благодарна Алёше за то, что он привлек меня к работе в Институте П.П. Лазарева. Была организована группа из пяти молодых людей, (куда входили и мы с Алёшей), к которым П.П. Лазарев предъявлял одно условие – «чтобы была голова на плечах». Числились мы в Институте геофизики (при гидрометцентре), а работали в помещении и в окружении сотрудников Института физики и биофизики на Миусской площади. Интересно заметить, что Институт прикладной математики (ИПМ), куда А.А. был приглашён в 1953 г., располагался (и располагается до настоящего времени) в том здании, которое было построено в предреволюционные годы специально для Института П.П. Лазарева. Здесь А.А. в 1930 году начал работать лаборантом. Обстановка и форма работы, да и сама работа были очень интересны и увлекательны. Этот период во многом определил всю мою дальнейшую жизнь. У каждого из нас была своя тема, кроме того, мы слушали лекции. По физике нам читал лекции П.П. Лазарев, по математике – Г.А. Гамбурцев. Практические занятия вели Б.В. Дерягин, М.П. Воларович и др. В работе нам также помогал и сам Лазарев, который интересовался всем до мелочей, заставлял нас думать и делать всё максимально самостоятельно. Он отводил кого-то из нас к механике и просил – научите его сделать электрод по этому эскизу, к стеклодуву – научите её выдуть кювету по этому эскизу и т. д. Таким образом, мы пости-

гали все этапы экспериментальных работ. Это всё способствовало тому, что большинство прошедших школу этого института учёных были совершенно самостоятельны в своих будущих экспериментах. Очень полезны были научные коллоквиумы – научный праздник очень интересных учёных. По идее члены нашей группы должны были стать узкими специалистами, готовыми к самостоятельной работе по геофизике. Подготовка у нас была прекрасная, если бы всё не оборвалось в 1931 году в связи с арестом П.П. Лазарева.

После защиты докторской диссертации, весной 1950 года Алексей Андреевич вернулся к геофизике. Он начал работать в отделе экспериментальной сейсмологии, куда его привлек Григорий Александрович Гамбурцев, увлечённый задачами, связанными с прогнозом землетрясений и изучением глубинного строения сейсмоопасных зон. 1950 год был вторым годом работ Северо-Тяньшанской экспедиции, где разрабатывался метод глубинного сейсмического зондирования. Алексей Андреевич, всегда оживлённый и увлечённый, одним своим присутствием оживлял всё. Он всегда был окружён молодёжью, которую увлекал неистощимой энергией и запасом знаний, идей и увлечённости. Он всегда был готов выполнять любую работу. Трудно было отвлечь его от погрузки машины, и от других не всегда посильных работ. Тут, в экспедиции, он сумел применить свои познания топографии, приобретённые в армии. Он квалифицированно помогал разбивать профили, таскал и закапывал сейсмографы, внимательно прислушиваясь к советам Григория Александровича, который большое значение придавал тщательности при установке приборов. Житейски плохо приспособленный ко всяким превратностям, Алексей Андреевич был очень скромн и щепетилен. С трудом допускал он по отношению к себе какие-либо привилегии, а иногда даже просто индивидуальное внимание. Когда, зная, что у него язва желудка, пытались его покормить чем-то не тем, чем кормили всех, он категорически отказывался. Единственное, что он допускал – это лишний чайник чая. Чай он любил и пил его много, говоря, что он им лечится.

Первые дни в интерпретаторской он смеялся над нами и иронизировал, говоря: «И что же вы тут коррелируете?». Но уже через несколько дней он настолько вошел во вкус, что выделял на сейсмограммах уже едва заметные «цапочки», вполне сравнимые с фоном, которые даже опытные интерпретаторы не выделяли, однако некоторые из них имели смысл. Он так увлёкся идеей необходимости бороться за выделение таких «цапочек», что это послужило стимулом для специальных работ по повышению отношения сигнал–помеха. С этой целью зимой 1950–1951 года на льду Сенеж-

ского озера были поставлены опытные работы по круговому группированию сейсмографов с целью увеличения эффективной чувствительности. На лёд он вывез, кроме лаборантов Павлова и Мировой, всю созданную им группу математиков – Е.М. Ландиса и, впоследствии докторов наук, профессора МГУ Дубовицкого и Е.В. Гливенко. Основной задачей этой группы было изучение связи сильных и слабых землетрясений. Этому вопросу посвящено несколько статей, написанных под руководством А.А. Ляпунова.

1951 год был трудным. Трудно было удержать некоторых, даже очень нужных сотрудников. В частности, никак не удавалось принять в штат Института Ландиса, чрезвычайно одарённого математика, прекрасно ориентирующегося в сейсмологии, но ... с пятым пунктом. Одно время его оформляли по договору, как чертёжника, некоторое время он работал, вообще не будучи оформленным. Алексей Андреевич просто делился с ним своей зарплатой, а на работу Ландис ходил вполне исправно, так как не хотел, чтобы дома знали, что он по существу не имеет постоянной работы.

Весной 1951 года, когда Северо-Тяньшанской экспедиции угрожала опасность ликвидации, в связи с тем, что бывший начальник экспедиции выделил свой отряд в отдельную экспедицию, утверждая, что если он получит такие же деньги, как отряд глубоководного сейсмического зондирования, то он и своими методами (электротометрия) достигнет таких же глубин. Экспедиция осталась без начальника. Алексей Андреевич, желая помочь сохранить её, дал согласие быть её начальником. Он был готов на любые работы, хотя в организационных делах был сушим ребёнком...

М.Г. Гаазе-Рапопорт

### **О СТАНОВЛЕНИИ КИБЕРНЕТИКИ В СССР\***

(Фрагменты)

В начале 50-х годов (1952–1953) автору довелось беседовать с А.А. Ляпуновым в поезде во время возвращения из Звенигорода.

Алексей Андреевич с увлечением говорил о той перестройке преподавания математики, которую ему удалось провести в Арт-академии, где он тогда преподавал, о введении в программу новых разделов математики, совершенно необходимых современным инженерам, но традиционно не входящих в курсы инженерных вузов. Он рассказывал о своих талантливых учениках Н.П. Бусленко, А.И. Китове, С.Я. Виленкине и др., многие из которых, учась в Академии, с его помощью овладели университетским курсом математики. Во время этого разговора Алексей Андреевич поделился своим планом организовать в следующем учебном году в МГУ студенческий семинар по кибернетике, а затем общемосковский кибернетический семинар и пригласил принять участие в этих семинарах.

В начале 1953 года ученик А.А. Ляпунова А.И. Китов составил обширный доклад о сущности кибернетики для выступления на философско-методологическом семинаре в одном из научно-исследовательских институтов. Материал А.И. Китова, развитый и дополненный А.А. Ляпуновым и академиком С.Л. Соболевым, был опубликован этими тремя авторами под названием «Основные черты кибернетики» в журнале «Вопросы философии» № 4 за 1955 год. В этом же номере журнала была также опубликована статья философа Э.Я. Кольмана «Что такое кибернетика?»

Эти две статьи были первыми позитивными публикациями о кибернетике в СССР. Официальный запрет с кибернетики был снят. После этого последовал целый ряд публикаций, главным образом популярных, раскрывавших сущность кибернетики и её позитивную роль.

---

\* Фрагменты статьи: Первый неформальный этап развития отечественной кибернетики / Философские исследования. – 1993. – № 4. – С. 439–450.



Однако для развития кибернетических исследований и формирования кибернетики как цельного научного направления было мало одного официального признания. Необходима была консолидация учёных, готовых и способных организовать и вести кибернетические исследования. Нужно было также познакомиться с ходом и результатами подобных исследований за рубежом, сформулировать проблематику, а также найти общий язык, общие подходы для весьма разнородных коллективов учёных, готовых работать в этом научном направлении. Эти задачи выполнил организованный в МГУ А.А. Ляпуновым при активной поддержке акад. С.Л. Соболева научно-исследовательский семинар по кибернетике, проработавший 10 лет (1954–1964) и ставший первым центром по координации кибернетических исследований в СССР. Семинар этот быстро привлёк многих специалистов различного профиля (математиков, инженеров, биологов, философов, физиков и др.), большое число талантливой молодёжи и сразу же перерос в общесоюзный и даже во всесоюзный. Не найдётся, пожалуй, ни одного научного коллектива, сформировавшегося впоследствии для проведения кибернетических исследований, который не был бы в какой-то степени связан с этим семинаром. Семинар этот, в отличие от многих других, о которых пойдёт речь ниже, получил наименование «Большого» семинара по кибернетике. (Общая характеристика работы Большого семинара и полный перечень 121 доклада на нём помещены в статье: *Гаазе-Панопорт М.Г.* О становлении кибернетики в СССР // Кибернетика: прошлое для будущего. М., 1989. С. 46–85).

Рассмотрим теперь те факторы, которые способствовали превращению Большого семинара в общий центр кибернетической мысли, влияние которого выходило далеко за пределы Москвы.

Таковыми факторами являются:

1. Чёткое понимание руководителем семинара А.А. Ляпуновым и заведующим кафедрой вычислительной математики мехмата МГУ академиком С.Л. Соболевым общественной и научной значимости и необходимости координации и развития кибернетических исследований в нашей стране, а также важности развития математической базы, расширения областей применения математико-кибернетических методов и основного инструмента кибернетики – электронных математических машин в науке и народном хозяйстве.

2. Выбор в качестве места проведения семинара Московского университета с его традициями в организации многочисленных исследовательских семинаров, с наличием в его составе большого числа крупных учёных различных специальностей и с широкими



научными связями с другими научными организациями Москвы и других городов страны.

3. Высокая концентрация в Москве научно-исследовательских, учебных и проектных организаций, работавших в области теории и практики автоматического управления и регулирования, разработки и проектирования счётно-решающих приборов и устройств, средств вычислительной техники (ЭВМ), систем связи и пр., а также относительно большое число математиков, занимающихся исследованиями в области математической логики, теории управления и других новых разделов прикладной математики.

4. Наличие в Москве значительного количества крупных биологов, понимавших антинаучный характер лысенковской биологии и готовых на контакты с представителями других наук для совместных исследований в области теоретической биологии.

5. Удачное сочетание профессиональных и личных качеств руководителя семинара А.А. Ляпунова, обеспечивающих ему положение общепризнанного лидера столь большого и длительно существовавшего неформального коллектива.

Рассмотрим более подробно последний фактор.

Алексей Андреевич Ляпунов – математик по специальности, профессор МГУ был тесно связан с первыми исследованиями в области математических оснований кибернетики, разработкой и эксплуатацией первых электронных цифровых вычислительных машин, исследованиями в области сложных технических управляющих систем специального назначения. Им, в частности, был создан и читался первый в СССР краткий курс программирования и математических основ ЭВМ.

Тесные связи с инженерами, работавшими в области систем управления и разработки средств вычислительной техники позволили Ляпунову привлечь к работе в семинаре многих квалифицированных представителей технических наук, среди которых были неоднократно выступавшие с докладами на семинаре И.А. Полетаев, А.И. Китов, Н.Е. Кобринский, Н.П. Бусленко и многие другие.

Существенную роль сыграли также тесные традиционные контакты А.А. Ляпунова с биологами. Будучи в своё время участником знаменитого семинара Н.К. Кольцова и С.С. Четверикова, занимаясь под руководством А.Н. Колмогорова и Н.И. Вавилова статистической обработкой генетических экспериментов, он хорошо знал биологические проблемы, умело формулировал биологические факты на языке, понятном математикам и техникам, пользовался глубоким уважением у биологов, относившихся к нему, как к профессионалу-биологу. Всё это позволило привлечь к работе в семи-

наре многих способных биологов, из которых упомянем лишь некоторых, наиболее активно участвовавших в работе семинара и выступавших на нём с докладами. Это – Л.В. Крушинский, Н.В. Тимофеев-Ресовский, Н.А. Бернштейн, И.И. Шмальгаузен, Р.Л. Берг, В.С. Гурфинкель, И.М. Фейгенберг, А.А. Малиновский, Н.И. Жинкин, Л.Г. Членов, С.М. Блинков и многие другие. Среди крупных математиков того времени, участвовавших в работе Большого семинара, упомянем лишь А.Н. Колмогорова, В.В. Немыцкого, С.А. Яновскую, И.М. Гельфанда, Л.А. Люстерника и Л.В. Канторовича.

Будучи прекрасным педагогом, обаятельным, очень демократичным и искренним человеком, Алексей Андреевич собрал вокруг себя большую группу студентов и аспирантов-математиков, которые активно участвовали в работе семинара и многие из которых стали крупными учёными-кибернетиками. Среди них следует в первую очередь упомянуть С.В. Яблонского, ныне члена-корреспондента АН СССР, принимавшего с 1961–62 гг. участие в руководстве семинаром, студента А.П. Ершова, ставшего академиком, О.Б. Лупанова, прошедшего путь от аспиранта до члена-корреспондента АН СССР, бывших студентов и аспирантов, позже докторов наук М.Л. Цетлина, В.А. Успенского, М.М. Бонгарда, О.С. Кулагину, Е.Г. Гольштейна, Ю.А. Шрейдера и многих других.

Алексей Андреевич никогда не замыкался в пределах тех конкретных курсов, которые ему приходилось читать, а всегда с увлечением обращал внимание на связи излагаемого материала с общей системой научных знаний, умело выделял главные, стержневые проблемы, концентрируя внимание на новых, мало исследованных областях знаний. Его преподавательские и лекторские способности, чуткость, бескомпромиссность, умение зажигать своими идеями, бескорыстностью и постоянная доброжелательность в большой степени способствовали формированию коллектива семинара.

Большой интерес, который вызывал семинар, заставлял многих учёных различных специальностей стремиться принять участие в его работе и считать большой честью для себя возможность выступления с докладом на его заседаниях. Вспоминая годы работы семинара, представляется невероятной способностью руководителя привлечь к участию в нём столь широкого спектра специалистов. Этому в значительной степени способствовало сочетание у него глубоких специальных знаний с широкой эрудицией и весьма большим кругом интересов. Важную роль играла также сильная личная увлечённость Алексея Андреевича, который не только выступал после докладов с очень интересными выводами и заключе-

ниями, но и сам прочитал на различных заседаниях семинара 17 докладов. Большое значение имело и то, что при высоком научном уровне излагавшихся вопросов руководителю удалось добиться понятности (популярности в лучшем смысле этого слова) этой весьма широкой и разнообразной тематики.

Не останавливаясь на характеристике деятельности Большого семинара (кратко об этом было сказано выше), подробный анализ которой потребовал бы весьма объёмного и многопланового исследования, заметим, что в число задач семинара входила большая разъяснительная работа по широкой пропаганде кибернетических идей и активная борьба с пережитками негативного отношения к кибернетике и её идеям, довольно часто встречавшимися в массовой печати. Руководителем и участниками семинара было прочитано несколько сотен публичных докладов и лекций по кибернетике, её содержанию, сущности и задачах.

Участники семинара выступали также с резкой критикой непрофессиональных статей, связанных с кибернетикой. Такой критике, среди прочих, была подвергнута статья Н. Бородина «Языком пчелиного танца» («Литературная газета» №125 от 17.10.1957 г.), в которой содержались резкие и необоснованные нападки на известного специалиста по кибернетике Клода Шеннона, а также – статья С. Анисимова и А. Вислобокова «Некоторые философские вопросы кибернетики» («Коммунист», 1960, №2), тенденциозно искажавшая изложение идей и методов кибернетики. После выступлений участников Большого семинара публикация этих статей и некоторых других была признана редакциями соответствующих изданий ошибочной.

Большой семинар по кибернетике явился своеобразным центром кристаллизации кибернетических исследований в СССР и породил множество локальных «малых» кибернетических семинаров, которыми руководили и в которых работали участники Большого семинара. К числу таких семинаров относятся семинары по программированию, теории игр, математической биологии, работавшие в МГУ в 1955–61 гг. под руководством А.А. Ляпунова. В 1955/56 учебном году на биофаке МГУ начал работать семинар по биокрибернетике, руководимый участником Большого семинара Л.В. Крушинским, в котором принимал участие и И.А. Полетаев.

Е.И. Гальперин

**АЛЕКСЕЙ АНДРЕЕВИЧ  
В ЭКСПЕДИЦИЯХ НА ТЯНЬ-ШАНЕ\***

\* \* \*

Работы 1949 г. – первые работы на Северном Тянь-Шане, прошли с огромным подъёмом и оставили незабываемые воспоминания. В значительной степени это было связано с увлечённостью самого Григория Александровича. Кроме того, в 1949 г. в экспедицию приехал Алексей Андреевич Ляпунов, очень яркий и светлый человек, энциклопедически образованный, крупный математик. Он мог целыми часами рассказывать о звёздном небе, о минералах, о генетике. Охотно брался за любую работу: копать ямки для сейсмографов, устанавливать их, таскать вёшки и т. д. С ним было всегда интересно, и вокруг собиралось много молодёжи.

Будучи совершенно неконъюнктурным человеком, Алексей Андреевич иногда высказывал такие мысли, которые в то время говорить было, мягко выражаясь, просто не принято, хотя они и были абсолютно справедливы. Ранее он занимался статистической обработкой генетических экспериментов и в результате разоблачения неграмотности работ «лысенковцев» попал в немилость.

Когда Г.А. пригласил А.А. Ляпунова в Институт, с ним пришли и несколько его сотрудников. Очень увлекающийся человек, А.А. Ляпунов импонировал Г.А. Между ними были хорошие, тёплые отношения. В житейских делах Ляпунов оказался беспомощным и неприспособленным. У него были проблемы со здоровьем, он нуждался в диете, но, как и Г.А., был очень щепетилен и не допуская, чтобы о нём заботились.

\* \* \*

Помню как летом 1949 г. когда мы работали на профиле Курты, у меня сильно заболели зубы. А.А. стал уговаривать меня уехать в Алма-Ату и заверил меня, что он останется за меня, и в отряде

---

\* Выдержки из книги: *Гамбурцев А.Г., Гамбурцева Н.Г. Григорий Александрович Гамбурцев (М.: Наука, 2003).* – Ред.

всё будет нормально. Через несколько дней я возвращался в отряд, а А.А. прилетел в Алма-Ату. Мы по радио договорились встретиться на аэродроме. Он был очень возбуждён и рассказал, что к нему обратилась одна из девушек-рабочих лет 17–18 и пожаловалась, что к ней «пристают» ребята, в особенности Н. А.А. был очень возмущён и не нашёл ничего другого, как предложить ей написать заявление, которое сам лично отвез прокурору ближайшего поселения. На суде эта девушка заявила, что к ней пристают все... А.А. чувствовал себя очень неловко и извинялся. Потом нам ещё долго пришлось возиться, чтобы это дело прекратить.

\* \* \*

Алексей Андреевич часто попадал в курьёзные ситуации. Когда зимой 1950 г. возникла необходимость замены начальника экспедиции, Г.А. предложил эту должность Алексею Андреевичу. И хотя А.А. понимал, что он для этой роли не подходит, он, сознавая необходимость помочь Г.А., дал согласие. Было очень забавно смотреть, как А.А. «решает» бесконечное количество всякого рода организационных и хозяйственных дел. Однажды он пришёл ко мне и сказал, что пришли местные пастухи и просят продать им экспедиционных лошадей. Я с трудом заставил себя оставаться серьёзным, – до такой степени этот вопрос не отвечал ни облику, ни существу Алексея Андреевича.

\* \* \*

Тем не менее, с Алексеем Андреевичем всегда было очень интересно и приятно.

Он очень любил природу. Однажды мы с ним ехали на озеро Иссык-Куль, где проводились взрывы. Но ехать с ним было просто невозможно. Он все время просил остановить машину, чтобы полюбоваться природой, выходил, охал, ахал: «какая красота». С большим трудом нам удавалось уговорить его вернуться в машину, чтобы ехать дальше. Но через несколько минут он снова начал просить остановить машину, чтобы полюбоваться красотами пейзажей....

*Москва, 1990 г.*

А.Г. Гамбурцев

### **АЛЕКСЕЙ АНДРЕЕВИЧ – ДРУГ НАШЕЙ СЕМЬИ**

Алексей Андреевич Ляпунов был другом нашей семьи. Я не знаю примеров такой дружбы у других людей, – она своеобразна и поучительна, и много хорошего и чистого говорит о людях их поколения. Он учился с моей мамой, Люсей Самуиловной Вейцман, в одной школе и дружил с ней. Он был отцом Ляли (Елены) и Туси (Наталии) – сводных сестер (по матери) моей сводной по отцу сестры Аллы. Алексей Андреевич был частым и, наверное, самым интересным гостем в нашем доме. Моя память сохранила его как блестящего учёного, для которого не было ничего неинтересного в природе. У него была совершенно изумительная коллекция минералов – она содержалась в идеальном порядке и была образцово систематизирована. Он был настоящим энциклопедистом; я никогда не встречал никого подобного ему. Он знал всё во всех областях науки, и с удовольствием и увлечением делился своими знаниями. Моя сестра Алла рассказывала мне, что иногда она нарочно придумывала какой-нибудь очень трудный вопрос, но не было ничего такого, чего бы он не знал. Таких рассказчиков, как он, я не знал, кроме, разве Ираклия Андроникова.

Дружбу с моей мамой – они учились в одном классе – А.А. сохранял до конца жизни. Её воспоминания также публикуются в этой книге. Он дружил и с моим отцом – академиком Григорием Александровичем Гамбурцевым, геофизиком, директором Геофизического института АН СССР (ГЕОФИАН). Алексей Андреевич часто бывал у нас дома. Мне приходилось слышать его разговоры с отцом. Я, конечно, не всё понимал, но слушать было очень интересно. Эти разговоры были не только насыщены смысловым содержанием, но были интересны и зрелищно. Очень выразительными были лица. Оба ходили по комнате – экстраверт и интраверт. Оба были в скрипучих башмаках и, увлечённо разговаривая, большими шагами расхаживали во взаимноперпендикулярных направлениях – по диагоналям комнаты, минуя препятствия. Мне иногда казалось, что столкновение между ними неизбежно. Но в послед-

ний момент кто-то из них (или оба?) делал молниеносный вираж, и всё заканчивалось без катастроф. И эти виражи происходили без изменения выражения их лиц. Отец был собран, погружён в себя, замкнут и если раскрывался, то на короткое время. Алексей Андреевич обладал исключительно выразительной речью. Глаза горели у обоих. Я помню разговор, где А.А. рассказывал о своих взглядах на генетику и лысенковщину в советской науке и о разговорах с учёными на эту опасную тему. Его это очень интересовало и волновало, он был деятелен и в этой сфере. Он испытывал боль за учёных, подвергшихся «лысенкованию».

В то время Ляпунов работал в ГЕОФИАНе, одновременно преподавал в МГУ и в Артиллерийской академии. Он интересовался всеми вопросами в области точных наук и в области естественных наук. От него мы узнавали тогда о кибернетике, о генетике, о других новых направлениях науки. Он первым научил меня видеть камни как объекты геологии. С ним было всегда интересно. Он был всегда окружён людьми, всегда был в центре внимания, своими горящими глазами и словами зажигал людей. Помню, как на его похоронах Н.В. Тимофеев-Ресовский сказал: «Он зажигал людей. Он зажигал даже тех, кто не хотел загораться». И это была правда.

Когда я поступил в университет, произошла случайная встреча с Алексеем Андреевичем на Большой Калужской улице (ныне это Ленинский проспект). Он поздравил меня и дал напутствие, которое я хорошо запомнил: самое главное в процессе учебы в университете – научиться работать с книгой.

Часто он чем-то озадачивал. Помню одну логическую задачу, которую он мне дал. Задача вот такая. Человека приговорили к казни на электрическом стуле. Но он может спастись – ему надо выбрать один из двух стульев: один из них работает, а второй – не работает. Для этого он может задать палачу один вопрос, а палач может ответить «да» или «нет». Причем палач один день говорит правду, а второй – лжет. (*Ответ:* Надо задать вопрос: «Если бы я тебя *вчера* спросил, работает ли этот – правый – стул, что бы ты ответил?»). Отсюда однозначность решения: палач обязательно должен дать неверный ответ.).

Я должен, конечно, хотя бы несколько слов сказать и о знаменитом ляпуновском Детском научном обществе (ДНО).

Собрания (заседания, как мы для солидности любили говорить) ДНО происходили в течение нескольких лет чуть ли не каждое воскресенье. Алексей Андреевич был руководителем этого общества, а членами – мы, дети, ученики 5–8 классов, в количестве

примерно 10–15 человек. Дети делали научные доклады. Темы были разные – я делал доклады о том, есть ли жизнь на Марсе и о вулканах, мой друг Борис Локшин – о кометах. Помню, что после моего доклада Туся вскочила с места и предложила создать кружок юных марсиан. В заседаниях участвовали и будущие академики Сергей Новиков и Дима (Владимир) Арнольд. Докладчика можно было прерывать, задавать вопросы, восклицать. Докладчики серьёзно готовились, читали литературу, которую охотно предоставлял Алексей Андреевич – у него была громадная библиотека. Потом хозяйка дома, Анастасия Савельевна, поила всех чаем со сладостями, а в конце вечера все «учёные», но уже без Алексея Андреевича, играли в жмурки. Такие семинары многому нас научили.

Уже в студенческие годы мы были потрясены комсомольским собранием Биофака МГУ, на котором клеймили (и осудили) сестер Ляпуновых за самостоятельное изучение в домашнем кружке математической статистики, классической генетики и эволюционного учения – научных дисциплин, запрещённых для преподавания в МГУ в годы процветания в биологии «лысенковщины». Руководителем и душой этого кружка, теперь уже студенческого, конечно же был Алексей Андреевич. Я и несколько моих сокурсников-геологов с большим интересом посещали занятия этого кружка<sup>1</sup>. В них сохранялись атмосфера и научный дух нашего ДНО. А нас хотели убедить, что это плохо! Такие были времена! Думаю, что об этом рассказывают другие авторы этой книги...<sup>2</sup>. В последние годы жизни<sup>3</sup> мой отец часто ездил в Казахстан и среднеазиатские республики в связи с проведением там работ по глубинному сейсмическому зондированию и прогнозу землетрясений. Когда начинались работы по регистрации далёких взрывов, он преображался. Я запомнил то празднично-напряжённое настроение всей экспедиции, когда станция приняла один из первых взрывов, сделанных в одном из далёких озёр.

Как я уже писал, А.А. Ляпунов недолгое время (в 1949–1951 гг.) работал в ГЕОФИАНе. (Институт геофизики АН СССР). Сейчас этот институт поделён на два с другими названиями). А.А. был сотрудником отдела экспериментальной сейсмологии и руководил группой математиков. Но его интересовали проблемы не только этого отдела, но и всего института. Не было ни одной проблемы,

<sup>1</sup> См. воспоминания Б. Локшина и Н. Фатюхиной в этой книге. – *Ред.*

<sup>2</sup> См. в Приложении «Дело сестёр Ляпуновых» и «Объяснение» А.А. Ляпунова. – *Ред.*

<sup>3</sup> Г.А. Гамбурцев скоропостижно скончался в июне 1955 года. – *Ред.*



волновавшей Г.А. Гамбурцева, в обсуждении которой не принимал бы участие Ляпунов. К таким проблемам относились тогда ГСЗ – метод глубинного сейсмического зондирования, изучение землетрясений с помощью сети станций, а также корреляционным методом изучения землетрясений с помощью приборов, сконструированных Г.А. Гамбурцевым. Изучение этих геофизических проблем было связано не только с теоретическими работами, но и с получением экспериментального материала.

Для знакомства с полевыми работами, летом 1950 г. Алексей Андреевич приехал в экспедицию на Тянь-Шань и сразу завоевал всеобщую любовь и уважение. Когда он видел, что сотрудники тянут провода или что-то копают, он тут же впрягался в общее дело. Рассказывают, что однажды А.А. понадобился для решения какого-то вопроса, его долго не могли найти. Оказалось, что он помогал строителям рубить колья. Свои очень краткие воспоминания об этом времени оставил, к сожалению рано ушедший из жизни, ученик Григория Александровича геофизик Евсей Иосифович Гальперин. Они тоже публикуются в этой книге.

Л. Гинзбург

**КОРОТКИЕ ВОСПОМИНАНИЯ  
О НЕЗАБЫВАЕМЫХ ВСТРЕЧАХ  
С АЛЕКСЕЕМ АНДРЕЕВИЧЕМ ЛЯПУНОВЫМ**

Для молодого человека 25 лет было большой честью приглашение полететь из Ленинграда в новосибирский Академгородок в 1970 году для встречи со знаменитым профессором. Одно упоминание этой фамилии, родственника того самого Ляпунова, который около ста лет назад основал теорию устойчивости, вызывало трепет.

Ехал я с докладом о моей подготовленной к защите кандидатской диссертации и с просьбой к Алексею Андреевичу быть моим оппонентом. Тогда многое было впервые: и долгий перелёт, и невероятный зимний мороз, снег около дорог такой высоты, что пешеходу не видно автомобилей, с прорезанными «воротами» для пешеходов. Алексей Андреевич прислал за мной машину (тоже впервые!), и привезли меня к нему в дом, который тоже произвёл впечатление. Члены-корреспонденты и тогда жили на уровне мировых стандартов.

На домашний семинар пришел Игорь Андреевич Полетаев и, насколько я помню, Вадим Ратнер и Юра Гильдерман. Мы потом встречались много раз и в Академгородке и на разнообразных совещаниях и школах. Но первое впечатление остается самым острым. На следующий день я повторил доклад в Институте математики, где было больше присутствующих. Алексею Андреевичу, к счастью, моя работа сразу понравилась, и на следующий день он уже разъяснял её всем слушателям с полным пониманием. Он согласился быть моим оппонентом, что было для меня большой удачей.

В тот памятный день за приглашённым обедом я познакомился с дочерью Алексея Андреевича Леной и её мужем Колей Воронцовым. Они были чуть старше меня, оба первоклассные биологи. Коля потом стал депутатом и Министром охраны окружающей среды в кабинете Горбачева. Они не раз бывали у меня в гостях в Нью-Йорке, и я приезжал в 1986 году в Москву, с докладом по

Колиному приглашению. Тогда в Кремле ещё висел на стене портрет Ленина, и я говорил с трибуны, украшенной гербом Советского Союза. (Фотографии произвели большое впечатление при моём возвращении).

Я встречался с А.А. Ляпуновым несколько раз на конференциях и семинарах по математической биологии. Зачастую можно было больше научиться от его комментариев на чей-то доклад, чем от самого докладчика. Он был первоклассный математик с прекрасной практической интуицией, достойной его прославленного имени. Его критика всегда была вежливой, мягкой, с полным уважением к докладчику. Такая критика всегда более эффективна, потому что её можно принять.

По состоянию здоровья Алексей Андреевич не смог приехать на защиту, но прислал замечательный отзыв. Без сомнения, его хорошая оценка помогла моему успеху.

Семидесятые годы были непростым периодом в истории советской математики. Официальная антисемитская политика нашла поддержку среди некоторых влиятельных членов Академии наук. Мне лично, например, не позволили поступить в аспирантуру на Ленинградском матмехе, несмотря на имевшуюся рекомендацию Учёного совета. Я подготовил диссертацию и защитил её без аспирантуры и без формального руководителя. ВАК не утверждал мою диссертацию более двух лет, а потом всё-таки утвердил под давлением странных обстоятельств, которые нет смысла здесь описывать. Такие великие русские учёные, как А.Н. Колмогоров (мне удалось с ним встретиться лично один раз в 1969 году на целых 30 минут в гостинице в Ленинграде, чтобы обсудить одну мою статью), Н.В. Тимофеев-Ресовский (я горжусь, что он меня называл Лёвкой), Н.Н. Моисеев (он меня звал переехать в Москву в 1975 году, но я тогда уже собирался эмигрировать) и, в первую очередь, А.А. Ляпунов противостояли гнусной тенденции.

Всё тепло и поддержку, которые я получил, невозможно забыть. Мировое признание русской математики обязано таланту и бескорыстной отдаче этого таланта такими людьми, как Ляпунов. Такому образованию, какое получило моё поколение в российских университетах, нет равного нигде. Моя глубокая благодарность моим учителям в Ленинграде и члену моего диссертационного совета А.А. Ляпунову не иссякнет никогда.

Недавно мои аспиранты сделали мне комплимент: сказали, что их *так* нигде математике не учили, что они не знали, что так вообще бывает. Мой ответ был, что меня *так* только и учили, и я во всем стараюсь подражать моим учителям.

Ю.И. Журавлёв

### О МОЁМ УЧИТЕЛЕ\*

Моя первая встреча с Алексеем Андреевичем Ляпуновым, определившая, по существу, всю мою дальнейшую жизнь, произошла в октябре 1953 года. Я учился тогда на втором курсе механико-математического факультета МГУ.

Это был год, знаменательный для Московского университета – вступило в строй новое здание на Ленинских горах, и мехмат разместился на 12–16 этажах главного корпуса. Все иногородние студенты получили отдельные комнаты в боковых крыльях; две комнаты объединялись в блок со всеми «удобствами» – душ, туалет. На каждом этаже – две большие кухни. В подвальных этажах открылись просторные студенческие столовые, бытовое комбинат и т. д. Можно было учиться и работать, не отвлекаясь на быт. <...>

Я поступил на мехмат в 1952 году. Сначала было очень трудно. Особенно трудно было приехавшим из «медвежьих углов» СССР. Город Фрунзе (ныне Бишкек), хоть и числился столицей республики Киргизия (Киргизской ССР), в конце 40-х – начале 50-х годов прошлого века был глубоко провинциальным поселением в Чуйской долине между невысоким Курдайским хребтом и высоким Киргизским Ала-Тоо – северным форпостом горной системы Тянь-Шань. Скорый поезд Фрунзе – Москва добирался до столицы пять суток. Во Фрунзе мне пришлось жить одному и заканчивать среднюю школу. Отец с конца 40-х находился в ссылке в Южном Казахстане, мать жила с ним. Первый раз он был осуждён печально известным Особым совещанием в 1937 году за «контрреволюционную пропаганду и агитацию» (в 1956 дело было прекращено за отсутствием состава преступления), отбыл срок на Колыме, и, после немногих лет вольной жизни, был снова арестован и отправлен в ссылку в Джамбульскую область Казахской ССР. Ближайшим к месту ссылки городом был Фрунзе, где мне и пришлось завершить среднее образование.

---

\* Опубликовано в книге: *История информатики в России: учёные и их школы* (Москва: Наука, 2003. – С. 171–181).– *Ред.*

До девятого класса я не задумывался особенно о будущей профессии. Учёба давалась легко, математика тоже, но увлекался, в основном, историей, писал стихи, активно занимался спортом. Но в 9-м классе учительница математики, строгая Ольга Ивановна (фамилию забыл) предложила мне несколько интересных трудных задач по алгебре. Когда я их решил, сказала, что у меня есть «дар» математика и дала несколько книг по элементарной математике. Увлечение пришло сразу и навсегда. Ни о чём, кроме математики, я больше не думал, а наилучшим математическим вузом тогда считался (и считается сейчас) мехмат МГУ. Решил во что бы то ни стало поступить именно на мехмат, именно МГУ. Перерешал всего Моденова (знаменитый сборник задач, предлагавшихся на вступительных экзаменах в лучшие вузы Москвы), прочитал массу математической литературы. Летом 1952-го приехал в Москву в жёстком бесплэцкартном вагоне, не внял советам выбрать что-нибудь попроще и поступил (что особенно важно) с предоставлением общежития.

Первый год был очень тяжёлым. В качестве общежития сначала дали снятый университетом частный дом в пос. Молино (двенадцать человек в большой комнате деревенского дома), час на электричке до Ленинградского вокзала, пятнадцать минут пешком до битком набитой электрички, потом метро и бегом от метро – почти два часа. В столовой не было самообслуживания, четверо или шестеро обедали, четверо или шестеро стояли за стульями, а за ними часто ещё такой же круг. Через несколько месяцев переселили на Старокаширское шоссе в общежитие для строителей. В комнате десять раскладушек, тумбочек и в середине – большой стол. За ним ели, играли в шахматы или карты, выполняли домашние задания десять первокурсников.

Учили нас фундаментально. Зачётная сессия, экзаменационная сессия, барьер за барьером. Зачёт по мат. анализу принимает доцент Зоя Михайловна Кишкина. Разминочная задача: двух или трёхэтажная функция. В основании – степени  $\arctg$  от дробно-рациональной функции, где вместо  $x$  стоит  $\ln x$ , в показателе – что-то в этом же роде, мог быть и третий этаж. Надо взять производную, не задумываясь ни секунды. В противном случае – «придете в следующий раз». В общем, курс молодого бойца, только вместо старшин и лейтенантов – преподаватели и доценты. Но успешно прошедшие первый курс, как правило, уже не отчислялись и становились, как минимум, неплохими математиками. В кандидаты вышли почти все. Из ребят нашего курса трое стали академиками и один – членом-корреспондентом Российской Академии наук. <...>

В общем, ко второму курсу многие из нас научились быстро справляться с учебной нагрузкой, и если добавить «тепличные» условия нового здания на Ленинских горах, то появилось свободное время. И многим захотелось заняться не только учёбой, но и наукой.

Я жил в одном блоке с Мишей Федорюком, который потом был одним из ведущих профессоров МФТИ и, не дожив до пожилых лет, трагически погиб во время командировки в Киев. Он со второго курса начал заниматься современным анализом. Мне же всегда нравились сложные логические конструкции. Кроме того, в это время появились первые советские компьютеры, зашумела битва вокруг кибернетики, пресса всерьёз обсуждала актуальнейшую проблему – может ли машина мыслить – и всё это определило первое обращение к человеку науки с просьбой – взять в ученики, показать хорошую нерешённую задачу, разрешить поработать в семинаре.

И этим человеком был профессор Алексей Андреевич Ляпунов. После первой же встречи и первого короткого разговора для меня всё стало ясно. Выбор был сделан, и никаких сомнений в правильности выбора никогда не возникало. Замечу, что вариантов выбора у студентов мехмата было очень много – каждый преподаватель, доцент, профессор (за редчайшими исключениями) объявлял свой спецсеминар и (или) спецкурс. Посещение было совершенно свободным, только за время обучения надо было сдать несколько спецкурсов. Каких – решал сам студент, но, естественно, курирующий профессор давал свои рекомендации.

В те годы Алексей Андреевич был в периоде расцвета своего таланта. Незадолго до этого он успешно защитил докторскую диссертацию по дескриптивной теории множеств ( $R$ -множества), продолжив линию классической московской математической школы, основанной Егоровым и Лузиным. А.А. был прямым учеником Лузина, одним из последних членов знаменитой «Лузитании». В диссертации он продолжил и, в значительной степени, завершил исследования, начатые Н.Н. Лузиным и А.Н. Колмогоровым.

Во время войны, в 1942–44 годах А.А. командовал взводом в артиллерии, дошёл до Восточной Пруссии, потом был отозван в Артиллерийскую академию, позднее перешёл на работу в Отделение прикладной математики Института математики им. В.А. Стеклова (сейчас Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша). В нём счастливо сочетался талант математика-теоретика и способности хорошего прикладника. Это предопределило одно из крупнейших открытий А.А. Он был включён в группу, создавав-

шую математическое обеспечение первых советских компьютеров. Им были введены и исследованы понятия «блок-схема алгоритма» и «блок-схема программы», выделены основные компоненты программ – арифметические операторы, управляющие операторы, операторы переадресации и т. д. На базе этих работ были созданы первые методики, позволившие существенно упростить процесс написания программ. Отправляясь от работ А.А. Ляпунова, его ученики и коллеги построили первые алгоритмические языки и трансляторы (они тогда назывались программирующими программами). Не преувеличивая, можно сказать, что работы А.А. первой половины 50-х годов 20-го века предопределили в очень большой степени развитие теории и практики программирования.

По-настоящему, это признано только сейчас. Недавно А.А. награждён одной из престижнейших в мире премий<sup>1</sup>, присуждаемых за выдающиеся работы в области программирования и информатики. Алексей Андреевич считал, что общепризнанные разработки в области теории алгоритмов, выполненные Постом, Чёрчем, Тьюрингом, Марковым имели очень большое значение для развития теории алгоритмов. Но эти разработки совершенно неприменимы для описания реальных алгоритмов, на основе которых пишутся программы для компьютеров (на языке начала 50-х – быстродействующих вычислительных машин). Описывать реальный алгоритм с помощью машины Тьюринга (или другой теоретической модели) – это примерно то же самое, что описывать дом, перечисляя все составляющие его молекулы и связи между ними. Нужны «крупноблочные» описания, причем, возможно, для различных подклассов алгоритмов эти описания будут принципиально различными. Критерии эффективности специализированных моделей (описаний семейств алгоритмов) – удобство практического использования, возможность глубоких исследований, приводящих к созданию стройной теории. Примерно так говорил Алексей Андреевич, предвидя возникновение в ближайшее время прикладной теории алгоритмов. Именно об этом говорил он при нашей первой встрече, предлагая думать в этом направлении. Мне все это очень понравилось. Забегая вперед, могу сказать, что в дальнейшем, по крайней мере, трижды, мне удалось создать и исследовать такие специализированные модели алгоритмов: алгоритмы выбора слов из конечного множества (1957), локальные алгоритмы вычисления инфор-

---

<sup>1</sup> В 1996 г. заслуги А. А. Ляпунова как «основателя советской кибернетики и программирования» были отмечены самой престижной наградой IEEE Computer Society — медалью “Computer Pioneer”. – *Ред.*

мации (1959–1966), алгоритмы вычисления оценок и алгебры над ними (1971–1985). Работа 1957 года была сделана по прямой постановке А.А., два последующих цикла – в рамках содержательной идеологии, цитированной выше.

Но при первой встрече я, тогда еще неоперившийся второкурсник, естественно, не мог оценить глубину идей А.А. Привлѣк очевидный сразу высокий интеллект, великолепно поставленная речь, умение просто говорить о сложных вещах, ненаигранная доброжелательность, искреннее желание привлечь молодого человека к работе в той области, где тогда работал сам А.А.

То, что Алексей Андреевич был всесторонне, энциклопедически образованным человеком (кроме математики, он прекрасно знал геологию и геофизику, биологию и историю – мне вообще казалось, что мало было такого, чего он не знал и что стоило знать), известно всем, кто с ним сталкивался. Он великолепно владел французским и немецким языками, неплохо говорил по-английски. Любил окружать себя молодыми людьми, увлечь их, ненавязчиво направить в нужную сторону. А.А. редко формулировал задачу так, как это принято в классической математике: дано – требуется доказать или вычислить. Он рассказывал о смысле проблемы, давал содержательную постановку, оставляя за учеником право варьировать формальную постановку задачи, не выходя при этом за несколько размытые, но, тем не менее, достаточно понятные содержательные рамки. Это давало хороший тренинг в выработке формальной постановки, если определѣн только содержательный, не формализованный или не до конца формализованный смысл проблемы. Мне это очень помогло, когда волею судеб в 1961 году пришлось в Институте математики Сибирского отделения Академии наук возглавить большой отдел и заняться решением прикладных задач исследования операций. Причем, в этих прикладных областях, как правило, не было и намѣка на сделанную кем-либо ранее формальную постановку задачи. Я не буду здесь описывать реальные задачи, которые мы тогда решали. Скажу только, что многие конкретные постановки сложных теоретических задач, например, в области дискретной математики, возникли именно из этих приложений. И многие, не казавшиеся особенно интересными проблемы той же дискретной математики, оказались весьма актуальными и вызвали к жизни циклы интересных работ. Приведу пример. Один из активных сотрудников, рано умерший от рака крови, Виталий Константинович Коробков, который в 1968 году стал моим преемником в руководстве работами по исследованию операций, занялся проблемой расшифровки монотонных булевых



функций и получил в этом направлении интересные результаты потому, что несколько сугубо прикладных задач были при формализации содержательных соображений сведены именно к этой задаче. Добавлю, что серьёзные работы в этом направлении появляются и в настоящее время.

Обучение у Алексея Андреевича помогло мне в контактах с геологами, медиками, биологами, экономистами, социологами. Пригодились уроки А.А., который учил, что при контакте с нематематиками совершенно неуместен «математический снобизм». Нельзя требовать, чтобы специалист-нематематик строго сформулировал задачу. Пусть он говорит на своём языке, а главное, что должен уметь математик-прикладник – транслировать его содержательную постановку на строгий язык математики и сформировать адекватную содержательной математическую модель.

В 50-е годы это мало кто понимал. «Стандартный» мехматовец, придя на работу в «прикладную» фирму, требовал точно поставленную задачу, которую он и будет решать, используя все свои математические знания. И слышал в ответ, что если бы мы умели формально поставить задачу, то мы бы её как-нибудь сами и решили. Обе стороны были не правы, но так как мехматовец, как правило, был лицом подчинённым, а схема «я начальник – ты дурак» работала весьма часто, то период адаптации при переходе от чистого «горного» воздуха мехмата к... «менее чистому» воздуху прикладного НИИ проходил весьма болезненно. У большинства учеников Алексея Андреевича соответствующая адаптационная подготовка проходила на ранней стадии контакта с учителем. Те, кто эту подготовку не одолевал, как правило, у А.А. не задерживались.

При первой встрече Алексей Андреевич дал мне несколько простеньких задач типа: записать точный алгоритм для игры в крестики и нолики в квадрате  $4 \times 4$ . После того, как я их решил, предложил мне посещать его спецкурс по программированию на быстродействующие вычислительные машины (компьютеры), который он читал для студентов 4-го курса (от чего я, второкурсник, весьма возгордился). Ещё через некоторое время мне было предложено попробовать силы в самостоятельном исследовании. Алексей Андреевич предложил построить экономную систему записи для так называемых многозначных логических шкал, использовавшихся в управляющих системах программ. Я довольно быстро сообразил, что задача сводится к задаче синтеза минимальной дизъюнктивной нормальной формы (д.н.ф.) для не всюду определённых булевых функций. А.А. очень высоко оценил это сведение и предложил по задаче минимизации консультироваться с молодым тогда

математиком Сергеем Всеволодовичем Яблонским, учеником Петра Сергеевича Новикова. С.В. был человеком неординарной судьбы. Сын профессора, он перед войной был победителем Московской математической олимпиады, со второго курса мехмата ушел на фронт, рядовым танкистом прошел от Курской дуги до Праги, вернулся, закончил мехмат, поступил в аспирантуру, написал диссертацию, в основе которой находилась теорема о функциональной полноте для булевых функций. И незадолго до защиты стало известно, что эта теорема была доказана ранее американским математиком Постом. Работа Поста была мало известна, обнаружился этот факт только после публикации доказательств С.В. ...

Обычно в таких случаях у аспиранта опускаются руки и научная карьера, в лучшем случае, замедляется. Но только не у математиков с характером и способностями Яблонского. За несколько месяцев он полностью решил проблему полноты для функций трёхзначной логики, выполнив эффектные и отнюдь неочевидные конструкции и доказательства.

С.В. Яблонский к этому времени сформировал и исследовал теоретико-множественную модель минимизации всюду определённых булевых функций. Эти результаты ещё не были опубликованы, но С.В. рассказал о них и предложил обобщить на случай не всюду определённых функций. К весне 1954 г. мне удалось это сделать. Кроме того, удалось доказать теорему, которая позже стала называться критерием поглощения. В результате получилась законченная работа, которую мои наставники А.А. и С.В. решили представить в авторитетный научный журнал. Работа была опубликована в «Докладах Академии наук СССР», а затем – в Трудах Математического института им. В.А. Стеклова. Но это было позднее – работа имела и прикладной подтекст, а в то время такие работы публиковались, как правило, не сразу. Но несколько следствий из доказанных мною теорем появились без задержки.

Во-первых, я был допущен в узкий круг коллег, которые могли приходить домой к А.А. Ляпунову достаточно часто и оставаться там достаточно долго. По-видимому, я даже несколько злоупотреблял этим допуском. Но вечера в Хавско-Шаболовском были настолько интересны, люди, приходящие к А.А., настолько талантливы и оригинальны, что уйти «вовремя» часто было просто невозможно. Сегодня, по прошествии стольких лет, могу сказать, что мировоззрение, основные принципы научной работы, сами подходы к анализу разнообразных ситуаций, методы оценки научных работ и направлений и ещё многое (всего не перечислишь!) в значительной степени сформировались именно в эти вечера.

Трудно перечислить всех замечательных людей, с которыми я знакомился на Хавско-Шаболовском. Блестящий Николай Пантелеймонович Бусленко, командир батареи во время войны, слушатель Артиллерийской академии, затем аспирант и докторант А.А. Ляпунова, затем член-корреспондент АН СССР, автор глубоких работ по имитационному моделированию. Искромётный Тимофеев-Ресовский – Зубр, но о нём уже очень хорошо написано, лучше у меня не получится. И многие, многие другие. Прошло столько лет, но и сейчас перед глазами Алексей Андреевич с тарелкой гречневой каши (после войны и до конца жизни он тяжело болел, и гречневая каша была основным блюдом в его диете) и горящими глазами, объясняющий перспективы кибернетики, возможности формализации биологии, принципы построения систем автоматического перевода с французского на русский, и т. д.

Во-вторых, моя первая работа обратила на себя внимание не только в кружке Ляпунова – Яблонского. В 1955 году она была выдвинута на Всесоюзный конкурс научных студенческих работ. Алексей Андреевич написал очень лестный отзыв, я недавно случайно обнаружил его в своём архиве. Отзыв короткий, беру смелость привести его полностью. Он очень хорошо показывает, как умел А.А. немногими словами описать суть работы и дать сдержанную, но очень ёмкую оценку.

### **Отзыв**

*о работе «Некоторые вопросы теории программирования на быстродействующие математические машины» студента 3 курса МГУ Ю.И. Журавлёва*

*В работе рассмотрены некоторые логические вопросы, связанные с программированием. Основной задачей является задача о построении наиболее простой, в некотором смысле, алгебрологической формулы для функции, заданной на некоторых наборах значений логических аргументов. Эта задача возникает, например, при программировании многозначных логических шкал, которые употребляются в управляющих системах программ. Одновременно автор предлагает новый алгоритм для упрощения нормальных форм алгебрологических выражений и доказывает тонкую теорему, касающуюся неупрощаемости этих выражений.*

*Круг вопросов, которому посвящена настоящая работа, совершенно нов и, в значительной степени, поставлен самим автором. Работа будет печататься в специальном сборнике работ по программированию. Я считаю, что работа представляет несо-*

*мненный научный интерес и свидетельствует о том, что её автор является очень способным молодым математиком.*

*профессор А.А. Ляпунов*

*15.IV.55*

Вернувшись в конце августа 1955 г. с каникул, я, совершенно неожиданно для себя, прочитал в многотиражке «Московский Университет», что работа получила на конкурсе премии 1-й степени. Прошло много лет, было много разных премий, но эта первая занимает особое место. Но тогда, в 55-м, А.А. был рад значительно больше, чем я, многого, по молодости, не понимавший. В 55-м борьба вокруг кибернетики прошла, может быть, критическую точку, но была ещё достаточно острой.

До сих пор не могу понять, почему такое озлобление в наших философских и некоторых околовластных кругах вызывала кибернетика. Компьютеры уже прочно входили в «быт» прикладной науки и, как сказали бы сейчас, «высоких технологий» (того времени). Очевидна была их роль и в создании атомного оружия, и баллистических ракет, и других космических и не только космических проектов. Вокруг компьютеров во всём мире и в СССР формировались новые плодотворные научные направления, в том числе, и в математике. Огромная практическая польза была совершенно очевидна.

Через несколько лет, в Академгородке под Новосибирском, в Институте математики Сибирского отделения АН СССР я заведовал отделом, потом Отделением математической кибернетики. Отдел первое время тоже назывался отделом... кибернетики, о чём свидетельствовала вывеска на дверях кабинета, каковым была комната в трехкомнатной квартире жилого дома. В этом доме в первые годы Академгородка размещались Институт математики и один из биологических институтов. Соседство было шумным, так как подопытные собаки и кошки лаяли, выли и мяукали. Так вот, кто-то из сотрудников прямо под табличкой с фамилией зава и названием отдела прикрепил вырезку из философского словаря с текстом статьи «кибернетика», где сначала она называлась лженаукой, что с определённых позиций обосновывалось. Заканчивалась статья высказыванием типа «таким образом, ... лженаука кибернетика служит орудием в руках ... поджигателей новой мировой войны».

Алексей Андреевич был одной из главных фигур среди очень немногочисленного сначала отряда гласных защитников кибернетики, можно сказать, душой сопротивления. Огромное значение для отстаивания права кибернетики на жизнь сыграла статья

С.Л. Соболева, А.И. Китова и А.А. Ляпунова, опубликованная в журнале «Вопросы философии»<sup>2</sup>, где были чётко расставлены все точки. Большую роль сыграл великолепный дуэт Аксель Иванович Берг – Алексей Андреевич Ляпунов. Замечательный организатор А.И. Берг и энциклопедист-мыслитель А.А. Ляпунов были непобедимы в открытых дискуссиях и, как мне кажется, сыграли главную роль в заключительной стадии противостояния. В Академии наук СССР, по их инициативе, был создан «Научный совет по комплексной проблеме „Кибернетика“» (с правами исследовательского института). Его первым председателем стал академик Берг, а первым заместителем профессор А.А. Ляпунов. Совет состоял из лабораторий, ведущих исследовательскую работу, и секций, формировавшихся на общественных началах и осуществлявших координацию работ по кибернетике по всему Советскому Союзу. Были секции по математической, технической кибернетике, биокибернетике – по существу, перечень секций охватывал все научные направления, в которых присутствовала кибернетика.

Мы, студенческо-аспирантское поколение, не могли играть главные роли в этих событиях, но активно учились у старших коллег – как надо отстаивать свои взгляды даже в неблагоприятных ситуациях. Моим главным учителем и здесь был А.А. Ляпунов. И ему, в первую очередь, я благодарен за то, что в страшные для российской науки последние годы перестройки и 90-е годы прошлого века мне удалось, в основном, сохранить работоспособные коллективы и главные силы научных школ в тех направлениях, какие мне пришлось курировать. Уехали не многие и не лучшие, хотя заманчивых предложений было более чем достаточно. Продолжает работать и Совет по кибернетике, приятно отметить, что в списке его председателей два ученика А.А.: академик Андрей Петрович Ершов и автор этих строк.

Первое мое пребывание в Москве в 1952–1959 гг., с 1953 г. так тесно связано с Алексеем Андреевичем, что для более или менее полного описания всех встреч и бесед надо было бы написать большую книгу. Отмечаю, поэтому, только самое существенное, оставившее самые заветные следы. Летом 1956 г. А.А. уезжает на биостанцию Миассово в Ильменском заповеднике, на Южном Урале. Биостанцией руководит друг Алексея Андреевича – Зубр – Тимофеев-Ресовский. И на биостанцию съезжается молодежь из Москвы, Свердловска, Горького, Ленинграда, биологи, физики, матема-

<sup>2</sup> Академик С.Л. Соболев, А.И. Китов, А.А. Ляпунов. Основные черты кибернетики // Вопросы философии. – 1955. – № 4. – С. 136–148. – Ред.

тики<sup>3</sup>. И возникает неформальная, нигде ни в каких планах не значащаяся летняя школа, где читают лекции по генетике, биофизике, кибернетике, учению Вернадского..., ведут семинары, проходят жаркие дискуссии у костров. Незабываемое время! Запомнились и блестящие пассажи Зубра, отнюдь не только о науке. В те годы было движение за перевыполнение планов. «Я не понимаю, что это такое» – говорил Зубр – «Я из семьи железнодорожников. Что же, надо бороться за то, чтобы поезд пришёл на час раньше времени по расписанию?» В 1986 г., в составе делегации Академии наук, мне пришлось быть на заводе «Мерседес» под Штутгартом. И там нам рассказали, что рабочий, выполняющий при сборке свою работу быстрее, чем положено по норме, штрафуются. Обоснование: время на операцию определено квалифицированными специалистами. Если рабочий тратит меньше времени, то, с высокой вероятностью, он делает свою работу недостаточно хорошо, следовательно, понижается качество сборки. Обратите внимание: в основе всего – мнение специалиста. Время для выполнения операции определяли специалисты, и это – закон до тех пор, пока специалисты не изменят нормы с учётом новых обстоятельств. Одна из главных бед новой России: нам неинтересно мнение специалистов. Нашествие дилетантов, принимающих решения; к чему это приводило – объяснять не надо.

Осенью 1959 г. я закончил работу над кандидатской диссертацией и вскоре, поступив на работу в Институт математики Сибирского отделения АН СССР, переехал сначала в Новосибирск, а затем – под Новосибирск, в Академгородок. Там, с легкой руки председателя Сибирского отделения АН СССР академика Михаила Алексеевича Лаврентьева мы с Д.В. Ширковым, работающим сейчас в Дубне, академиком РАН, приняли активное участие в создании системы поиска талантов среди школьников, через организацию на местах олимпиад по математике, физике, позднее – химии, по всей Сибири и Дальнему Востоку. Успешно прошедшие через олимпиадный отбор школьники приглашались в специализированную школу-интернат, созданную в Академгородке. Хочу напомнить, что это была первая специализированная школа-интернат на территории Советского Союза. В организации школы, создании учебных программ, отработке системы внеклассной работы самое активное участие принял приехавший к тому времени в Академгородок А.А. Ляпунов.

---

<sup>3</sup> Миассовские «трёпы» продолжались в 1957–1964 гг., когда Тимофеевы-Ресовские переехали в Обнинск.

Работу школы курировал Учёный совет, в нём Алексей Андреевич был заместителем председателя, а я – одним из семи членов. Мы работали вместе несколько лет, и эти годы были для меня великолепной школой педагогического и лекторского мастерства. Алексей Андреевич был любимцем физматшкольников. Они готовы были слушать его часами. Многие потом стали его учениками и хорошими учёными. Думаю, что замечательный педагог А.А. Ляпунов со всем его взрывным темпераментом, неукротимой энергией, будь он жив, боролся бы сейчас с неореформаторами, подрубающими корни, если не самой лучшей, то уж, во всяком случае, одной из лучших в мире систем школьного и вузовского образования. Реформаторами, которые направлены ведут дело к резкому снижению уровня массового образования, нивелированию ВУЗов, а, следовательно, к существенному понижению интеллектуального уровня страны, что, в лучшем случае, существенно затруднит для России прорыв в семью высокоразвитых стран, а в худшем – сделает его невозможным.

В Новосибирске мы работали в одном институте до 1969 г., времени моего возвращения в Москву. Молодые выросли, становились кандидатами, докторами, лауреатами. Возникали новые научные направления, в них появлялись новые молодые лидеры. Отношения типа: учитель – ученик переходили в отношения коллег – друзей. Случались и острые дискуссии и конфликты. Но это всё было второстепенно, главное – была большая нужная стране работа, которой очень помогали дружеские связи, зародившиеся в 50-е годы в кружке, душой которого был Алексей Андреевич.

И последнее, что хотелось бы сказать. Алексей Андреевич всегда был рад успехам своих учеников, в том числе, и в тех случаях, когда они получали награды, которых он не получал. В 1966 г., когда мне в компании с С.В. Яблонским и О.Б. Лупановым была присуждена Ленинская премия, А.А. был доволен и горд, и ни одной фальшивой ноты не было в его радости. Для него успехи его учеников всегда были его успехами. Он был настоящим человеком, настоящим учёным, настоящим русским интеллигентом.

*Москва, август 2002 г.*



*Р.Н. Зелинская-Платэ*

---

### **ЛЯПУНОВЫ–НАМЁТКИНЫ НА ВСЮ ЖИЗНЬ\***

В десятилетнем возрасте родители повели меня в Третьяковскую галерею. У них у каждого были там свои любимые произведения, а я пленилась интерьером Жуковского, где в темноватой гостиной были открыты окна в сад, и картиной Поленова «Большая».

В этой картине поразил свет от лампы, который был написан красками. Оказывается, свет можно изобразить! Совсем не было похоже на привычную с детства «Сикстинскую Мадонну», да я и не сравнивала их, а просто любовалась освещением и ещё чем-то, что казалось давно близким. Может быть, тогда бессознательно пришла в голову мысль – что же такое – КАРТИНА? Помнится, что папа долго стоял тогда перед Верещагиным ...

И вот примерно в это же время нас пригласили в гости семьи Намёткиных и Ляпуновых.<sup>1</sup> Было Рождество, детская ёлка и собрание родственников. Эти две семьи занимали второй этаж дома с карриатидами на Солянке (Рентгеновский институт), и обе квартиры были соединены коридором, так что бегать было очень удобно. Столовая была большая, общая, стены её увешаны картинами известных художников. В этой комнате я не могла оторвать глаз от «Ночи на Днепре» Куинджи (впоследствии она была продана в Третьякову, так же как и ряд пейзажей Остроухова, Левитана, Грабаря<sup>2</sup>).

---

\* Опубликовано в книге: *Академик Сергей Семёнович Намёткин. Учёный, педагог и организатор науки.* (Москва: Научный мир. – 2009. – С. 327–332).

<sup>1</sup> Ляпунов Андрей Николаевич (1881–1923), математик, строитель железных дорог, известный коллекционер живописи. Намёткин Сергей Семёнович (1876–1950), химик-органик, академик АН СССР (1939); был женат на сестре А.Н. Ляпунова Лидии, две семьи жили вместе и дружили с молодости.– *Ред.*

<sup>2</sup> Грабарь Игорь Эммануилович (1871–1960), живописец и искусствовед, народный художник СССР (1956), академик АН СССР (1943) и Академии художеств (1947). Друг семьи Зелинских, один из учителей Раисы Зелинской.– *Ред.*



В гостиной висел портрет таинственной незнакомки «Мисс Нэш» в пудренных волосах и легкой шляпке с вуалью, приписываемый Гейнсборо. Все картины своего собрания любезно показывал мне, девчонке, его владелец Андрей Николаевич Ляпунов.

Тут же в этот рождественский праздник я впервые увидела Грабаря. Он мне показался круглым, молодым и весёлым, это же впечатление круглости и искорки веселья надолго сохранилось у Игоря Эммануиловича, которому пришлось сыграть большую роль в моей судьбе.

Необыкновенно жизнерадостная была и жена Грабаря Валентина Михайловна, тёмно-рыжая, с веснушками и всегда приветливой улыбкой. В её присутствии просто немислимо было бы хандрить или сердиться; ляпуновские малыши её облепляли со всех сторон, и раздавался её низкий голос, покрываемый их радостным визгом. Мы впоследствии ценили её меткие замечания по поводу наших живописных работ – они не всегда совпадали с мнением её маститого мужа, и это тем более было интересно.

В 1923 году Елена Васильевна Ляпунова потеряла мужа, а вскоре Сергей Семёнович Намёткин похоронил жену. Года через два они объединились и стали вместе воспитывать девять детей – семь Ляпуновских и двоих Намёткинских. И стал С.С. для всех любящим и заботливым отцом, а Е.В. деятельной и заботливой матерью.

Мне – живописцу, а не учёному – можно писать о Сергее Семёновиче только по личным и не очень глубоким впечатлениям. Увидела я его впервые в восьмилетнем возрасте, когда С.С. было уже 43 года. Он сразу поразил мое девчончье воображение всем своим обликом. Высокий, статный, красивый, и с очень оригинальным разрезом голубых глаз. А голос! Чуть в нос и такой мягкий! У него и манеры были спокойные, величавые и обаятельная улыбка.

Я находила С.С. самым красивым и добрым из всех бывавших у нас учёных. Он сразу стал для меня каким-то образцом поведения, и я уже старалась не пропускать встречи с ним. А встречи были довольно частыми, отец любил советоваться с С.С. по разным вопросам, несмотря на то, что был старше его на 15 лет. Он ценил в С.С. природную простоту и доброжелательность к людям, а это соединялось у С.С. с практической смёткой. Вероятно, на такой основе он и мог сделать для людей много полезного.

Видеть С.С., окружённого детьми, – это, возможно, значило понять его человеческую сущность. Со всеми ровный, ласковый, он как-то мимоходом умел подбирать малышей на руки и при этом продолжать начатый серьёзный разговор. И для всех детей у знакомых, куда бы ни приходил С.С., он был желанным гостем. Жиз-

ненные рифы заставляли меня иногда прибегать к советам С.С.— чувство такта у него было развито в высшей мере.

Вскоре после воссоединения «укрупнённое» семейство Ляпуновых-Намёткиных, возглавляемое Сергеем Семёновичем, переехало с Солянки на Хавскую улицу, и там взвихрились страсти и бурлила жизнь у семерых черноголовых ребят и у двух блондинов. Себя я приписывала ко всему клану этого семейства без выбора: каждый был интересен по-своему, а малыши особенно. Они все называли С.С. папой, его собственные дети были старше и чуть моложе меня. Казалось, что все там разбираются в живописи, с восторгом слушают юного пианиста Колю Намёткина,<sup>3</sup> понимают в естественных науках и обожают математику! Сколько споров, обид, а подчас и суровых разборок происходит в этих стенах – знают только оба родителя. А собрание картин по мере взросления детей «уходило» в Третьяковскую галерею.

Елена Васильевна проявляла неутомимую энергию в своём большом хозяйстве и в «выравнивании углов» детских характеров. Она старалась обеспечить покой С.С., когда он возвращался из лаборатории, и кабинет его был запретным местом для вторжения. На Хавской улице дети росли, женились и выходили замуж. Если кто-нибудь при этом и выезжал из дому, то другой приводил в дом нового члена, и таким образом состав семьи изменялся, но не менялось её количество.

Во время войны Намёткины были в эвакуации в Казани, где С.С. руководил своим Институтом горючих ископаемых. Сначала семья размещалась в нескольких квартирах в деревянных домах далеко от института, но вскоре Намёткины получили хорошее помещение в здании самого института на тогдашней улице Чернышевского, недалеко от Кремля. Я ежедневно ходила на работу мимо их дома в Кремль, где помещалось Художественное училище, и часто заглядывала к Намёткиным. Один за другим ушли на фронт Аскольд, Алеша, Ярослав и Андрей Ляпуновы. Двух сыновей война отняла у Елены Васильевны, а третьего покалечила.

Сергей Семёнович принял на себя тяжелое бремя института, семейных тягот, а ещё к тому же он ездил во время войны в Боровое, в Казахстан, где жили тогда академики старшего поколения, в том числе мой отец. С.С. морально поддерживал старых учёных, не давая им возможности полностью оторваться от научных дел. А ведь ему самому было уже много лет в то время, и у него были сердечные приступы ...

---

<sup>3</sup> Сын С.С. Намёткина, впоследствии химик-органик, член-корр. АН СССР (1916–1984).– *Ред.*

Из детей Ляпуновых у меня наиболее дружеские отношения были со старшим Алёшей – моим ровесником, очень шумным и беспокойным мальчиком, интересы у нас были противоположные, и так осталось на всю жизнь. В юношеском возрасте он отличался тем, что ничего, кроме книг по математике, не читал – литература его совершенно не интересовала. И вдруг в 17 лет он влетел к нам и стал бурно восхищаться Стефаном Цвейгом, которого внезапно открыл и был потрясён. Вообще, Алеша мог неожиданно появиться, например, на лыжах и, быстро проговорив что-то для него интересное, умчаться в неизвестном направлении. Было трудно предсказать, что он сделает в следующую минуту <...>

Когда Алёша с семьей переехал в Новосибирск, где возглавил отечественную кибернетику, мы стали встречаться редко, а когда встречались, мне бывало странно, что он как-то «кругом» обрастал бородой.

С.С. Намёткин был не только папиным любимым учеником, но и другом, и дружба их длилась до самой кончины С.С. Они никогда не ссорились, а наоборот, приходили на помощь друг другу в самых разных научных и житейских вопросах. И когда в 1947 году академикам выделили дачные участки на Мозжинке<sup>4</sup>, под Звенигородом, то папа и С.С. выбрали места рядом. Они оба очень радовались природе и советовались, что и как надо сажать. У Намёткиных открывался вид на далёкое поле, и С.С. из окон своего кабинета мог любоваться небом и землей, а он так любил просторы ...

С семейством Намёткиных-Ляпуновых моя семья встречалась до самой кончины Елены Васильевны. Все мы находили в её гостеприимном доме на Мозжинке ласковый приют во всякое время года, и детей наших она принимала как своих внуков и при жизни Сергея Семёновича, и после, когда осталась вдовой. Её хватало на всех. Помню, как своему маленькому внуку, толстенькому Саше Маршаку «баба Лёля» хорошо объясняла балет: «Им там слов не нужно – они ногами разговаривают»: а он, четырёхлетний, удивлялся, почему из телевизора голосов не слышно. Иногда казалось, что дача на Мозжинке – это гнездо, откуда вылуплялись и размножались дети: приедешь – и вот уже новый малыш прибыл подышать воздухом!

---

<sup>4</sup> Название местности в 2 км от Звенигорода, где и поныне существует этот посёлок, но семей академиков там уже почти не осталось.– *Ред.*

С.П. Капица

### **ОЧЕРК ВОСПОМИНАНИЙ О КИБЕРНЕТИКЕ И ЕЁ ТВОРЦАХ**

О книге Винера я впервые узнал в 50-м году из разговоров с моим дядей Алексеем Андреевичем Ляпуновым. Дядя Алёша был необыкновенной личностью, обаятельным и красивым человеком, принадлежащим к замечательной семье Ляпуновых. Как и его великий дядя А.М. Ляпунов, он был математиком, логиком, учеником Лузина и Новикова. Во время войны он служил на фронте артиллерийским офицером. После войны он вернулся, защитил докторскую диссертацию по теории множеств, преподавал в Артиллерийской академии и работал в отделе Математического института (который затем стал Институтом прикладной математики им. М.В. Келдыша).

Интересы Алексея Андреевича Ляпунова были очень широки, и мне он рассказал впервые о кибернетике. Более того, в институте я видел экземпляр книги Винера с «гайкой», т. е. с цензурным знаком, запрещающим её распространение. Тогда я прочёл эту книгу в её английском варианте. Она произвела на меня большое впечатление, а разговоры с Алексеем Андреевичем развили и укрепили мои представления в этой области. Надо сказать, что Алексей Андреевич Ляпунов сделал очень много для распространения кибернетики в Советском Союзе. Он, может быть, одним из первых понял значение этой науки и со свойственным ему энтузиазмом и энергией занялся её распространением и пропагандой, несмотря на все запреты.

Интересно отметить, что в те годы Винер преследовался и в Соединённых Штатах, потому что в его книге было написано, что будущее человечества, несомненно, связано с его управлением, иными словами, что идеи кибернетики связаны с идеями социализма. Мысль, которую, мне кажется, очень важно помнить и сегодня, в контексте нашего развития, когда мы так безответственно полагаемся на стихию неуправляемого рынка. Винера же пресле-

---

\* Впервые опубликовано в книге: *История информатики в России: учёные и их школы* (Москва: Наука. – 2003. – С. 103–109).– *Ред.*

довали в Соединённых Штатах маккартистски настроенные деятели именно потому, что он теоретически обосновывал необходимость управления развитием общества.

Мы много рассуждали на эти темы с Алексеем Андреевичем. Помню, когда-то в шутку я ему заметил: «Знаешь, дядя Алёша, настанет время, когда кибернетику признают, её будут преподавать в университетах, а твой портрет с бородой, как портрет Карла Маркса, будет висеть на кафедре, и студентов будут снимать со стипендии, если они не сдадут кибернетику».

Он страшно замахал руками: «как ты можешь такие вещи говорить!» Вместе с тем, так оно и случилось. В МГУ есть факультет прикладной математики и кибернетики. На кафедре кибернетики, несомненно, висит портрет Алексея Андреевича Ляпунова, а мой старший внук Андрей сейчас поступил на ВМК и, наверное, его снимут со стипендии, если он не сдаст кибернетику.

Но на самом деле это был очень важный поворот. Хорошо известно, что кибернетику тогда предавали анафеме, есть печально знаменитая цитата из философского словаря, которая говорит, что кибернетика – «буржуазная лженаука». Эти представления официальной идеологии надолго задержали развитие кибернетики, как и вычислительной математики в нашей стране. Но надо сказать, что кибернетику критиковали в те времена и потому, что многие не признавали её всеобъемлющего, междисциплинарного, характера. Так, некоторые остроловы говорили, что в формулировке «буржуазная лженаука» неверно только то, что это *буржуазная* лженаука.

В 1960 году Винер приезжал на конгресс ИФАК в Советский Союз и провёл несколько докладов и семинаров. На семинаре в Институте молекулярной биологии, у нашего замечательного биохимика Владимира Александровича Энгельгардта меня пригласили переводить Винера. Его я переводил, стоя рядом с ним у доски и давая необходимые объяснения. Я сильно волновался, поскольку Винер говорил не очень чётко и иногда было трудно его понять, а только понявши я мог его перевести. Публика же была очень квалифицированной, многие, как М.В. Волькенштейн, прекрасно знали английский.

После доклада я разговаривал с самим Винером и должен сказать, что Винер на меня не произвёл очень глубокого впечатления. У него были признаки, я бы сказал, несколько инфантильного подхода к проблемам, о которых он говорил. Не говоря уже о том, что сам доклад был крайне элементарен. Я не знаю, то ли он считал, что аудитория недостаточно квалифицированная, то ли он на самом деле думал, что так всё и есть.

Но тем не менее, конечно, это была встреча с выдающимся человеком, и тем она была и памятна. Потом, в течение многих лет, естественно, я соприкасался и с Алексеем Андреевичем Ляпуновым, когда он переехал в Новосибирск, ставши членом-корреспондентом АН, а его дом в Золотой долине был необычайно привлекательным для молодёжи, как центр интеллектуальной и культурной жизни.

Сейчас, в перспективе 50-ти лет видно, быть может, всё значение кибернетики как абсолютно своевременной попытки внести интегрированное, системное мышление в области, где до сих пор это не происходило, в первую очередь, в область общественных наук, в биологию, в область понимания сущности живого. Сейчас мы гораздо яснее смотрим на эти вещи. Наконец, пришла синергетика, которая в известном смысле стала наследницей кибернетики. И не случайно, что именно в Институте прикладной математики исследования по синергетике получили своё современное развитие в нашей стране.

По существу, кибернетика и синергетика – это есть исследование сложных нелинейных систем. В этой области было две противоборствующих тенденции. Одна пыталась объяснить всё, начиная с элементарных процессов, и вы должны были идти от элементарных процессов, будь то в обществе, биохимии или в других системах к более сложному и, таким образом, объяснить поведение системы, исходя из элементарных процессов. Другим был интегративный подход, когда смотрели на поведение той или иной системы и пытались объяснить её развитие и поведение в целом. Это противостояние аналитического и синтетического метода в настоящее время приобрело очень большую остроту и даже привело к кризису в ряде научных дисциплин.

Попыткой такого редукционистского подхода в области развития общественных явлений были первые доклады Римского клуба «Пределы роста», связанные с именами Форрестера и Медоуза. Сейчас, через 30 лет после того, как эти работы появились, видна как их фактическая неправильность, так и методологическая несостоятельность. Однако, крупной и очень важной заслугой их авторов было то, что они со всей отчётливостью привлекли внимание к тому, что есть так называемые глобальные проблемы.

Но исследовать, а тем более решать эти глобальные проблемы на основе такого подхода, детального анализа, что мы можем всё просчитать и смоделировать на мощных машинах, оказалось неверным. Не потому, что недостаточно мощны машины, сколько потому, что невозможно в существенно нелинейной системе учесть

сколько-нибудь точно все взаимодействия, которые в этой системе происходят, а тем более выразить их количественно. Поэтому, с моей точки зрения, такие попытки для сложных систем, которой является любая биологическая система, не говоря уже о системах социальных, навряд ли могут привести к серьезному успеху.

Вместе с тем, идеи кибернетики и подходы синергетики позволяют смотреть на эти вещи с интегративных точек зрения. В этом, мне кажется, состоит один из главных уроков, который можно извлечь из развития кибернетики. Именно в этом ценность влияния, которые Винер и его работы оказали на наше мышление.

Другой важный урок состоит в том, что видна необходимость взаимодействия биологических, социальных наук и наук, достаточно самонадеянно называющих себя точными и естественными. Это вызов, который сегодня поставлен ещё более остро, чем тогда, когда пионером в этой области был Винер. Надо сказать, что у него были и предшественники, в первую очередь А.А. Богданов в России. Российская философская мысль, традиции В.И. Вернадского, наших естественных наук, служили благодатной почвой для восприятия идей кибернетики. Ведь то же было и с дарвинизмом. Россию, как известно, называли второй родиной дарвинизма. Русские учёные по своему менталитету, широте подхода гораздо легче воспринимали эти идеи, чем Запад. Мы в самом широком смысле воспринимали общие идеи эволюции, в то время, как они всё спрашивали «в чем механизм эволюции?» Успех Дарвина был связан с тем, что он предложил механизм эволюции в виде естественного отбора.

Мы знаем, что это далеко не единственный механизм эволюции, что эволюция на самом деле очень сложна, что теперь мы её объясняем именно в представлениях популяционной генетики, поведения и самоорганизации сложных нелинейных систем. Но потребовалось 50 лет кибернетики, а теперь и синергетики, для того, чтобы это понять.

С представлениями кибернетики связано понятие информации, в первую очередь – через работы Шеннона, которые появились приблизительно в то же время. Они указали на способ определения информации в технике связи, а затем и термодинамике необратимых процессов, когда стала понятна фундаментальная важность информации. Однако это представление о информации часто понимается очень вульгарно. Сейчас и в общественном сознании, и в средствах массовой информации – всюду говорится об информации. Вы только дайте нам информацию, мы во всем, как говорится, разберёмся. Сейчас весь мир помешан на информации и



высшим выражением этого стал Интернет. Пожалуйста, нажал на кнопку, получаешь что угодно. От Британской энциклопедии до любой справки о любом человеке, сколько-нибудь заметном, и т. д. С другой стороны, всякий человек может опубликовать любую глупость, и даже пакость, и такой информации более чем достаточно. Здесь мне бы хотелось напомнить замечательное высказывание нашего очень видного советского психолога Алексея Николаевича Леонтьева, который ещё в 65-м году обсуждал эту проблему и заметил, что *избыток информации ведёт к оскудению души*. Я думаю, что здесь очень точно выражено, что означает избыток информации.

Кстати, это верно и в науке. Хорошо известно, что в науке люди, широко эрудированные, знающие всё, обычно обладают низким творческим потенциалом. Они всё знают и ничего не могут. У них нет в душе творчества.

Когда я заведовал в течение 35-ти лет кафедрой физики Московского физико-технического института, студентам предлагали решать бесчисленное количество задач, 100 задач за семестр. Я предлагал разменять 100 задач, которые они должны решить, на то, чтобы они придумали одну оригинальную задачу. Однако я крайне редко находил отклик на такой торг. Студенты готовы были решать и умели решать сотни задач, шёлкая их как орешки, и очень редко они проявляли изобретательность, находили и формулировали новые задачи. Кстати, то же самое относилось и к преподавательскому составу. Я всегда отмечал тех, кто был способен предложить задачи, в отличие от тех, кто только умел их решать. Ведь только те, кто могут предложить, поставить задачу, с моей точки зрения являются полноценными учителями молодого поколения будущих учёных.

В отношении кибернетики мы видели в своё время именно эйфорию, веру, если хотите, в технократический, хотя это очень грубо сказано, подход к социальным и человеческим проблемам. Тогда почти все учёные были убеждены, что в каком-то смысле в науке нет человеческих проблем, что она даже вне морали. Тогда никто из учёных всерьёз не воспринимал морально-этические проблемы, не говоря уже о религии, над попами смеялись, иронизировали или вообще пренебрегали их существованием. Это имело место и до революции и после. Я знаю поколение моего отца и моего деда. Почитайте воспоминания Алексея Николаевича Крылова, который с детства и ранней молодости издевался над попами, и делал это всю жизнь, как я хорошо помню. И это не дань коммунистическим идеалам, он был гораздо выше этого. Но эта позиция отражала настроения, рационализм той эпохи.



Однако были отдельные учёные, такие как В.И. Вернадский, которые понимали тот сложный исторически обусловленный круг вопросов, который существует в этой области. Вспомните его пророческие слова, сказанные в 1920 году, когда стало принципиально ясно, что человек может овладеть ядерной энергией, о том, хватит ли у человечества сил и ума не обратить эти открытия себе во вред. Правда, русских религиозных философов, искавших ответы на вопросы о судьбах человечества не принимала и церковь, так что они были отвержены и справа и слева. Но это обычно и происходит с первопроходцами.

Сейчас учёные, наконец, начинают понимать, что есть моральные и этические проблемы, которые неизбежно стоят перед наукой. Впервые в острой форме это произошло в связи с угрозой глобальной ядерной войны, а теперь этот круг вопросов связан с прогрессом в области экспериментальной эмбриологии и методов генной инженерии. Даже сам этот термин уже имеет технократический оттенок. Заметим, что то же самое можно сказать о так называемых политических технологиях, часто принимающих форму не столько убеждения, сколько прямого обмана средствами массовой информации, часто путем придания частным вопросам эмоциональной значимости, далеко не соответствующей сущности дела. В этих случаях полагают, что люди должны верить тому, что им говорят или обещают, а не понимать, что происходит.

В науке тоже имеется колоссальное количество частных сообщений, масса журналов, конференции по любому наперёд заданному вопросу и практически всё меньше и меньше крупных обобщающих трудов, потому что они требуют длительного времени для своего написания, сосредоточения и больших интеллектуальных усилий...

В свое время Ландау и Лифшиц написали знаменитый десяти-томный «Курс теоретической физики», на котором воспитаны поколения теоретиков. Курс, правда, был отмечен высшими наградами. Но это скорее исключение, чем правило, а сегодня появление таких обобщающих трудов мало вероятно. Во всяком случае, такая книга, как «Кибернетика» Винера заставляет думать и сегодня... Она не устарела как интеллектуальный опыт, и проблемы, которые там затрагиваются, существуют и сейчас. Может быть, сегодня мы понимаем их чуть глубже и шире, чем это было тогда, когда они были первоначально поставлены.

Вернемся к проблеме управления рынком и социальной ответственности перед страной и обществом. Ведь для наших апологетов разгула рыночной экономики это такая же анафема, как это было для американских антикоммунистов 50 лет назад.

Интересно отметить, что само появление исследований Винера было связано с тем, что во время войны было понято значение систем управления: управление артиллерийским огнем, управление операцией, управление сражением, управление в экономике, наконец.

Я думаю, что в этом смысле есть какой-то параллелизм между биографиями Алексея Андреевича и Норберта Винера. Только Винер провёл войну в лаборатории Массачусетского технологического института, а Алексей Андреевич, после серьёзного математического воспитания в Московской математической школе, прошёл через поля сражений Великой Отечественной войны. В этом отношении мы видим, что появление кибернетики было, несомненно, связано с военными обстоятельствами того времени.

Характерно также влияние, которое Аксель Иванович Берг оказал на развитие этой области. Он был военным, вышедшим из подводного флота, одним из самых образованных военных моряков в нашей стране. Берг не только занимался проблемами радиолокации, которую вообще невозможно развивать, не понимая основных идей управления, кибернетики и информатики, но и возглавлял комиссию по кибернетике при Академии наук.

Есть ещё одна параллель в жизнеописаниях Винера и Ляпунова – оба они начинали с очень абстрактных разделов математики – дескриптивная теория множеств у Ляпунова и теория функций у Винера. Ляпунов, так же как и Винер, всеми этими событиями был подготовлен к занятиям кибернетикой. Для Винера большую роль сыграл его интерес к биологии и дружба с Артуро Розенблютом. Алексей Андреевич тоже был широко образован, и у него всегда был интерес к биологии, а в его жизни большое место занимала дружба с Н.В. Тимофеевым-Ресовским и Л.В. Крушинским, так что и здесь есть параллелизм, который поучительно подчеркнуть.

Наблюдая прогресс современной информатики, с которым связывают не только стремительное собственное её развитие, но и определяющее влияние на науку, экономику, торговлю, культуру и военную безопасность страны и общества, можно утверждать, что история развития кибернетики – поучительный пример того, как на стыке разных наук, различных интеллектуальных традиций, под влиянием иногда очень отвлечённых проблем науки, побуждаемая также войной, возникает новая область человеческой деятельности, масштаб которой не могли до конца представить даже те, кто первыми вступили на этот путь, но интуитивно понимали всё её значение и будущее.

Е.Г. Козлова

## ПРО ДЯДЮ АЛЁШУ\*

### Динозавры

Дядя Алёша всегда поражал наше воображение: что у него ни спросишь – всё знает. Спросишь про камни – расскажет про камни, попросишь задачку – даст задачку, над которой долго будешь думать, а сам знает решение, спросишь про звёзды – расскажет про звёзды.

Было нам по 4–5 лет (вернее, Асику<sup>1</sup> 4, а нам с Андрюшкой<sup>2</sup> по 5). Сидим мы как-то вечером на даче на веранде, а дядя Алёша ходит по этой веранде взад-вперед и ест гречневую кашу с молоком (мы знали, что есть можно только вместе со всеми и только сидя за столом, но дяде Алёше разрешалось: ему часто приходилось есть не вовремя, поскольку у него был диабет). И рассказывает нам дядя Алёша про динозавров. Бывали они огромные, с длинными зубами, толстенными лапами и огромными головами, а бывали, например диплодоки – с совсем маленькими головками (примерно, как у коровы)... Тут дядя Алёша доходит до той стены, которая дальше всего от дачного забора – там метров 30 или больше – и говорит, что хоть голова и была маленькая, но туловище было такое длинное, что, если бы кончик его хвоста касался забора, то он смог бы слизнуть кашу с этой тарелки. Нам это показалось подозрительным (ну, зачем ему кашу есть?).

Через некоторое время нам удалось попасть в палеонтологический музей (именно «попасть», потому что он всё время был за-

---

\* Об Алексее Андреевиче рассказывалось множество историй, и фантастических, и вполне достоверных. В них отражалась любовь и восхищение окружающих. Историю, которую приводит Е. Козлова, она слышала в дошкольные детские годы, и эта история звучит вполне правдоподобно и соответствует образу и характеру А.А. Только на самом деле эта история произошла не на Курской дуге, а в боях за освобождение Крыма.– *Н.А. Ляпунова.*

<sup>1</sup> Аскольд Георгиевич Хованский.– *Н.А. Ляпунова.*

<sup>2</sup> Андрей Ярославович Ляпунов, племянник Алексея Андреевича Ляпунова.– *Н.А. Ляпунова.*

крыт; мы ходили туда почти каждое воскресенье, наверное, в течение года, и, наконец, устроили такой громкий рев от обиды, что из музея вышел какой-то человек и, узнав в чём дело, пустил нас в музей и устроил нам экскурсию). Тут-то мы и убедились, что дядя Алёша говорил чистую правду, и с тех пор верили ему безоговорочно.

### **Телескоп**

Дядя Алёша очень много рассказывал про астрономию. Когда мне было 8–9 лет, мне дядя Алёша с тетей Татой на день рождения подарили книгу Перельмана «Занимательная астрономия». Очень много лет это была моя самая любимая книжка, я её знала наизусть.

Летом после первого курса я гостила у тети Таты с дядей Алёшей в Академгородке. По вечерам, если небо было чистое, дядя Алёша доставал телескоп, и мы смотрели на звезды. Дядя Алёша любил показывать Луну и двойную звезду в созвездии Большой Медведицы. На Луне можно было рассмотреть кратеры и океаны. А двойная звезда меня поразила. Считается, что можно увидеть невооруженным глазом, что она двойная, но мои глаза, даже вооружённые очками, её не видели, а в телескоп – пожалуйста, вот они обе.

Однажды к дяде Алёше пришёл в гости какой-то человек (не помню, кто это был, но помню, что я его побаивалась). Вечером дядя Алёша достал телескоп. Похоже, гость первый раз пользовался телескопом. Дядя Алёша долго настраивал телескоп и вдруг сказал, что нашёл нечто интересное и, поскольку Ленка очень хорошо знает звездное небо, попросим её сказать, что это такое. Мне сильно поплохело. Ничего себе, думаю. Дядя Алёша никогда меня так не подставлял, ему-то хорошо известно, что звездное небо я знаю на уровне «ля-ля-тополя». Подхожу на негнущихся ногах к телескопу и вижу... Могла бы, балда, и догадаться, что на злые шутки дядя Алёша был не способен. Там был Сатурн, который даже человек, совсем ничего не смыслящий в астрономии, не узнать не сможет.

### **Зачет по матанализу**

Я учусь в Новосибирске, на втором курсе. Скоро зимняя сессия. Зачитывают результаты последней контрольной по анализу, и в зависимости от результатов этой контрольной и предыдущей (на которую я не пошла – не подготовилась) будут ставить зачёты-автоматы, т. е., зачёт ставится за работу в семестре, ходить сдавать

его несколько раз (а только так и сдавали!) не надо. Я не очень-то и слушаю, поскольку понимаю, что только за одну контрольную зачёт не поставят. И вдруг неожиданно оказывается, что один из студентов, очень хорошо работавший в семестре, почему-то плохо написал эту контрольную. Преподаватель говорит, что не может не поставить ему автомат, и поэтому автомат получают все, у кого по сумме двух контрольных столько решённых задач, сколько у этого студента. И я тоже получаю зачёт, поскольку вторая контрольная решена полностью, и это компенсирует даже то, что первая не писалась вообще. Я, естественно, считала, что мне просто повезло. Когда я пришла домой, дядя Алёша очень обрадовался, и сказал, что, грешным делом, думал, что я бездельничаю, а я, оказывается, так много занималась, что даже получила «автомат». Мне стало не по себе от незаслуженной похвалы, я и говорю: «Вообще-то, я, на самом деле, много бездельничала». «Нет, сказал дядя Алёша, если уж тебе Юра Васильев поставил „зачёт“, значит, заслужила».

## Лекции

Дядя Алёша потрясающе читал лекции: во-первых, очень понятно, во-вторых, иногда он вдруг останавливался... и видно было (или казалось?), что он забыл доказательство. Что он тогда делал? Он просто обращался за помощью к аудитории. И – помогали.

Он очень чётко следил, когда аудитория устала слушать лектора. Тогда он начинал нам рассказывать анекдоты про учёных. Например, как у Ньютона была кошка, и чтобы она ему не мешала, он вырезал отверстие в двери... Потом появились котята... Такого типа анекдоты...

## Курская битва

Про Курскую битву я знаю совершенно потрясающую историю: битву на Курской дуге выиграл дядя Алёша. Каким образом? Дядя Алёша, когда ему было лет 18–19, попал на работу в Институт геофизики, и участвовал в экспедиции на Курскую магнитную аномалию.

Когда началась Курская битва, он был артиллеристом. Его задача была – по определённым правилам рассчитывать куда стрелять, как направлять орудия. Но дядя Алёша заметил, что снаряды не попадают в заданные цели, и он понял почему, и прямо в ходе боя ввёл поправку на то, что в этой зоне на расчёты влияла магнитная аномалия. Оказалось, что его отделение было единственным, которое попадало куда надо. (И немцы тоже стреляли мимо!).

## VI. ВОСПОМИНАНИЯ УЧЕНИКОВ, ДРУЗЕЙ, КОЛЛЕГ ОБ А.А. ЛЯПУНОВЕ

---

Сначала его собирались судить за то, что он не по правилам действует. И тут выяснилось, что никто не попадает, а он попадает. Его стали спрашивать, что это означает, и он сказал, что он вносил поправки в связи с отклонением расчётных координат стрельбы из-за Курской аномалии.

Л.В. Крушинский

---

## ВОСПОМИНАНИЯ

*Своими воспоминаниями об А.А. Ляпунове делится его друг со школьных лет, биолог, член-корреспондент АН СССР (с 1974 г.), профессор Московского университета Леонид Викторович Крушинский (1911–1984). Воспоминания написаны в 1974/75 гг., в ответ на просьбу Н.Н. Воронцова (1934–2001), который в те годы работал над текстом биографического очерка об А.А. Ляпунове. Сокращенный вариант очерка Воронцова «Окружение и личность» был опубликован в журнале «Природа» (1987, № 5, с. 81–95).*

*Полный текст воспоминаний Л.В. Крушинского публикуется впервые. – Н.А. Ляпунова.*

Моё знакомство с Алёшей произошло в 1924 году, когда было нам по 13 лет. После смерти моего отца, в Москву приехал и стал жить в нашей семье мой дед, известный казанский математик профессор Александр Васильевич Васильев. Вскоре после своего приезда он навестил семью Ляпуновых, с которыми был знаком по Казани.

Помню, как дед, придя от Ляпуновых, восторженно говорил об этой семье, в которой сохранились лучшие традиции русской интеллигенции. Он сказал, что непременно познакомит меня с Алёшей, который очень понравился деду. Насколько я припоминаю, дед говорил, что они с Алёшей уже тогда вели беседу о математике. Это вполне вероятно, так как несколько позднее, думаю, что с 1924/25 года Алёша начал приходить к деду, и они вели беседы о математике. Будучи взрослым, Алёша говорил мне, что дед оказал большое влияние на развитие его математических интересов. Он говорил также, что книга моего деда «Целое число» была одной из любимых математических книг его юности.

Семья Ляпуновых, занимавшая в то время большую квартиру в особняке на Солянке, произвела на меня большое впечатление. В этом доме я впервые увидел прекрасные картины, находящиеся в частной квартире<sup>1</sup>. Как сейчас помню большое полотно Куинджи,

---

<sup>1</sup> Отец А.А., Андрей Николаевич Ляпунов, был страстным коллекционером картин. (См. о нём в «Приложении» некролог, написанный И.Э. Грабарём). – *Ред.*



Л.В. Крушинский

висевшее в столовой<sup>2</sup>. В семье было семь детей. В таких многодетных семьях мне до того времени не приходилось бывать. Очень хорошо помню очаровательную мать этого большого семейства. Елена Васильевна встретила меня очень ласково. Алёша был красивым, просто одетым мальчиком. Он стал рассказывать мне что-то, выходящее за пределы моего тогдашнего

понимания. Я понял, что это очень начитанный мальчик, интересы которого совершенно не совпадают с уровнем моих тогдашних познаний. Мои интересы были связаны в основном с животными. Но мы быстро нашли общий язык. Алёша предложил мне сыграть с ним в шахматы, и довольно легко обыграл меня. Алёша хорошо играл. Из остальных детей я помню Веру и Аскольда, которые были несколькими годами моложе нас с Алёшей. В доме Ляпуновых на Солянке бывал в то время цвет русской интеллигенции. Помню академиков П.П. Лазарева, И.Э. Грабаря, Н.Д. Зелинского.

После первого знакомства с Алёшей я начал встречаться с ним в школе. Мы учились в 42-й школе (бывшей реформатской гимназии), но в разных классах. Алёша был в то время организатором школьного шахматного кружка. (В зрелые годы А.А. совершенно перестал играть в шахматы, считая, что они отвлекают его от научных занятий)<sup>3</sup>. Хорошо помню, что об Алёше говорили в школе,

<sup>2</sup> Картина Куинджи «Ночь на Днепре» была одной из самых любимых вещей Андрея Николаевича в его коллекции. Она висела в столовой в нише и освещалась скрытой лампой. Перед картиной стоял диванчик, на котором А.Н. любил отдыхать сам и приглашал друзей дома для тихой послеобеденной беседы.— *Н.А. Ляпунова.*

<sup>3</sup> Это не совсем так. А.А. до конца жизни очень любил шахматы. Доску с расставленными фигурами почти всегда можно было видеть в его кабинете. В послевоенные годы, когда за шахматными чемпионатами очень многие следили, по радио передавали положение фигур отложенных партий. А.А. обычно эти сообщения внимательно слушал, потом подходил к доске, по памяти расставлял фигуры, некоторое время ходил взад-вперёд по комнате, останавливался у доски и делал несколько ходов. Потом радостно сообщал, для кого эта партия выигрышная. Но он никогда не участвовал в соревнованиях и не советовал, и даже не разрешал это делать своим ученикам, поскольку действительно считал, что это конкурирует с успешными занятиями математикой.— *Н.А. Ляпунова.*



как о мальчике очень способном к математике. Мы учились математике у Сергея Николаевича Успенского, прекрасного педагога и очень симпатичного человека. На своих уроках он давал общие задания классу, а Алёше предлагал персональные задания, так как по своим математическим знаниям Алёша был гораздо выше учеников своего класса.

Летом 1924 года мы жили на даче в Томилине, где снимала дачу и семья Ляпуновых–Намёткиных. Здесь мы довольно часто встречались. Алёша приходил к моему деду, иногда я ходил к Алёше играть в шахматы. Иногда Алёша заходил к Грабарям, которые жили рядом с нами. Я провожал его до дома. При этом Алёша пытался вести со мной серьёзные разговоры по разным вопросам, но я был в то время всецело поглощен рыбной ловлей, купаньем и верховой ездой (отводил лошадей в ночное). К этим занятиям у Алёши не было никакого тяготения.

В последующие годы, помимо математики, Алёша стал интересоваться химией. Этот интерес пробудился у него, видимо, под влиянием академика С.С. Намёткина, за которого вышла замуж Елена Васильевна после смерти своего мужа Андрея Николаевича Ляпунова<sup>4</sup>. Интерес к биологии появился у Алёши ещё тогда, когда он учился в средних классах школы. Когда мы были в старших классах, Алёша познакомился с Николаем Константиновичем Кольцовым, и я помню его восторженные рассказы о нём. Алёшу особенно привлекало в Николае Константиновиче то, что он связывал биологические проблемы с химией. Как раз в эти годы Н.К. Кольцов высказал известную гипотезу о том, что хромосома является гигантской белковой молекулой. Весьма вероятно, что Н.К. Кольцов мог советоваться по поводу своей гипотезы с Намёткиным, Зелинским или Лазаревым, а от них Алёша мог познакомиться и с интересами Н.К. Кольцова. Но конкретно о молекулярной гипотезе структуры хромосомы Алёша мне не рассказывал. Я бы несомненно это запомнил, так как в это время я уже посещал семинары по генетике в МГУ, которые вёл Н.А. Ильин, ассистент профессора М.М. Завадовского.

---

<sup>4</sup> А.Н. скоропостижно скончался в 1923 году, и Е.В. осталась с семьёй детьми (последний – Андрей – родился уже после смерти отца). А меньше, чем через год, от туберкулёза скончалась сестра А.Н. Лидинька, жена Сергея Семёновича Намёткина, оставив двух детей. Семьи Ляпуновых и Намёткиных были очень дружны и жили общим домом в одной большой квартире. Е.В. и С.С. вместе воспитывали девятых детей. Они поженились только в 1929 г., когда пришлось переезжать на другую квартиру в Хавско-Шаболовский переулок. – *Н.А. Ляпунова.*

Мне кажется, что в школьные годы Алёша ещё не интересовался специально генетикой. Я не помню, чтобы в это время у нас с ним были беседы о генетике. Из биологических дисциплин он проявлял в то время большой интерес к биофизике. Этот интерес, несомненно, проявился у него под влиянием П.П. Лазарева. Пётр Петрович, постоянно бывая в доме Ляпуновых, говорил с Алёшей о биофизике, дарил ему отски свои работ. Несколько этих отсков Алеша давал мне прочесть. Думаю, что генетикой Алёша начал интересоваться несколько позднее. Во всяком случае, в 1930-м году, когда мы были студентами младших курсов, встречаясь с Алёшей в квартире Ляпуновых на Шаболовке, мы беседовали с ним в основном о генетике. Она интересовала его как одна из наиболее точных биологических дисциплин.

Уже в это время его интересы были очень широки. Он интересовался, помимо математики, химии, биологии, – астрономией и начал увлекаться минералогией. Во всех этих областях науки он много читал, и его познания были глубокими. Обладая прекрасной памятью и следя за состоянием развития науки, Алёша уже тогда порадовал широтой своих познаний.

В это время подросли Вера и Аскольд, так что мне стало интересно и их общество. С Верой я ходил в театр, у Аскольда были биологические интересы, и он тянулся ко мне как к студенту-биологу.

В последующие годы мы реже встречались с Алёшей, но когда встречались, всегда было много вопросов, которые интересовали нас обоих. Наше вторичное сближение с Алексеем Андреевичем началось в конце 40-х годов.

События, произошедшие в биологии в связи с августовской сессией ВАСХНИЛ, привлекли особенно большое внимание Алексея Андреевича к биологии, судьба которой очень волновала его как пламенного патриота нашей страны и отечественной науки.

Вероятно, в то время я был наиболее близким к А.А. Ляпунову биологом, который мог давать ему информацию о состоянии этой науки. Живой интерес к биологии диктовался Алексею Андреевичу ещё и тем, что его подрастающие дочери проявляли интерес к биологии и хотели стать биологами.

И, наконец, в это время начала зарождаться кибернетика, которой Алексей Андреевич отдал два последних десятилетия своей жизни.

Ещё до появления в свет в 1948 году известной книги Винера по кибернетике, Алексей Андреевич очень интересовался системами управления, лежащими в основе живых организмов. Поэтому его внимание привлекали работы моего университетского учителя

М.М. Завадовского по взаимопротиворечивому взаимодействию между органами и тканями в теле развивающегося организма («принцип плюс-минус взаимодействия»). Представления М.М. Завадовского, которые он в чёткой форме высказал ещё в годы моей студенческой жизни (1933/34 гг.), безусловно, надо считать первыми ясно высказанными идеями, лёгшими позднее в основу кибернетики. Поэтому не случайно, что на одном из первых семинаров по кибернетике, которые организовал Алексей Андреевич в новом здании Московского университета, был заслушан доклад М.М. Завадовского о принципе плюс-минус взаимодействия.

С 1955 года семинары Ляпунова в МГУ по кибернетике начали привлекать большое количество слушателей. Заседания происходили на механико-математическом факультете. В развитии моей научной работы эти семинары сыграли исключительно большую роль. В начале пятидесятых годов я начал проводить экспериментальные исследования по изучению элементарной рассудочной деятельности у животных. Я исходил из положения, что важнейшим критерием, лежащим в основе рассудочной деятельности, является способность животных к улавливанию законов движения. Выяснилась различная способность разных видов животных к улавливанию эмпирических законов движения. Критерием является успешное решение задач, требующий способности к экстраполяции. На одном из заседаний семинара я сделал сообщение о проводимых мной исследованиях. Алексей Андреевич очень хорошо отнёсся к моей работе. Он понял, что высшие функции мозга нельзя свести к сумме условных и безусловных рефлексов. В его лице я встретил первого учёного, активно поддержавшего начало моих исследований. Он предложил мне напечатать статью в организованном им центральном печатном органе по проблемам кибернетики (статья опубликована в 1959 г., во 2-м выпуске сборника «Проблемы кибернетики»). Моей статье было предпослано написанное Алексеем Андреевичем введение от редакции. В этом введении чётко указывалось на значение начатого мной исследования для биологии и кибернетики. Такая поддержка со стороны Алексея Андреевича была исключительно важна для меня. В физиологических журналах в то время не могло быть и речи о публикации моих исследований – там публиковались почти исключительно работы по условным рефлексам. Статья, которую предложили мне напечатать психологи, не была опубликована. Один из членов редакции сказал мне, что они боятся её опубликовать: «Печатайтесь у кибернетиков, они ничего не боятся». И действительно, Алексей Андреевич никогда не боялся писать, говорить и публиковать что-либо, что ещё не

было признано «официальным мнением», но в чём он видел хотя бы крупицу рационального для развития науки в будущем.

Семинары по кибернетике и издание сборников «Проблемы кибернетики» сыграли, безусловно, огромную роль в распространении идей кибернетики и формировании исследовательских групп по этой дисциплине в нашей стране. Я с полной уверенностью могу сказать, что развитие кибернетики в нашей стране, безусловно, обязано, в первую очередь, Алексею Андреевичу и той небольшой группе людей, которая объединилась вокруг него. Семинары Алексея Андреевича по кибернетике являлись, в первую очередь, творческой формой обмена мнениями между встречавшимися на нём участниками, работающими в разных областях науки. Это было первое организованное объединение группы математиков, физиков и биологов, которые интересовались этой новой наукой.

Круг интересов и знание биологии были у Алексея Андреевича весьма широкими. Ещё в школьные годы, под влиянием общения с академиком П.П. Лазаревым, он заинтересовался проблемами биофизики, под влиянием академика С.С. Намёткина, он с большим интересом начал следить за развитием зарождающейся биохимии. Его собственным математическим интересам соответствовала генетика, за развитием которой он следил чрезвычайно внимательно. Его особенно интересовали в последние годы жизни проблемы популяционной генетики. Эти интересы укреплялись его дружбой с Николаем Владимировичем Тимофеевым-Ресовским, который очень ценил широту взглядов, эрудицию и безграничную любовь Алексея Андреевича к науке.

Большую роль играл Алексей Андреевич в пропаганде генетики и подготовке генетических кадров в пятидесятых годах. В Московском университете преподавание «генетики» в то время находилось всецело в руках лысенковцев. Студенты выслушивали в этих курсах фактически только антигенетическую пропаганду, направленную против генетики и эволюционного учения. Поскольку дочери Алексея Андреевича были в это время студентками биологического факультета, он организовал у себя на квартире семинар по генетике. На этом семинаре, ещё до официального признания генетики и коренной перестройки преподавания биологии в ВУЗах, под руководством Алексея Андреевича была подготовлена группа биологов, знавших основы генетики. Все они успешно работают в настоящее время в области генетики и молекулярной биологии.

Решение, принятое Алексеем Андреевичем, переехать в Сибирский филиал АН СССР, как мне казалось, должно было оторвать его от большого количества друзей, которые были у него в

Москве, от семинара по кибернетике, от редактирования «Проблем кибернетики», от других организационных дел, которыми была полна жизнь Алексея Андреевича.

Однако, несмотря на его переезд в Новосибирск, он продолжал быть тесно связанным с Москвой. Его довольно частые приезды в Москву давали ему возможность поддерживать дружеские и деловые контакты с москвичами. «Проблемы кибернетики» продолжали систематически выходить под его редакцией. Причём редакторскую работу он выполнял в высшей степени добросовестно. Каждый его приезд в Москву бывал чрезвычайно насыщен множеством деловых встреч, значительная часть которых состоялась с авторами статей, печатающихся в «Проблемах кибернетики».

При этих встречах Алексей Андреевич обсуждал и чрезвычайно тщательно редактировал каждую статью. Сам Алексей Андреевич был доволен тем, что переехал в Новосибирск. Он говорил мне, что у него сложились в Новосибирске хорошие условия для работы. Он с гордостью показывал мне в своём коттедже в Новосибирске свою библиотеку, огромную картотеку и прекрасно систематизированный архив своих работ. Огромную роль в организации научной работы Алексея Андреевича играла его жена Анастасия Савельевна, которая посвятила всю свою жизнь семье, а после того как у дочерей образовались свои семьи, она целиком жила интересами Алексея Андреевича.

Будучи нездоровым человеком (у Алексея Андреевича ещё в молодом возрасте начался диабет, к которому присоединилось сердечно-сосудистое заболевание), он, тем не менее, вёл чрезвычайно насыщенный в научном отношении образ жизни, совершенно не обращая внимания на своё часто плохое самочувствие.

Особенно ярко пренебрежение к своим болезням проявлялось у Алексея Андреевича во время его приездов в Москву. Огромное количество встреч с обсуждением различных научных проблем, редакторская работа делали каждый день пребывания Алексея Андреевича в Москве чрезвычайно уплотнённым. Это не проходило даром для его здоровья. То сердечные нарушения, то спазмы сосудов мозга вынуждали его ложиться в постель. Но после одного, максимум двух дней постельного режима, он со всем пылом своей страстной натуры опять с утра до позднего вечера погружался в свою кипучую деятельность. Эта кипучая деятельность Алексея Андреевича была характерной чертой его характера.

Чрезвычайно широкие интересы, огромная эрудиция и память, исключительная доброжелательность к людям и желание помочь каждому, кто обращался к нему, привлекали огромное количество

людей самых различных специальностей. Он всегда был окружён множеством людей. Особенно любил Алексей Андреевич молодёжь. Двери дома Ляпуновых были всегда открыты для всех. Это был своеобразный научный салон, в котором встречались люди самых различных специальностей, в котором, благодаря исключительно радушию хозяев, каждый, кто посещал этот дом, чувствовал себя очень непринуждённо. В этом доме все, от школьника до академика, принимались с одинаковым радушием и могли на равных правах обсуждать интересующие их научные вопросы.

Я видел, как в московский период своей жизни Алексей Андреевич оказывал очень большое влияние на формирование научного мировоззрения большого количества университетской молодёжи. Во всяком случае, с несомненностью можно сказать, что многие проблемы генетики, кибернетики, бионики и биофизики зародились в Московском университете благодаря Алексею Андреевичу. Думаю, что не ошибусь, если скажу, что студенты-биофизики физического факультета МГУ, в начальном периоде формирования этой специальности, являлись прямыми или опосредованными учениками Алексея Андреевича, многие из них посещали семинары по проблемам кибернетики.

Переехав в Новосибирск, Алексей Андреевич, вместе с Игорем Андреевичем Полетаевым, одним из наиболее активных участников Московского семинара по кибернетике, организовали в Новосибирском отделении АН СССР Отдел кибернетики. Алексей Андреевич, со свойственным его страстной натуре пылом, вкладывал все силы в эту работу. При каждой новой встрече он постоянно рассказывал мне о том, как успешно начала развиваться работа по кибернетике в Новосибирске.

Огромна роль Алексея Андреевича в воспитании научных кадров. Вокруг него всегда находилась молодёжь. Она тянулась к нему как к исключительно обаятельному человеку, обладающему огромной эрудицией, который делал широкие обобщения в пограничных областях с математикой. Алексей Андреевич никогда не скупился на то время, которое он тратил на воспитание молодёжи. Это был просветитель в науке. Общение с ним всегда обогащало не только молодёжь, но, я осмелюсь сказать, что и учёного любого ранга. Всегда бодрый, жизнерадостный, энергичный он зажигал своим энтузиазмом всех, кто общался с ним.

Алексей Андреевич был человеком, лишённым всякого тщеславия и карьеризма. Он никогда ничего не делал для какой-либо своей выгоды. Это был человек кристальной чистоты, огромного благородства и доброжелательности к людям. Это был человек вы-

сокой принципиальности и твёрдого слова. Никакие конъюнктурные соображения не могли изменить принятое им решение к действиям, а эти действия всегда диктовались его высокой гражданской принципиальностью.

Организаторская деятельность Алексея Андреевича, его чрезвычайно широкий круг интересов и тех областей, в которых проводилась его собственная научная работа, в значительной степени затрудняли возможность приступить к обобщению огромного числа высказанных им идей и конкретных исследований, выполненных им. На это у Алексея Андреевича просто не хватало времени. Однако, в самые последние годы своей жизни, он почувствовал необходимость в обобщении всего того, что было сделано им. Он несколько раз во время наших последних встреч при его приезде в Москву, говорил со мной по этому вопросу. В его последний, роковой приезд в Москву, мы договорились по телефону о встрече через три дня, а на другой день его не стало...

В полном расцвете своих творческих сил ушёл от нас Алексей Андреевич, не успевший завершить свой яркий творческий путь в науке. Ушёл человек, отдавший все свои силы, всю свою кипучую энергию бескорыстному служению нашей отечественной науке, её развитию.

За заслуги перед наукой в 1964 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР. Правительство наградило его орденами и медалями, как за его научно-общественную деятельность, так и за военные заслуги во время Великой Отечественной войны.

Б.В. Локшин

### **ТАКИХ ЛЮДЕЙ Я БОЛЬШЕ НЕ ВСТРЕЧАЛ**

1943 год. Идёт война. Мой отец в 1941 году, когда немцы наступали и приближались к Москве, был направлен в Донбасс с тем, чтобы вывезти оттуда заводское оборудование, а затем на этом оборудовании наладить производство военной продукции для фронта на Урале. Мне в начале войны было 5 лет и меня оставили жить в семье сестры отца, вместе с которой я в конце 1941 года был эвакуирован в Уфу. Там в 1942 году я поступил в первый класс. Летом 1943 года мы вернулись из эвакуации в Москву. Отец в это время был директором завода в г. Серове на Урале, а я вместе с бабушкой поселился в семье моей тети Эсфири Абрамовны Гуревич в 1-м Донском проезде, в доме, где жили преимущественно работники, имевшие отношение к нефтяной промышленности, а также к разведке нефти и геологии. Сейчас этого дома рядом со зданием современного академического Института нефтехимического синтеза уже нет. На его месте стоит новое многоэтажное здание. Теперь я знаю, что в этом доме жили многие выдающиеся люди, но тогда, естественно, это меня не интересовало. Я пошел учиться во второй класс, а свободное от учебы время проводил вместе с моими ровесниками, которые жили в этом же доме. Больше всех я подружился с Зариком Гамбурцевым, который жил в соседнем подъезде. Я часто бывал у Зарика дома. Он жил с родителями и двумя бабушками. Его родители – дядя Гриша и тетя Люся – очень тепло ко мне относились. Теперь я знаю, что дядя Гриша был выдающимся учёным-геофизиком, академиком, директором Института физики Земли Академии наук. Его именем назван открытый под его руководством «вал Гамбурцева», где сейчас добывают значительную часть российской нефти, а также хребет, обнаруженный геофизиками подо льдами Антарктиды и научно-исследовательский геофизический корабль. К сожалению, Григорий Александрович очень рано ушёл из жизни, всего в 52 года. Но для меня дядя Гриша так и остался дядей Гришей.



Когда война стала перемещаться на запад, моего отца направили на восстановление промышленности в районах, ранее находившихся на оккупированной немцами территории, а в 1946 году он вернулся в Москву. Я переехал жить от тети к отцу, перешёл учиться в другую школу. Семья Гамбурцевых также вскоре переехала на другую квартиру, сначала на Кутузовском проспекте, а затем на Большой Калужской улице. Однако наша дружба с Зариком Гамбурцевым сохранилась, мы встречались, и я продолжал бывать у них в гостях на новом месте жительства, хотя, конечно, не так часто, как раньше.

Уже после войны, когда я учился в 8-м классе, Зарик предложил мне вместе с ним посещать по воскресеньям занятия «Детского научного общества» (ДНО). Я заинтересовался этим предложением, пошёл на первое заседание и дальше старался эти заседания не пропускать. Так я познакомился с Алексеем Андреевичем Ляпуновым. Алексей Андреевич организовал эти детские «научные заседания» для своих дочерей и их друзей. Поскольку А.А. был близким другом семьи Гамбурцевых, то на них был приглашён Зарик, а он, в свою очередь, пригласил меня. Сейчас с высоты своих лет и многих лет работы в Академии наук я могу сказать, что у нас там было всё по-настоящему. Мы собирались на квартире у Ляпуновых в районе Шаболовки и обсуждали самые разнообразные научные вопросы. Сначала кто-то из нас делал заранее подготовленный доклад на одну из тем, которую он выбрал либо сам, либо по предложению Алексея Андреевича. Затем следовали вопросы и обсуждение доклада. После этого Алексей Андреевич сам нам рассказывал что-нибудь интересное, часто сопровождая свой рассказ научными экспериментами, которые проводил с помощью имевшихся в доме подручных средств. Помню, например, его рассказ о волновом движении. На двух стульях стоял большой аквариум со стеклянным дном, снизу аквариума помещалась настольная лампа, светившая вверх, а образующиеся в аквариуме волны проектировались на потолок<sup>1</sup>. Заканчивались заседания обычно чаепитием.

Надо сказать, что таких людей как Алексей Андреевич, я больше не встречал. До сих пор удивляюсь, как такой занятый человек, крупный учёный, стоявший у истоков кибернетики и программирования для ЭВМ, имевший множество разнообразных обязанностей, не только находил время, чтобы возиться с детьми, но делал

---

<sup>1</sup> На самом деле демонстрация, о которой вспоминает Б.В. Локшин, сопровождала доклад Димы (Владимира) Арнольда «Природа волновых процессов».- Н.А. Ляпунова.

это увлечённо, с удовольствием. Его увлечённость передавалась нам и, по-видимому, сыграла немаловажную роль в выборе дальнейшего жизненного пути. Тогда мы все были мальчишки и девочки, но теперь можно сказать, оглядываясь назад, что многие из нас выбрали занятия наукой своим делом во многом благодаря Алексею Андреевичу и участию в работе «ДНО». Два наших мальчика – Дима Арнольд и Серёжа Новиков стали выдающимися математиками, академиками. Зарик Гамбурцев пошел по пути своего отца и стал геофизиком, доктором физико-математических наук. Дочери А.А. стали биологами. То же я могу сказать про себя. На одном из заседаний ДНО мне было поручено сделать доклад о кометах. Я начал к нему готовиться, прочитал какие-то книжки по астрономии. В период подготовки доклада я очень заинтересовался вопросом о том, как определяют химический состав небесных тел, отстоящих от нас на огромные расстояния, методами спектрального анализа. Так я впервые познакомился со спектроскопией атомов и молекул. После школы я поступил на химфак МГУ и собирался быть химиком-органиком, работающим в области синтеза новых веществ. Однако на пятом курсе мне неожиданно предложили делать дипломную работу по применению метода инфракрасной спектроскопии к изучению строения молекул. Вот тут-то, по-видимому, и вспомнился мой интерес к спектроскопии, который возник в процессе подготовки моего доклада о кометах на заседании ДНО. Возможно, не будь этого далёкого доклада, я не заинтересовался бы сделанным мне предложением. Но я согласился, и это определило всю мою дальнейшую жизнь в науке. Во всяком случае, лаборатория, в которой я работаю уже много лет, носит название «Лаборатория молекулярной спектроскопии». Всё получилось как бы само собой, но теперь, анализируя прошлое, понимаешь, что Алексей Андреевич и возглавляемое им «ДНО» сыграло важную роль в моей жизни и не будь этих детских заседаний, возможно и моя взрослая жизнь сложилась бы как-то иначе.

*Москва, март 2011 г.*

В.А. Лотар-Шевченко

### **МУЗЫКА В ЖИЗНИ А.А. ЛЯПУНОВА**

Алексей Андреевич Ляпунов вырос в старинной русской интеллигентной семье учёных.

Его очень музыкальная бабушка окончила Московскую консерваторию по классу рояля. Позже его сводный брат (сейчас ученый-химик) тоже окончил консерваторию и был женат на пианистке Людмиле Сосиной. Святослав Рихтер, друживший с братьями Алексея Андреевича – Аскольдом и Николаем, – в 30-е годы часто бывал у них в гостях, и прекрасные звуки Steinway постоянно наполняли дом Ляпуновых. Так в детские и юношеские годы Алексей Андреевич был окружён самыми лучшими классическими музыкальными произведениями, которые исполняли бабушка и брат. Звуки музыки Баха, Бетховена, Шопена, чаще других звучавшие в доме, незаметно, но глубоко входили в духовный мир мальчика. Но сам он учиться музыке не хотел. Он предпочитал её слушать.

Алексей Андреевич рано увлёкся наукой, математикой, долгие часы проводил с отцом (математиком и инженером), слушая его рассказы и разбирая решения интересных задач. Наука занимала всё время и внимание.

Потом жизнь изменилась, долгие годы Алексей Андреевич был далёк от музыки. Не было времени даже её слушать. Потом война... Четыре года на фронте...

Прошли многие годы без музыки. Наука всё сильней и сильней становилась единственной страстью Ляпунова.

И вот наша встреча в Академгородке в 1966 году. После моих концертов у Алексея Андреевича опять появилась любовь к великим произведениям, которые я исполняла, и которые оставались в глубине его души как бессознательная память детства.

Хотя теперь в семье Ляпуновых нет музыкантов, специально для меня купили рояль, и я стала систематически между моими гастролями играть свои программы в доме Ляпунова.

Мне было очень приятно почувствовать, как Алексей Андреевич принимал и слушал музыку. Для меня был очень интересен такой приём и такое глубокое понимание моего исполнения. Он

не был музыкант, но как исключительно интересно было после исполнения больших и сложных произведений Баха, Бетховена, Шопена слушать выражение смысла их, удивительное для человека, не имевшего музыкального образования, но его соображения и высказывания были гораздо интереснее, чем любого музыканта с музыкальной эрудицией, который может говорить только шаблонными словами, уже слышанными всеми тысячи раз. Впечатления и суждения Алексея Андреевича были такие яркие, оригинальные, сильные, что они открывали передо мной совсем иные представления о музыке, которую я играла, а порою вызывали желание изменить трактовку, улучшить исполнение.

Очень трудно объяснить всё это...

Я стала регулярно ходить в дом Ляпуновых и, играя, чувствовала перед собой ответственность, как перед самым серьёзным концертом. Играла произведения Баха для клавесина и органа, много сонат Бетховена. Самыми его любимыми были высочайшие вершины фортепианной музыки Бетховена – 31-я и 32-я сонаты.

Я очень горжусь, что моя музыка стала нужна Алексею Андреевичу. Он говорил даже, что когда плохо себя чувствовал – музыка его лечила, возвращала силы, он сразу чувствовал себя лучше. И это была для меня большая награда.

Уход из жизни Алексея Андреевича – это большая потеря для меня. Люди, которые способны понимать искусство так глубоко, встречаются слишком редко...

Надо было видеть, как он слушал музыку... С закрытыми глазами... Он говорил: «Когда я слушаю музыку, я работаю». И действительно, он всегда после моих исполнений начинал анализировать каждое произведение, внося в него такой яркий смысл, что я не переставала удивляться.

Часто я играла также прелюды Дебюсси. Алексей Андреевич принимал эту музыку с большим интересом. Он вспоминал, что впервые с музыкой Дебюсси его познакомил молодой Рихтер в те времена, когда он бывал у них дома. В музыке Дебюсси Алексей Андреевич видел яркие краски и совсем другой мир, новые гармонии. Эта музыка без проблем дает возможность отдохнуть, эстетические впечатления от неё близки типическому французскому характеру, который Ляпунов так любил...

*Новосибирск, ноябрь 1973 г.*

Н.А. Ляпунова

## НЕСКОЛЬКО ЭПИЗОДОВ ИЗ ЖИЗНИ ОТЦА

Папа не любил говорить о себе, и смущался, когда о нём хвалебно говорили другие. Он никогда не говорил: «это я сделал», «я предложил», «моя идея», «моя школа» – это ему было абсолютно чуждо. Он всегда говорил: «Андрей Петрович сделал», «Юрий Иванович предложил»... В каждом ученике и сотруднике он исходно видел больше, чем, может быть, было на самом деле... И человек, у которого было стремление к успеху, действительно, добивался большего.

Но о некоторых эпизодах своей жизни папа, в домашней обстановке, когда нет гостей, мог сказать: «Были у меня в жизни такие события, когда я понимал, что мне удалось сделать нечто такое для человечества, чем можно гордиться». Такие его рассказы о себе были всегда очень интересны, и о некоторых таких эпизодах я бы хотела здесь рассказать.

*Первый эпизод* относится к концу 20-х годов. Папа только что окончил школу, собирается поступать в университет. Тогда ещё не все церкви в Москве были разрушены. Но стала проявляться организованная «инициатива снизу», выступления, заметки в печати что, мол, кресты церковные там мешают, тут позорят... Появлялись подписные листы, начинался сбор подписей... А потом, «идя навстречу пожеланиям трудящихся», объявляли, что надо убрать такие-то церкви, взорвать такие-то и т. д.

У папы был друг – Игорь Рубан, начинающий художник, ученик Игоря Эммануиловича Грабаря. И.Э. был другом Андрея Николаевича Ляпунова, папиного отца, страстного любителя живописи и коллекционера картин, в основном, русских художников. И.Э. был нередким гостем в доме Ляпуновых, и папа хорошо знал его с детских лет.

Как-то ехали папа с Игорем Рубаном в трамвае, читали какую-то газету, не из самых распространённых, малотиражную. И вдруг в этой газете Игорь читает заметку примерно такого содержания: «Мы, рабочие такие-то, возмущены тем, что нашу советскую Крас-

ную площадь позорят купола и кресты храма Василия Блаженного. Хватит нам терпеть этот позор! Очистим Красную площадь! ... » Игорь показал заметку папе. Они без слов друг друга поняли, выскочили на ближайшей остановке из трамвая и бегом, другим транспортом – к Грабарю, который был тогда председателем комиссии по охране памятников старины. Они вбежали в дом, запыхавшись: «Игорь Эммануилович, вы видели?». Грабарь прочитал и взволнованно сказал: «Нет, конечно, не видел, и никогда бы не увидел...». Он при них, тут же, соединился по телефону с Луначарским, предупредил, что в такой-то газете появилась вот такая заметка и надо проследить, чтобы ей не был дан ход, и чтобы не пошла кампания.

Рассказывая об этом эпизоде своей жизни, папа говорил: «Я не знаю, была ли наша паника чрезмерной, но у меня было внутреннее ощущение, что я выполнил свой долг перед человечеством». Игорь Эммануилович сказал потом, что кампания не пойдёт.

В папиной биографии эта история имела некоторое продолжение.

Известно, что папа учился в университете всего один год. Он поступил на физико-математический факультет осенью 1928 года, а уже со второго курса, весной 1930-го, он был отчислен, формально – за «не сдачу экзаменов зимней сессии». Больше никогда он в университете не учился, и через много лет, в 1937–38 годах, когда подошло время защищать кандидатскую диссертацию, он под руководством Н.Н. Лузина экстерном сдал экзамены по университетским курсам и кандидатские экзамены и успешно защитил диссертацию в марте 1939 года.

Так почему же он не учился в университете? В биографических очерках часто пишут «был исключен из университета за дворянское происхождение», сам он в автобиографии в 1939 г. пишет: «весной в 30 г. был уволен за неуспеваемость, окончив I курс». А на самом деле, как рассказывал сам папа, в конце первого курса случилась с ним такая история. Студенты-активисты ходили по факультету с подписными листами, где был большой перечень (это был 29 год) московских церквей, которые предлагалось снести, и в поддержку этого предложения собирали подписи. Когда с таким листом за подписью обратились к папе, он сказал: «Что вы делаете! Это же культурное наследие, это достояние народа...». «Ты что, защищаешь эти золотые кресты? Хочешь, чтобы они оставались в Москве?». «Да, конечно!». И так – слово за слово. «Может быть, ты и в бога веришь?» «Да, верю!» в запале спора заявил он. На самом деле, он не был религиозным человеком в полном смысле, не был

воцерковленным верующим, но, естественно, к религии относился с большим уважением, воспитывался в самых хороших христианских традициях... Короче говоря, в этой ситуации он вошел в резкий конфликт с активистами курса. Летом он поехал в военные лагеря, а осенью просто не пришёл на занятия второго курса, и больше в университете не учился. Естественно, что формально его отчислили за «не сдачу сессии второго курса».

***Второй эпизод.*** Среди папиных наград есть орден «Красная звезда», который он получил на фронте за освобождение Крыма. Так написано в наградном приказе. Но хотелось бы историю этой награды рассказать несколько подробнее, так, как папа мне сам рассказывал уже в Новосибирске, как-то глубокой ночью, у камина... Это второй эпизод, о котором папа говорил, что он по праву может гордиться этим орденом, что этот орден он по-настоящему заслужил.

А ситуация была такая. Летом 1943 года, после победы под Сталинградом, началось наступление Красной Армии в направлении Крыма. К этому времени папа оправился после тяжёлого сыпного тифа, был в резерве Сталинградского фронта и преподавал офицерскому составу фронтового резерва теорию стрельбы<sup>1</sup>. В сентябре 1943 года он попал в действующую армию, как раз к началу наступательных боёв по освобождению Крыма. Он был сразу назначен командиром топовычислительного взвода артполка, располагавшегося в районе реки Молочной. Насколько я помню, в полку было 9 батарей с дальнобойными орудиями. Функции топовычислительного взвода состояли в выдаче координат для стрельбы в ходе артподготовки, которая тогда только начинала применяться перед наступательными операциями. Проводилась мощная артподготовка по известным, разведкой донесённым целям, и только после этого начиналось наступление боевой техники, пехоты ...

---

<sup>1</sup> В конце 1944 года полк, в котором служил Ляпунов, стоял в Прибалтике. Шли тяжёлые бои за освобождение Шауляя, после чего был открыт путь в Восточную Пруссию. Однажды, во время передышки между боями, Ляпунова в полевой землянке отыскали два офицера, командиры соседнего артполка. Они с радостью и благодарностью показали блокноты с конспектами его лекций по баллистике и теории стрельбы, которые они слушали в 1943 г. под Сталинградом, и сказали, что эти конспекты оказались более полезными, чем все другие армейские инструкции. Они носили их в своих полевых сумках и использовали в боевой практике. Алексей Андреевич был очень доволен и написал нам об этом в письме с фронта. – *Прим. автора.*

И, вот, идет артподготовка. Папа – на наблюдательном пункте. Точки намечены, идет стрельба, но ... цели не поражаются. И он понимает, что линия фронта находится в сфере влияния Курской магнитной аномалии (КМА), что нужны поправки на магнитное склонение, вызываемое КМА. Судьба распорядилась так, что он, будучи изгнанным (или, точнее, уйдя) из университета, стал работать у Петра Петровича Лазарева в Институте биофизики в должности лаборанта, и был участником экспедиции на КМА. Это – начало 30-х гг. Кроме того, папин отец, мой дед Андрей Николаевич Ляпунов, математик по образованию, после 1917 года и до своей смерти в 1923 году, был учёным секретарем комиссии по КМА, председателем которой был П.П. Лазарев. Естественно, папа, будучи человеком очень любознательным, знал всё о КМА: и географическое положение, и ёмкости залежей, и силу магнитного поля... Кроме того, ещё до войны, под руководством А.Н. Колмогорова он выполнял математические работы по теории стрельбы и баллистике. Всё это позволило ему прямо в ходе боя внести достаточно сложную корректирующую поправку в уставные расчеты стрельбы батарей.

Как только бой закончился, папу вызвали в штаб полка. Оказывается, что уже по ходу боя в штаб поступили донесения от командиров батарей, что топовзвод дает неуставные координаты стрельбы. Дело в том, что командиры батарей были опытные артиллеристы, и они прекрасно знали правила определения координат прицельной стрельбы. У них на лафетах орудий для этого имелись специальные таблицы. Командир полка, опытный вояка, задает вопрос: «Топовзвод давал неуставные координаты. Дайте объяснение, что это значит?». И действительно, представьте себе: топовзвод дает неуставные координаты, значит – неэффективная стрельба, цели не поражены! Это – срыв наступления, со всеми вытекающими последствиями...

Папа пробует объяснить: «Видите ли, какая штука ...КМА... магнитное поле, отклонение стрелки компаса, ...траектория полёта снаряда...». Командир не понимает, он военный командир, и в таких вещах не искушён. ... Обстановка накаляется. В такой ситуации расстрел на месте был обычным решением вопроса. ... На счастье, рядом оказался политрук полка Павел Борисович Кацуба, до войны служивший инженером в Челябинске<sup>2</sup>. Войдя в курс дела, он говорит командиру, что «здесь что-то есть, надо разобраться,

---

<sup>2</sup> Дружбу с П.Б. Кацубой и его семьёй наша семья сохраняла все послевоенные годы, вплоть до кончины А.А. в 1973 году.– *Прим. автора.*



надо понять и найти какое-то решение вопроса. Давайте во время передышки проведём проверочные стрельбы. Возьмем цель, дадим уставные координаты и координаты с поправкой Ляпунова, посмотрим, что получится». Слава Богу, командир полка оказался человеком разумным. Предложение было принято. С мнением политрука в армии считались... Тогда многие политруки были настоящими властителями душ, а не карьеристами. Это было одной из причин, почему вскоре после этого события папа вступил в армии в партию, причем – сознательно, без «давления сверху».

Проверочные стрельбы были проведены. Для этого были выделены четыре батареи. Сначала дали уставные координаты – разрывы снарядов даже не попадали в поле зрения бинокля: дальноточные орудия, далекая цель... А когда дали координаты с поправкой, Ляпунова, четыре снаряда легли один за другим прямо в цель. Больше вопросов не было. В кратчайший срок в штаб полка были вызваны командиры топовзводов всех ближайших дивизионов. Папа провёл с ними занятие, дал необходимые инструкции. Но в целом аппарат был настолько сложен, что понять, что такие поправки нужны, командиры могли, но сделать их им самим было трудно. Тогда было принято мудрое решение: папе прислали в помощь дополнительных людей, усилили его взвод. Когда известны были цели, он делал поправки уже не для дивизиона, а по линии фронта, гораздо более широко... Ему сообщали уставные координаты, он делал необходимые поправки, давал новые координаты, их передавали в штаб полка, а уже оттуда они рассылались по всей линии фронта. Понятно, что это обеспечивало успешную артподготовку и следующее за ней наступление. И папа говорил, что он, как учёный, чувствовал настоящее удовлетворение: «Вот ради такого человек должен познавать природу, знать её законы, чтобы в нужных ситуациях действительно уметь поставить свои знания на службу человеку».

*Третий эпизод*, о котором я расскажу кратко, относится уже к послевоенному времени. Он связан с созданием операторного метода программирования, получившего в дальнейшем широкое признание.

Это был 1952-й год. Сергей Львович Соболев пригласил папу в Отделение прикладной математики (ОПМ), которое в то время находилось ещё в стадии формирования при Институте математики им. В.А. Стеклова (официально Отделение оформилось в 1953-м году). И тут же, осенью 1952-го, папа вдруг собирается и уезжает в командировку. Какую? Куда? У него загадочное приподнятое на-

строение, но мы ничего не знаем. И не сразу, по истечении некоторого времени, мы начинаем получать письма (их передавали нам через дирекцию Института). Из писем легко было понять, что находится он где-то под Киевом. Он писал, о возможности в редкие часы отдыха посещать город, восторженные впечатления о соборах, о Киево-Печерской Лавре... Позднее мы узнали, что он был в Феофании, что его пригласил Сергей Алексеевич Лебедев. Только что была завершена постройка вычислительной машины МЭСМ (Малая электронно-счетная машина). Но принципы программирования держались тогда во всём мире в строжайшем секрете всеми, кто этим занимался (главным образом, в Америке). В техническом отношении наши машины были примитивными. Машина Лебедева была громоздким сооружением, занимавшим объёмное помещение в соборе Феофании. Перед папой была поставлена задача – разработать принципы рационального программирования. Папа, как он сам говорил, мало что понимал в конструкции машины (в «железе», на жаргоне специалистов). Ему было очень непросто понять начинку электронной вычислительной машины, а ему предложили обдумать, как заставить всю эту технику рационально «считать», обрабатывать закладываемые в неё данные, т. е. по возможности быстро решать задачи и давать ответы на поставленные вопросы. Позже, когда это стало можно, папа рассказывал мне, совсем не математику, то, что ему в своё время доставило удовольствие. «Ты знаешь, – говорил он, – как я пришёл к основным концептуальным принципам программирования, по какому пути, в каком направлении идти, какой математический аппарат должен использоваться, как я это постепенно понимал, совсем не разбираясь в „лампах“?».

И вот упрощённый пересказ того, что он рассказал. Он приходил в зал, где была установлена МЭСМ (позже он на несколько месяцев стал научным руководителем этой лаборатории, которая «оригинально» называлась «Лаборатория № 1 Киевского машиностроительного института»), садился на стул посредине зала и просил инженеров выполнять разные операции. Шёл самым примитивным путем:  $2+2$ ,  $2 \times 2$ , 2 или 3, далее запросы касались логических операций (больше, меньше...и пр.), короче, задачки усложнялись, от арифметических операций к логическим, потом разные комбинации, преобразования, формулы... И, сидя в этом зале, окружённый шкафами с лампочками, он наблюдал, как они, лампочки, мигают. Их было много, красные, зеленые... На каких-то операциях лишь немногие из них «работали», а на других – зажигались почти все. Одни задания выполнялись быстро, другие требовали

значительного времени. Короче говоря, сидя в машинном зале и играя в эти игры, он для себя формулировал, что рационально, что – нет, и, собственно, это интуитивное эмоциональное впечатление дало ему в дальнейшем базу для создания аппарата рационального программирования, в основе которого были строгая формулировка алгоритма, создание математической модели его (схемы программ), их алгебраические преобразования и т. д.

Четвертый эпизод связан с пресловутой дискуссией «Физики и лирики». Я никогда не могла понять, откуда возникло это нелепое сочетание «физики и лирики». И почему именно Игорь Андреевич Полетаев оказался основным оппонентом «лириков» и защитником «сухих физиков». Трудно найти человека, более лиричного, чем был Игорь Андреевич. Это был человек, который тонко понимал и ценил поэзию, музыку, живопись, и сам во всех этих сферах себя проявлял... Я не могу точно вспомнить годы, когда началась эта глупейшая эпопея, по-моему, вскоре после выхода в свет известной книги И.А. «Сигнал». Возможно, И.А. сам это спровоцировал статьей в газете<sup>3</sup>. И вот, в Москве, году в 1959/60, состоялось грандиозное собрание в большом зале «клуба имени Войтовича». Председательствовал Илья Эренбург. Это заседание было призвано разгромить бездушных «физиков», персонально в лице И.А. Полетаева, и показать, что духовное обличие человека без лирики невозможно, и если задушить его физикой, то это будет не человек, а какой-то робот...

На этом заседании были собраны большие силы «правверных» литераторов. Насколько я знаю, помимо Игоря Андреевича, который был главным «подсудимым», там была Елена Сергеевна Вентцель (математик, известная в литературных кругах под псевдонимом И. Грекова). Был там и папа, который шёл туда с большим волнением. Домой он вернулся ещё более взволнованным и рассказал следующее...

Это было большое, бурное собрание, и когда дело дошло до кульминации и победа, казалось, была на стороне таких «лириков», как наша литературная «законопослушная» братия, которая почти совсем изничтожила Полетаева, на трибуну вышел папа и сказал буквально следующее: «Я прошел всю войну, и когда мы были уже в Восточной Пруссии (он закончил войну в марте 1945 г.

<sup>3</sup> С.Э. Шноль в своей книге «Герои, злодеи, конформисты российской науки» пишет (стр.796): И.А. Полетаев в точном смысле слова спровоцировал целое общественно-культурное движение – разделение на «физиков» и «лириков».– *Ред.*

в Кёнигсберге), когда мы уже шли с победными наступательными боями по территории Германии, на передовых линиях фронта появились листовки, которые были обращены к советскому солдату и призывали: „Убей немца и немchonка!“». Далее папа сказал, что если вот это считается воздействием нашей лирики на моральный облик человека, то это скорее можно рассматривать как преступление перед человечеством. «Надо было видеть, какие усилия должны были предпринимать офицеры, политруки чтобы вернуть нашим солдатам то, что в них воспитывали годами: гуманность, любовь к человеку. И что „немchonок“ не виноват в том, что делают преступники – правители» – продолжал папа, но закончить своего выступления он не смог. В президиуме поднялся шум, суета, и оказалось, что у Эренбурга случился сердечный приступ. Занавес закрыли... собрание закончилось без подведения итогов, осуждающих «физиков».

Присутствующим в зале было хорошо известно, что текст этих антигуманных листовок был цитатой из псевдопатриотической газетной статьи, написанной Эренбургом.

*Эпизод пятый*, в отличие от предыдущих четырех, рассказан не самим отцом, а другим участником события. Тем не менее, он заслуживает внимания. По-моему, таким поступком можно по праву гордиться, и с не меньшим основанием, чем в других, рассказанных выше эпизодах.

Летом 1971 года я попала с аппендицитом в нашу академическую больницу, которая тогда была на Ленинском проспекте. Она отличалась тем, что лечили там неважно, но условия обитания были приличные. А главное, среди больных всегда оказывался кто-нибудь интересный. Однажды я лежала там одновременно с академиком Б.М. Кедровым. Он вел в больнице очень активный образ жизни. Всё свободное время он проводил в холле, собирая вокруг себя дам, и рассказывал либо интересные эпизоды из своей жизни, либо что-нибудь об искусстве, интересных исторических событиях и пр. Как-то даже показывал слайды, уже не помню о чём, но помню, что было очень интересно.

Вот и на этот раз, прогуливаясь после операции в больничном саду, я встретила Сашу Брудно<sup>4</sup>, от которого узнала, что он-то сам вполне здоров, но регулярно посещает больницу, помогая Людмиле Всеволодовне ухаживать за Петром Сергеевичем<sup>5</sup>, который уже

---

<sup>4</sup> Математик, ученик П.С. Новикова.– *Прим. автора.*

<sup>5</sup> П.С. Новиков, академик, учитель и друг А.А.– *Прим. автора.*

плох и не встает из кресла-каталки. Я, конечно, стала навещать Новиковых, но это были невеселые встречи. А через пару дней Саша Брудно специально разыскал меня, чтобы сказать, что встретил в больнице Никиту Николаевича Моисеева<sup>6</sup> и тот, узнав, что здесь дочь Алексея Андреевича Ляпунова, попросил познакомить его со мной, поскольку он хотел бы рассказать эпизод из своей жизни, который мог бы меня заинтересовать.

Знакомство состоялось безотлагательно. И вот что Никита Николаевич мне рассказал.

Дело было в середине тридцатых годов, когда Н.Н. был студентом первого курса мехмата МГУ. Ему предстояло сдавать экзамен по одному из разделов математики (да простят мне – не математику – отсутствие большей точности в определении предмета). По его (Н.Н.) словам, он смолodu знал себе цену, понимал, что голова у него есть и соображать он умеет. Учёба ему давалась легко, а потому он вёл вполне активный образ жизни. И, конечно, как нормальному студенту, при подготовке к экзаменам ему всегда не хватало дня, чтобы «выучить» всё, что полагается. Вот и на этот раз он шёл на экзамен, зная, что он не прочитал некоторые разделы предмета и особенно его беспокоило то, что он не посмотрел доказательства какой-то теоремы (да извинят мне и эту неопределённость), что-то вроде одной из основополагающих, хорошо известных всем математикам, теорем Коши. И, надо же, доказательство именно этой теоремы оказалось первым вопросом вытянутого им билета. Он приуныл, сел готовиться. Времени на подготовку ответа много – каждого студента спрашивают подолгу. Поскольку это была одна из классических теорем математики, конечный вид её был всем хорошо знаком. Но вот как она выводится? Делать нечего, он стал думать, крутить вопрос так и этак, и вдруг что-то стало получаться, концы с концами сошлись. Вроде бы доказательство получилось. Весьма довольный собой он пошёл отвечать. Но когда увидел экзаменатора, настроение несколько упало: незнакомый, молодой, высокий, на вид симпатичный, то ли аспирант, то ли ассистент... Такой может оказаться буквоедом, начнет придирается... Никита начинает отвечать и видит – экзаменатор мрачнеет, хмурится, потом качает головой и говорит: «Нет, молодой человек, вы рассказываете что-то не то, это одна из центральных теорем математики, не знать её доказательства никак нельзя...». Двойки он не поставил, но попросил придти ещё раз...

---

<sup>6</sup> Математик, академик.– *Прим. автора.*

На следующее утро Н.Н. пришел в университет, как всегда, опаздывая на очередное занятие (консультацию?), а там его все ищут: «Моисеев, куда ты пропал, тебя срочно требуют в деканат!». «Ну, думаю, так и знал, ассистентик пожаловался. Сейчас устроят мне разнос с нравочениями». Ему, человеку самолюбивому, это вовсе не было приятно. Понуро идет он в деканат. Там сидят все деканатские дамы и с ними вчерашний экзаменатор... И вдруг он быстро встает, идёт навстречу Моисееву со словами: «Я должен принести Вам свои извинения. Мне очень досадно, что вчера я не сумел понять Ваш ответ. Я всю ночь не спал, думал о Вашем доказательстве, и понял, что Вы доказали эту классическую теорему новым, ранее не известным способом! Эта вещь заслуживает публикации!». И ставит мне в ведомости оценку «отлично».

«Я был совершенно потрясён, – продолжает рассказ Н.Н., – чтобы молодой человек, аспирант или ассистент, вот так признался в своей ошибке, да ещё в присутствии деканатских инспектрис... Этого можно было бы ожидать от маститого учёного, но никак не от молодого, начинающего, возможно, ещё даже не кандидата наук... Я тогда подумал, что обязательно узнаю имя этого человека и буду следить за его продвижением в науке. Ведь это должен быть человек безукоризненной научной принципиальности, честности и порядочности. И, как Вы, наверняка, уже догадались, это был Ваш отец – Алексей Андреевич Ляпунов. В дальнейшем наши пути в науке не раз пересекались. Мы часто встречались в жизни – на семинарах, на конференциях, на разного рода заседаниях. И должен Вам сказать, что Алексей Андреевич ни разу не дал мне повода изменить это мнение о нём». Так закончил свой рассказ Никита Николаевич...

В.И. Мудров

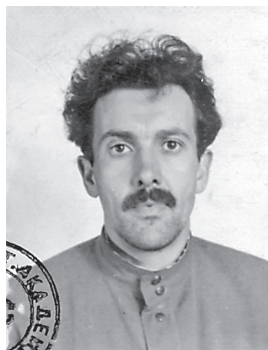
### **ВСПОМИНАЯ А.А. ЛЯПУНОВА, НЕВОЛЬНО ГОРДИШЬСЯ ТЕМ, ЧТО БЫЛ С НИМ ЗНАКОМ**

С Алексеем Андреевичем Ляпуновым я впервые познакомился в стенах Артиллерийской академии им. Дзержинского, где он читал нам свои удивительные лекции по матанализу. После окончания семестра он же принимал у нас экзамены по математике.

Алексею Андреевичу была присуща своя, довольно оригинальная манера чтения лекций. Задумчиво шагая перед доской, от одного её края к другому, А.А. медленно диктовал слушателям чеканные математические формулировки, конспективная запись которых давала возможность подготовиться к экзаменам без привлечения каких-либо дополнительных учебных пособий. Хотя эти формулировки и рождались, по-видимому, здесь же, так сказать, «по ходу», они обладали предельной доходчивостью для аудитории, впервые знакомящейся с началами математического анализа, и, конечно, безупречной логикой. Некоторые из лекций, например, лекция, посвящённая теории действительного числа, представляли собой, как я теперь понимаю, совершенно оригинальную трактовку этого фундаментального математического понятия.

На экзаменах А.А. был очень доброжелателен к слушателям, но, вместе с тем, и очень строг. Получить у него даже удовлетворительную оценку было нелегко. Узнав, что у меня до Академии было некоторое математическое образование, он тут же, на экзамене предложил мне доказать лемму Бореля, не входящую в программу, и с большим интересом следил за ходом изложения мною доказательства этой теоремы.

Вскоре после окончания первого семестра, Алексей Андреевич предложил организовать на нашем курсе математический кружок под его руководством. На первом его заседании я был избран старостой.



В Артакадемии

После этого заседания мы с А.А. стали обсуждать периодичность и время работы кружка. Относительно периодичности договорились быстро (заседать один раз в неделю), но по второму вопросу возникли большие трудности. Рабочий день А.А. был настолько плотно насыщен разного рода мероприятиями, что найти окно для заседаний кружка оказалось просто невозможно. Тогда А.А. несколько неуверенно предложил: «А что, если нам начинать работу кружка рано утром, до начала академических занятий?» Так и порешили, и работа кружка проходила еженедельно кажется, по средам с 7 до 9 часов утра. Лекции читал сам Алексей Андреевич, Е.В. Гливенко, Б.М. Левитан. С докладами выступали члены кружка Ю.И. Любимов, В.А. Гудзовский и др.

Особенно характерен такой эпизод. Как-то раз А.А. выступил оппонентом на защите диссертации в г. Киеве. Обрато прилетел в Москву самым ранним самолетом и прямо с аэродрома к 7.00 явился на заседание кружка: настолько серьёзно он относился к этой своей добровольной общественной нагрузке.

В качестве старосты кружка я несколько раз бывал у него дома в Хавско-Шаболовском переулке. Поражала атмосфера доверительности и доброжелательности, которая царила в этом доме. Вспоминается один из вечеров, на котором, кроме А.А. Ляпунова, присутствовали Н.П. Бусленко и Е.В. Гливенко. Обсуждался один из учебников по теории вероятностей. А.А. сказал, что в нём содержатся логические ошибки. Я поинтересовался, на какой странице, на что А.А. с юмором заметил, что ошибки расположились «всюду плотно». В качестве хорошего учебника по теории вероятностей А.А. рекомендовал «Математические методы статистики» Г. Крамера. Поскольку я был приглашён на этот вечер с «тайной целью» вовлечь меня в серьёзную научную работу, то вопрос коснулся и возможной темы моих ближайших занятий в этой области. А.А. предложил мне рассмотреть задачу о возможности аппроксимации кривых Персена (функций распределения, встречающихся в теории пристрелки по наблюдениям знаков разрывов) рядами Эджворта, и впоследствии много помогал мне в подготовке доклада на эту тему на одной из слушательских конференций.

Во время этих разговоров обаятельная и гостеприимная жена А.А. напоила нас горячим чаем с лимоном и угостила традиционным для таких вечеров блюдом – массой миниатюрных бутербродов с колбасой и сыром. Радушие и гостеприимство этого дома привлекали к себе людей самого разного круга занятий, и для всех них у А.А. находилось тёплое и умное слово.



Во время преподавания А.А. Ляпунова в Артакадемии случился один комический эпизод. Наряду с многочисленными другими занятиями, А.А., вместе с талантливым преподавателем школьной математики Николаем Николаевичем Новопокровским, вёл в газете «Пионерская правда» раздел занимательной математики. Среди других, в этом разделе читателям была предложена математическая задача, начинающаяся приблизительно так: «Два пастуха продали стадо коров, на вырученные деньги купили 100 овец, а оставшуюся часть поделили в отношении 2:3 и т. д.» На эту задачу отреагировала газета «Известия», в которой один из читателей вопрошал, какие пастухи в наше время располагают возможностью торговать своим стадом. Если это колхозные пастухи, то они воры, если частники, то откуда они взялись. Заметка эта в своё время сильно развеселила Алексея Андреевича.

В дальнейшем наши дороги разошлись. Я окончил Академию и уехал из Москвы в другой гарнизон. Тем не менее, Алексей Андреевич не забывал о своих учениках, и, в частности, много способствовал опубликованию в сборниках «Проблемы кибернетики» двух моих статей.

Теперь, много лет спустя, вспоминая А.А. Ляпунова, невольно гордишься тем, что был с ним знаком и учился у такого замечательного учёного и великого гражданина нашей Родины.

И.Б. Погожев

### **СЛОВО ОБ УЧИТЕЛЕ. А.А. ЛЯПУНОВ В МОЕЙ ЖИЗНИ**

В моей научной жизни были два человека, которых я считаю своими Учителями. Это Елена Сергеевна Вентцель и Алексей Андреевич Ляпунов. И если Елена Сергеевна, будучи отличным педагогом, методически передавала слушателям знания, а заодно воспитывала из нас – мальчишек, обождённых войной, мужчин, то Алексей Андреевич вёл разговор с нами на равных, а это поднимало и обязывало. Блестяще образованный и широко мыслящий человек, он видел большие научные цели и пути развития науки и с готовностью делился своими мыслями. Он не обучал, а личным примером, горением мысли зажигал учеников своими идеями, которые он широко рассеивал. Многие, опалённые этим огнем, гасли, но кто-то загорался и горел ровно, передавая этот ляпуновский огонь дальше по эстафете и образуя очаги научной мысли.

В Артиллерийскую академию им. Ф.Э. Дзержинского Ляпунов, боевой старший лейтенант, сложившийся крупный математик, пришёл за месяц до конца войны. Его пригласил начальник Академии Одинцов<sup>1</sup>. Он предложил Ляпунову сформировать сильную математическую группу из артиллеристов. Я встретился с ним в Академии в 1947 году на вступительных экзаменах. Это был высокий худой строевой офицер с порывистыми движениями. Над губой чернели усы. Он привлекал людей какой-то детской ясностью и доброжелательностью. У него была удивительная способность истинно бескорыстного человека говорить со всеми, включая начальство, просто и заинтересованно, абсолютно искренне. Его все так и воспринимали и сразу проникались к нему полным доверием.

При вступительных экзаменах очень скоро выявилась корреляция пятерок по математике с двойками по тактике, и начальник Академии принял единоличное решение – оценки по тактике при поступлении не засчитывать, так как «...военному предмету мы са-

---

<sup>1</sup> Одинцов Г.Ф. (1900–1972). Маршал артиллерии. В 1953–1969 гг. – начальник Артиллерийской академии им. Ф.Э. Дзержинского.

ми научим, а математике – нет». На вступительном экзамене по математике у доски в одном из доказательств я запнулся. Экзаменатор Пеньковский молча ждал. К нему подошел А.А. Ляпунов и что-то сказал ему. Этот перерыв дал мне возможность исправить ошибку, объяснить её и закончить доказательство. Затем по просьбе Алексея Андреевича экзаменатор «гонял» меня с пристрастием по всему курсу и всё-таки поставил «пять».

По результатам письменных работ Ляпунов отобрал наиболее способных ребят с двух курсов 1946 и 1947 годов и создал математическую группу, которую и возглавил. В неё входили такие сильные математики, а впоследствии крупные учёные, как Николай Пантелеймонович Бусленко, Сергей Яковлевич Виленкин, Олег Владимирович Сосюра, Александр Михайлович Реле и другие. Здесь читались спецкурсы, проводились семинары и обсуждения. Успехи этой группы связаны с интенсивной научной работой. Это была неофициальная группа, и работали в ней совершенно бескорыстно. Все знали, что карьерные и жизненные проблемы были вне области интересов Ляпунова. В этом маленьком неформальном сообществе царила только наука.

Тогда же Алексей Андреевич пригласил меня на свой домашний семинар. Там я окунулся с головой в атмосферу высокой науки и познал «роскошь» научного общения.

Нужно отметить, что Ляпунов не подавлял собеседника своим авторитетом и знаниями, никогда не старался «блеснуть» эрудицией. Им всегда владело желание помочь собеседнику, он заинтересованно слушал и быстро откликался на все вопросы и темы. Он, как никто, умел искренно, по-детски радоваться чужим успехам, интересным идеям и тут же развивал их, придавая ясность и стройность мыслям.

В 1953 году я окончил Академию и подлежал распределению. Алексей Андреевич планировал оставить меня в аспирантуре. Но неожиданно отдел кадров воспротивился этому. А.А. был огорчен, а я только значительно позже сумел узнать причину отказа. Оказалось, что «кадровики» (а в Артакадемии в те времена они были особенно «проницательными») узнали, что я был внучатым племянником известного археолога М.И. Ростовцева, дяди моей матери Натальи Ивановны, который возглавлял кадетскую партию в изгнании, жил в Америке и там скончался в 1952 году. А я о нём ничего не сообщал в своих автобиографиях. Дело в том, что Наталья Ивановна никогда не упоминала о нём, зная политические установки в нашей стране и не желая усложнять мою жизнь. Теперь я многое знаю о знаменитом профессоре Йельского университета Михаиле Ивановиче Ростовцеве и могу гордиться родством с ним.

А тогда, в 1953 году, я был направлен на полигон в Донгуз, где мне предложили задачу количественной оценки нового зенитного вооружения по результатам испытаний. Количественных оценок при испытаниях дотоле не было. Это была совсем новая задача. Само время сформулировало её. А на новое, как мне сказали, берут «новенького». При первой командировке в Москву я встретился с Алексеем Андреевичем. Мне было необходимо выслушать его мнение о новой тематике и посоветоваться. Он отреагировал мгновенно. Меня поразило, что он, «чистый» математик, а не «вооруженец», подхватил тему, продолжил и развил её, упорядочивая свои, а заодно и мои мысли по этому поводу. Создалось впечатление, что он уже глубоко продумал идею оценки эффективности вооружения, хотя это была для того времени совершенно новая область. У Алексея Андреевича была манера излагать всё в форме лекций. «Видите ли, какая штука...» и далее в процессе разговора он как будто оттачивал свои мысли и излагал уже целую теорию ясно и просто. Он изложил свой взгляд на гонку вооружения. Я уехал окрылённый и с энтузиазмом несколько лет работал над математическим моделированием системы гонки вооружения.

Гонка эта началась с конца войны, с 1945 года, и достаточно бездумно велась до Карибского кризиса 1962-го года, когда угроза всему миру стала абсолютно явственной. Модель гонки вооружения показала, что когда гонка достигает паритета, она становится бессмысленной. Если каждая из сторон обладает ядерным оружием, то ясно, что в случае боевых действий это уже не точечные удары, а огромная площадь поражения. С развитием ракетной техники активно развиваются и средства противоракетной обороны. Каждая сторона совершенствует средства для нанесения удара и, одновременно, защиты от удара. У противостоящих сторон идут одинаковые процессы. Модернизация происходит одновременно в обеих соревнующихся системах, которые неимоверно «распухают», истощая и поглощая экономику обеих сторон. Львиная часть бюджетов противостоящих государств уходит на развитие военной мощи, и это – «дорога в никуда». Но хотя сама гонка вооружений привела к пониманию её бессмысленности, она способствовала развитию технологий и общему техническому прогрессу. Применение же наработанной мощи самоубийственно для человечества, и этот нормальный страх, имеющий оттенок нравственный, является гарантом и сдерживает обе стороны. Алексей Андреевич как-то в разговоре упомянул сравнение с «циркачём на канате», который должен сохранить равновесие, не допустив срыва. Это требует усилий. Каждая из сторон стремится не быть слабее и постоянно на-

пряжена, и каждая заинтересована в сохранении этого напряжения и равновесия. Алексей Андреевич считал, что гонка вооружений не бесконечный процесс, как это тогда всем представлялось, и концом гонки будет согласованная паритетная работа по сокращению её договорными путями.

В начале перестройки 90-х годов создалась парадоксальная ситуация. Когда стали быстро сокращаться разработки и производство вооружения, «противник» забеспокоился и стал предлагать нам помощь в этой гонке. Терялось равновесие, а чтобы его не терять, нужно теми же шагами одновременно двигаться назад, к разоружению, при сохранении того же напряжения. Нельзя просто односторонне прекратить этот процесс, это чревато срывом. Помните, в одной из французских кинокомедий король во время боя в панике воскликнул: «Наш противник нам изменил!» Очень похожая ситуация.

Алексей Андреевич чётко улавливал новые веяния в науке. Так, в период гонений на «лженауку» кибернетику (в конце 40-х – начале 50-х годов) он совместно с С.Л. Соболевым и А.И. Китовым активно продвигал это направление. Он создал и возглавил академическое издание неперIODических сборников «Проблемы кибернетики». Он выступал с многочисленными лекциями, докладами, организовывал рабочие группы, вёл семинары. При этом проблемы личной карьеры его мало волновали. А вот устройство и продвижение учеников были предметом его постоянного внимания. Яркой иллюстрацией этого может служить эпизод, связанный с моим возвращением на работу в новосибирский Академгородок.

Дело в том, что я жил и работал в Академгородке с 1962 по 1968 год, когда по семейным обстоятельствам вернулся в Москву. Здесь я демобилизовался, но условия моей работы складывались не очень удачно. Летом 1973 года на общем собрании Академии наук, куда я был приглашён в качестве гостя, я встретился с Алексеем Андреевичем. Он, как всегда, живо интересовался моими научными занятиями и неожиданно спросил: «А Вы не хотели бы вернуться в Академгородок?» Конечно, я ответил, что сделал бы это с удовольствием. Он задумался, меньше минуты помолчал и быстро сказал: «Подождите меня здесь, никуда не уходите, я сейчас вернусь». И быстро исчез. Буквально через несколько минут А.А. вернулся вместе с М.А. Лаврентьевым и Г.И. Марчуком. В результате краткого обсуждения вопроса было принято решение: «Приезжайте». Я получил предложение занять должность заведующего отделом в Вычислительном центре Сибирского отделения АН. К сожалению, в 1974 году, когда я приехал в Академгородок,

Алексея Андреевича уже не было. Он скоропостижно скончался в Москве в июне 1973 года.

В 1968 году я завершил работу над докторской диссертацией. Для защиты моей диссертации при закрытом научном институте НИИЗ был создан разовый докторский Совет, в который, в частности, вошли Е.С. Вентцель и А.А. Ляпунов. В дальнейшем этот разовый Совет перерос в постоянный, и в работе его Ляпунов принимал самое активное участие. Все докторские работы по системе вооружения проходили через этот Совет. Его активная работа побудила выдвижение ряда крупных учёных на Государственную премию. Когда я, по поручению Совета, сообщил Алексею Андреевичу о выдвижении, он, выразив активную поддержку этой инициативе в целом, сам от выдвижения отказался. Увидев мою расстроенную отказом физиономию, он пошутил: «Вот если бы была выдвинута моя работа по теории множеств, я бы, пожалуй, согласился...».

Вообще, теория множеств была делом всей его жизни. Но в последние годы это была уже его личная «ночная» работа. А днём он всегда был с людьми и охотно тратил силы и время на обсуждения, консультации, научные разговоры в самых разных областях знаний. Например, он создал исторический семинар «Математика и философско-религиозные системы», где утверждал, что математика всегда является главным звеном цепи, которая вытягивает за собой философию, искусства и т. д.

Он поистине был «рыцарем науки» и, в первую очередь, математики. Его огромные познания и мощь интеллекта освещали широкое научное пространство.

*28 октября 2010 г.  
Переделкино*

Р.И. Подловченко

### **АЛЕКСЕЙ АНДРЕЕВИЧ ЛЯПУНОВ – ЯРКОЕ ЯВЛЕНИЕ ДУХОВНОЙ КУЛЬТУРЫ**

В 2011 году исполняется 100 лет со дня рождения Алексея Андреевича Ляпунова. Оставленный им след в духовной культуре обязывает нас к его изучению. А.А. Ляпунов был выдающимся учёным и первопроходцем во многих областях науки. Он вошёл в историю как активный борец за признание и развитие таких направлений науки, как кибернетика и генетика. Особый, а именно – философский, дар Алексея Андреевича заключался в восприятии им всей науки как единого целого, требующего общих инструментов исследований. К ним он относил, в первую очередь, применение математических методов.

Алексей Андреевич был человеком, при общении с которым ощущалось соприкосновение с редким явлением духовной культуры. Истоки этого – в родословной Ляпуновых и в той среде, в которой вырос Алексей Андреевич [1].

Род Ляпуновых берёт начало от князя Константина Галицкого, брата Александра Невского. Мятежный дух рода Ляпуновых проявился и в смутное время – тогда братья Прокопий, Захарий и Григорий Ляпуновы возглавляли народное ополчение. Алексей Андреевич – потомок Григория Ляпунова в двадцатом колене. С начала девятнадцатого века род Ляпуновых входит прочно в мир созидателей духовной культуры – науки, искусства, медицины. Родословная династии Ляпуновых тесно переплетается с родословными других великих «научных родов» – с Сеченовыми, Филатовыми, Крыловыми, Зайцевыми, Капицами, Сперанскими. Широта научных интересов Алексея Андреевича обусловлена средой, в которой он рос. Его первым учителем астрономии, физики, математики и минералогии был его отец – Андрей Николаевич Ляпунов. Сильное влияние на Алексея Андреевича оказали С.С. Намёткин и П.П. Лазарев, принадлежавшие к ближайшему окружению Андрея Николаевича.

Первая проба сил Алексея Андреевича в самостоятельных исследованиях относится к астрономии – результаты наблюдений,

проведенных им в школьные годы, дважды были опубликованы в Бюллетене Московского общества любителей астрономии. Любовь к астрономии Алексей Андреевич сохранил на всю жизнь.

По окончании девятилетки в 1928 году Алексей Андреевич поступил на физико-математический факультет Московского Университета. Однако через год он покинул университет, войдя в конфликт с активистами курса. Впоследствии А.А. окончил университет экстерном.

С осени 1930 года началась трудовая деятельность А.А.: он был принят в Геофизический институт, возглавляемый академиком П.П. Лазаревым. П.П. Лазарев пытался вырастить из А.А. экспериментатора, что не удалось. Но влияние П.П. Лазарева сыграло большую роль в формировании А.А. как творческой личности.

В 1932 году А.А. становится учеником академика Н.Н. Лузина. Под его руководством и по составленным им программам А.А. получает математическое образование, а вскоре и первые результаты в дескриптивной теории множеств. В этой области математики А.А. работает до конца своей жизни. Теории множеств и теории функций посвящены 62 работы А.А., включая монографии. В предисловии к сборнику избранных работ А.А. в этой области [2] дана краткая, но весьма образная, характеристика цикла работ по теории функций: *«Некоторые математические теоремы сродни законам природы. Раз открытые, они уже не уходят из поля зрения учёных. К ним постоянно возвращаются, находят всё новые и новые применения и доказательства. К числу таких теорем относится теорема А.А. Ляпунова о множестве значений аддитивной вектор-функции множеств. Трудно перечислить все её приложения: они относятся и к математической статистике, и к математической экономике <...>»*.

Будучи учеником Н.Н. Лузина, А.А. сближается со старшими его учениками, известными математиками Н.К. Бари, М.А. Лаврентьевым, Д.Е. Меньшовым, Л.А. Люстерником, А.Н. Колмогоровым, Л.В. Келдыш, П.С. Новиковым.

С конца 1934 года А.А. – младший научный сотрудник отдела теории функций действительного переменного Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР. В этом институте он с перерывами проработал до начала пятидесятых годов. Там же под руководством П.С. Новикова прошла докторантура А.А.

В ноябре 1941 года А.А. приезжает в Казань, куда эвакуированы учреждения Академии наук и семьи сотрудников. Он отказывается от оформления брони и ждёт призыва в армию. 18 марта 1942 года А.А. был призван в армию. 22 апреля 1942 года часть, в которой служил А.А., была отправлена на фронт, но уже 26-го ап-



реля А.А. был направлен в военное училище в г. Шую Ивановской области.

В октябре 1942 года А.А. был назначен помощником командира взвода. Он совершил многосоткилометровый переход от Сталинграда через Сальские степи, долгое время лежал в госпитале под Сталинградом. Разделяя с солдатами все тяготы войны, А.А. избегал льгот, которыми мог пользоваться как офицер, и упорно мечтал попасть в артиллерию, где были бы применимы его знания и опыт математика.

С августа 1943 года А.А. преподает теорию стрельбы и баллистики артиллеристам на фронтовых курсах, а в октябре 1943 года он направляется в Артиллерийский полк, участвует в боях за освобождение Крыма, воюет в Прибалтике и в Восточной Пруссии.

А.А. отказывается от предложения отзыва с фронта, поступившего из Института математики осенью 1944 года. В немногие свободные минуты он выкраивает время для работ по теории вероятности, теории множеств и теории стрельбы. И только в конце марта – начале апреля 1945 года, когда Алексей Андреевич был приглашён для преподавания математики в Артакадемии, он соглашается на досрочный отзыв с фронта.

В Артакадемии раскрылся блестящий педагогический дар Алексея Андреевича. Многие из молодых офицеров, группировавшихся тогда вокруг него, приняли в будущем активное участие в развитии кибернетики.

В послевоенные годы А.А. завершает исследования по теории стрельбы и топографии, начатые ещё в армии, и продолжает работу по дескриптивной теории множеств, поступив в 1946 году в докторантуру Математического института им. В.А. Стеклова, где его консультантом стал П.С. Новиков.

В те годы П.С. Новиков организовал семинар по малоизвестной в нашей стране теории алгоритмов. Как писал впоследствии А.А., этот семинар не только оказал большое влияние на развитие теории алгоритмов, но, пробудив у его участников интерес к электронным вычислительным машинам и кибернетике, убедил в том, что для развития этих областей необходим высокий уровень математической культуры.

В декабре 1949 года А.А. защищает докторскую диссертацию «Об операциях, приводящих к измеримым множествам».

В 1952 году С.Л. Соболев, недавно возглавивший в МГУ молодую кафедру вычислительной математики, пригласил Алексея Андреевича на должность её профессора. Так начался двадцатилетний период, в течение которого основные силы А.А. отдавал развитию,

а для нашего отечества и становлению, нового научного направления – кибернетики.

У Алексея Андреевича постепенно вызревали концепции, на которых должна строиться кибернетика, и для него было очевидно, что проверка их на экспериментальном материале возможна только с применением быстродействующих вычислительных машин.

В начале шестидесятых годов прошлого столетия программирование на таких машинах являло собой искусство, которым владели буквально единицы. Задача, которую А.А. считал первостепенной, состояла в том, чтобы создать методологические основы программирования, сделав его доступным для широких масс пользователей новой техники. Именно поэтому научная деятельность А.А. в кибернетике началась с создания операторного метода программирования.

В 1952/53 учебном году для студентов кафедры вычислительной математики Алексей Андреевич прочитал лекционный курс под названием «Принципы программирования». Фактически эти принципы вырабатывались в процессе чтения лекций. Большую роль здесь сыграли поездки А.А. в Феофанию, что под Киевом; там состоялось непосредственное знакомство А.А. с работой на первой отечественной вычислительной машине МЭСМ, созданной С.А. Лебедевым. Именно там, в 1953 году появился операторный метод А.А. Ляпунова. Он объединял в себе (1) определение языка логических схем, на котором записываются программы; (2) постановку двух фундаментальных задач с подходами к их решению – задачи оптимизации (по временной и ёмкостной характеристикам) программ, записанных на языке логических схем, и задачу автоматизации перевода на машинный язык таких программ путём разработки так называемых программирующих программ; (3) основы перехода от программ, записанных на языке логических схем, к моделирующим их объектам для исследования семантических свойств самих программ. Созданием операторного метода программирование было утверждено как самостоятельная область знаний со своей проблематикой.

Язык логических схем позволил описывать самые разнообразные алгоритмы в форме, близкой к содержательному их представлению в конкретных предметных областях и вместе с тем – удобной для программирования. Главное – язык логических схем позволил говорить об общих приёмах программирования.

Операторный метод Алексей Андреевич излагал неоднократно в широких аудиториях, собиравших слушателей со всей страны. Операторный метод программирования был принят как руковод-

ство к действию задолго до его публикации, которая была частичной и состоялась лишь в 1957–58 годах. Этот метод лёг в основу многих отечественных учебных пособий по программированию. На нём выросло первое поколение программистов в нашей стране.

Следует отметить, что в числе первых разработчиков программирующих программ были студенты кафедры вычислительной математики, в их числе – Андрей Ершов и Саша Любимский. Их обоим эта задача привела в будущем к созданию трансляторов с алгоритмических языков программирования, в чём состоит их большой вклад в программирование.

Операторный метод заложил также основы теоретического программирования. Язык логических схем явился фактически первым алгоритмическим языком программирования, разработка таких языков составляет не только практическую, но и теоретическую задачу. Актуальность этого направления исследований сохраняется по сей день. Программа, записанная на языке логических схем – это новое определение алгоритма. При этом А.А. исходил из убеждённости в том, что традиционные подходы к определению алгоритма (машины Тьюринга, продукции Поста, нормальные алгоритмы Маркова,  $\lambda$ -исчисление Чёрча-Клини) хороши для исследования природы вычислений, но непригодны для описания алгоритмов в форме, удобной для решения практических задач. Идея «крупноблочного» описания алгоритма, реализованная в операторном методе, открыла путь к новым формализациям понятия «алгоритм». В этом выразился значительный вклад в теорию алгоритмов, сделанный Алексеем Андреевичем.

А.А. понимал, что новые формализации понятия «алгоритм» приведут к богатым по выразительности классам алгоритмов, которые не могут рассчитывать на разрешимость в них многих задач семантического анализа (известная теорема Райса); в их число попадают проблема эквивалентности и проблема построения полных систем эквивалентных преобразований алгоритмов, в решение которых упирается оптимизация алгоритмов. На основании этого факта Алексей Андреевич заложил основы теории схем программ, где программы моделируются схемами, на которых исследуются семантические свойства программ.

Теория схем программ открыла теоретическое программирование, став первым научным направлением в этой области. Схема программы, как и сама программа, были определены А.А. Ляпуновым на содержательном уровне. Формализация понятия схемы программы была выполнена Ю.И. Яновым, аспирантом Алексея Андреевича, и вошла в теорию схем программ под названием «схемы Янова». Фактически это – «схемы Ляпунова–Янова».

Ю.И. Яновым получены первые фундаментальные результаты в теории схем программ – по проблеме эквивалентности схем и построению полных систем эквивалентных преобразований схем. Принципиально важным является то, что теория схем программ активно развивается по сей день [4, 5].

В 1953 году М.В. Келдыш организует в составе Математического института им. В.А. Стеклова Отделение прикладной математики (ныне Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша) и предлагает Алексею Андреевичу возглавить в нём работы по программированию. В ОПМ А.А. проработал до своего переезда в Новосибирск, который состоялся в начале 1962 года.

Параллельно с работами по программированию Алексей Андреевич вёл борьбу за признание кибернетики. Дело в том, что в те годы малоизвестная в нашей стране кибернетика носила ярлык «буржуазной науки», и, чтобы иметь условия для развития кибернетики, надо было снять этот ярлык. Алексей Андреевич проводит большую разъяснительную работу: он убеждает людей разного научного и служебного ранга в неверности официального суждения о кибернетике, проводит многочисленные лекции и беседы об истинном содержании кибернетики, наконец, совместно с С.Л. Соболевым и А.И. Китовым публикует в журнале «Вопросы философии» обстоятельную статью о том, что составляет предмет кибернетики и сколь важно её развитие для прогресса науки и государства.

А.А. организует кибернетический семинар в МГУ, добивается издания «Кибернетических сборников», в которых публикуются переводы наиболее значительных работ зарубежных авторов в области теоретической кибернетики (они выходят под редакцией А.А. и его «внучатого» ученика О.Б. Лупанова), добивается перевода книги Винера, договаривается об издании непериодических сборников «Проблемы кибернетики», где публиковались отечественные работы (под редакцией А.А. вышло 29 сборников). По инициативе А.А. при Президиуме АН СССР создаётся Совет по кибернетике под руководством А.И. Берга, и А.А. становится его заместителем.

На IV Всесоюзном Математическом съезде в 1966 году А.А. подводит итоги борьбы за кибернетику: *«За короткий срок отношение к кибернетике прошло следующие фазы: категорическое отрицание; констатация существования; признание полезности, отсутствие задач для математиков; признание некоторой математической проблематики; полное признание математической проблематики кибернетики»*. Эти итоги существенно опирались на результат научных работ по кибернетике, выполненных самим Алексеем Андреевичем.

Уже одновременно с работами по программированию А.А. размышлял над тем, что составляет основы кибернетики. В первом выпуске сборника «Проблемы кибернетики» помещены две статьи: «О логических схемах программ» и «О некоторых общих вопросах кибернетики». По образному выражению Н.В. Тимофеева-Ресовского, эти работы «подхлестывали» друг друга.

Известно, что кибернетика была провозглашена Н. Винером как наука об управлении. Н. Винер ввёл и само понятие «управление» как самостоятельную категорию. Однако для всех, ознакомившихся с работой Н. Винера, было ясно, что кибернетику как науку ещё предстоит создавать: сформулировать предмет исследования, описать проблематику, выработать терминологию. Значительную часть этой работы проделал Алексей Андреевич.

Наиболее полно и четко рамки кибернетики очерчены в докладе А.А. Ляпунова и С.В. Яблонского «Теоретические проблемы кибернетики», сделанном в 1961 году на Объединённой теоретической конференции философских методологических семинаров. Основные его положения опубликованы в выпуске 9 «Проблем кибернетики» в 1963 году.

Предмет кибернетики определён следующим образом: *«Кибернетика – это наука об общих закономерностях строения управляющих систем и течения процессов управления».*

Необходимо отметить, что работа «Теоретические проблемы кибернетики» построена на базе определения *управляющей системы* (у. с.), которое было дано до этого С.В. Яблонским. Основными компонентами у. с. являются *схема (структура у. с.), информация, реализуемая функция*. Ввиду широты понятия у. с. авторами выделяется подмножество, элементы которого называются *кибернетическими у. с.* Признаками последних являются *дискретность, сложность системы и многозначность представления*. Проблемы, рассматриваемые кибернетикой, разбиты на два класса. Первый возникает при *макроподходе* к исследованию у. с., второй – при *микроподходе*. К макроподходу отнесено, например, выявление функций у. с., к микроподходу – анализ, синтез, эквивалентные преобразования, изучение надёжности. Всего выделено 12 основных направлений исследований. Дана подробная характеристика каждого из них. Описаны задачи, решаемые в рамках отдельного направления. Указаны применяемые методы в таких конкретных областях, как программирование, экономика, генетика, техническая кибернетика и т. д.

При описании задач выделена основная и отмечены сопутствующие ей задачи. Так, в направлении «синтез» основная задача

ставится следующим образом: задан класс функций и задан полный относительно этого класса набор элементов; требуется из этих элементов построить у. с. с заданной функцией. Сопутствующими здесь являются задачи: выработка критерия предпочтительности решения основной задачи; поиск оптимального решения; эффективность алгоритмов синтеза.

Работа «Теоретические проблемы кибернетики» представляет собой огромный вклад в кибернетику. Неустареваемость её в том, что развитие кибернетики и по сей день идёт в русле изложенных в этой работе концепций. Это подтверждается регулярно проходящими, начиная с 1969 года, Международными конференциями «Проблемы теоретической кибернетики». В июне 2011 года состоялась XVI такая конференция.

В работе «Теоретические проблемы кибернетики» не только выявлены основные математические задачи кибернетики, но и перечислены основные методы исследований – *статистический анализ, логический анализ, кибернетический эксперимент*. Последний присущ именно кибернетике и возник как метод в её рамках. Авторы цитируемой статьи пишут: *«Кибернетический эксперимент состоит в том, что исходная у. с. заменяется моделью, которая потом изучается. Принципиально моделирование состоит в создании у. с., изоморфной или приближённо изоморфной данной, и в наблюдении за её функционированием»*. В статье сформулированы основные проблемы, возникающие в связи с развитием методов кибернетического эксперимента, где на первом месте стоит точное выяснение цели эксперимента. Так, например, при моделировании программ схемами в качестве цели берется разработка эквивалентных преобразований программ.

Кибернетический эксперимент стал одним из главных методов исследования кибернетических у. с. относительно их сложности. Особенно активно стали развиваться методы имитационного моделирования, когда исследуемый процесс записывается с возможно максимальной степенью подробности, а затем «проигрывается» на ЭВМ. Возникло новое научное направление – моделирование сложных систем.

В качестве важнейших применений методов моделирования Алексей Андреевич указал исследование производственных процессов и машинный перевод. В первом направлении работал ученик Алексея Андреевича Н.П. Бусленко, во втором – сам А.А. вместе со своими учениками и, в первую очередь, с О.С. Кулагиной. Рассматривая машинный перевод как типичную сложную кибернетическую задачу, А.А. предвидел применение получаемых

здесь результатов, в должной мере трансформированных, в других областях кибернетики. Так и оказалось. Например, лингвистические методы распознавания вошли в практику распознавания образов. Обзор работ А.А. по машинному переводу и математической лингвистике сделан О.С. Кулагиной в выпуске 32 «Проблем кибернетики». Следует отметить, что, даже отойдя от непосредственного участия в работах по данному направлению, А.А. продолжал оказывать большое влияние на направление в целом.

Глубоким и постоянным был интерес Алексея Андреевича к биологии. Уже в тридцатых годах он столкнулся с тяжёлым положением в генетике и встал на её защиту. По инициативе А.Н. Колмогорова Алексей Андреевич вместе с Ю.Я. Керкисом проводил тогда статистический анализ экспериментов по расщеплению признаков при наследовании.

В пятидесятые годы А.А. возобновил активную борьбу за восстановление отечественной биологии. Совместно с С.Л. Соболевым он составляет письмо в ЦК КПСС о положении в генетике. Это письмо подписали 15 ведущих математиков страны. Оно вошло в поток других писем, и в 1956–57 годах были восстановлены первые генетические коллективы в стране. С самого основания сборников «Проблемы кибернетики» в них стали публиковаться работы по генетике и теории эволюции.

Собственные активные исследования Алексея Андреевича в области биологии относятся к последнему десятилетию его жизни. А.А. жил и работал тогда в Академгородке г. Новосибирска, куда он переехал в 1962 году. В Сибирское отделение Академии наук его привели тяга к первопроходчеству и стремление к организации новых научных коллективов. Он сразу организует здесь семинары по математической биологии, совместно с А.Г. Маленковым осуществляет логический анализ основных понятий генетики, совместно с московскими математиками О.С. Кулагиной и Т.И. Булгаковой занимается вопросами теории эволюции и биогеоценологии, участвует в разработке модели продуктивности, миграции вещества и энергии в Мировом океане (она проверялась на практике во время одного из рейсов «Витязя»), обращается к моделированию байкальских ценозов и прогнозам влияния промышленных стоков на процессы биологического самоочищения Байкала.

Один из главных вопросов, занимавших Алексея Андреевича, – это определение понятия «жизнь» с позиций устойчивости и управления. Обращаясь к нему, А.А. подчёркивал иерархичность управляющих систем в живой природе. Совокупность работ А.А. и его учеников в математической биологии, по оценке Н.В. Тимофе-



ева-Ресовского и А.Г. Маленкова, данной в статье [8], «намечает контуры теоретической биологии».

В 1964 году Алексей Андреевич был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР. В нашем отечестве А.А. давно признан как отец российской кибернетики. Первым шагом в международном признании заслуг А.А. в этой области явилось присуждение ему в 1996 году (посмертно) медали “Computer Pioneer”. Это было сделано одной из самых авторитетных профессиональных организаций в сфере высоких технологий – IEEE Computer Society. Напомним, что IEEE (The Institute of Electrical and Electronic Engineers) как международное сообщество существует более ста лет. В 1946 году в нём было основано структурное подразделение Computer Society, объединяющее сотни тысяч профессионалов, работающих в области информатики, вычислительной техники и компьютерного бизнеса. Медаль “Computer Pioneer” является самой престижной наградой Computer Society. Она была учреждена в 1981 году. Лауреатами этой почётной награды стали такие классики науки, как Дж. Атанасов – за создание одной из первых ЭВМ, Н. Вирт – за разработку языка Паскаль, М. Хофф – за создание первого однокристалльного процессора, Д. Риччи и К. Томпсон – за разработку операционной системы UNIX, М. Мински – за работы в области искусственного интеллекта и другие.

В 1996 году отмечался 50-летний юбилей образования Computer Society. Впервые в список лауреатов были внесены российские учёные – вместе с Алексеем Андреевичем Ляпуновым этой награды был удостоен Сергей Алексеевич Лебедев, создатель первых ЭВМ в Советском Союзе. На лицевой стороне медали изображён Чарльз Бэббидж. Обратную сторону медали, присуждённой Алексею Андреевичу, украшает надпись: «Компьютерное общество признало А.А. Ляпунова основателем советской кибернетики и программирования».

Из нашего краткого очерка творческого пути А.А. выпали многие аспекты его поистине титанической деятельности, в первую очередь, его работы по методологии науки, в которых неизменно подчеркивалась роль математики в научных исследованиях.

Вся деятельность А.А. протекала на фоне его тяжёлых физических недугов. Но, может быть, неистовое творчество и явилось лекарством, подарившим ему десятилетия жизни вопреки прогнозам врачей.

Алексей Андреевич не любил писать, он был учёным-проповедником, и поэтому его публикации составляют лишь часть его



научного наследия. Обзоры работ А.А. можно найти в 32-м выпуске сборника «Проблемы кибернетики», посвящённого памяти основателя этого издания.

Славу Алексея Андреевича составляет воистину армия его учеников и последователей. Среди них, в частности, академики РАН А.П. Ершов и Ю.И. Журавлёв, члены-корреспонденты РАН Н.П. Бусленко, С.В. Яблонский, А.М. Федотов, многие профессора, доктора и кандидаты наук.

Вспоминая Алексея Андреевича, чаще всего представляешь его в домашней обстановке московской квартиры в Хавско-Шаболовском переулке. Дом посещался великим множеством людей. Это были близкие и дальние родственники, друзья дома и их знакомые, ученики Алексея Андреевича, коллеги, сослуживцы, однополчане и люди, не попадающие ни в одну из этих категорий, а просто влекомые желанием повидаться с Алексеем Андреевичем.

Гостеприимство дома Ляпуновых было удивительным – ступивший за порог дома мгновенно растворялся в нём как свой. Этому ощущению способствовало и то, что довольно быстро возвращалась на своё место Кукла, нервная собачка, неизменно встречающая лаем всех входящих. Новым гостям пояснялось, что Кукла – это бывшая «Кухня», эту кличку она получила, прибившись к армейской походной кухне во времена, когда А.А. был со своей частью уже на территории Германии в Восточной Пруссии. Уезжая с фронта, Алексей Андреевич получил задание: взять с собой «сына полка» двенадцатилетнего мальчишка Колю Бутроменко, для устройства его в Суворовское училище. С Колей в Москву приехала и его подопечная собачка Кукла. Через год Коля вернулся в полк, а Кукла осталась в семье Ляпуновых. Необыкновенно умная собачонка была всеобщей любимицей и прожила в доме Ляпуновых долгие годы.

Квартира в Хавско-Шаболовском переулке являла собой одновременно «штаб», где созревали планы научных наступлений и оборон, и «академию», где готовились силы для осуществления этих операций. Здесь проходили беседы с отдельными людьми и целыми коллективами, здесь устраивались семинары по кибернетике и биологии (во времена, когда та и другая были ошельмованы), здесь завершались дискуссии, завязавшиеся после очередной лекции или семинара Алексея Андреевича. Он имел обыкновение забирать своих слушателей домой «на чай». Беседа разгоралась ещё по дороге, если шли пешком. Вваливающихся в дом гостей радушно встречала хозяйка, жена Алексея Андреевича, Анастасия Савель-

евна, и начинала хлопотать над приготовлениями к чаю. Если прибывших было не слишком много, то устраивались на кухне, хотя и была она с носовой платок площадью.

Телефон в квартире Ляпуновых работал с большой нагрузкой, особенно в часы, когда А.А. был дома. По телефону решались срочные дела, обсуждались планы организационного толка, сообщались и принимались научные новости и велись обстоятельные научные разговоры. Телефон висел в коридоре, и длинный шнур позволял Алексею Андреевичу расхаживать с трубкой, захватывая территорию всех трёх комнат, – для энергичного разговора Алексею Андреевичу требовалось движение.

А.А. любил живое общение и, приглашая людей к себе домой, раздвигал ограничительные рамки рабочего дня. Нередко нездоровье Алексея Андреевича превращало дом в единственно возможное место общения, и тогда поток посетителей увеличивался. Когда болезнь загоняла Алексея Андреевича в больницу, поток устремлялся следом – он не иссякал никогда.

А.А. любил думать «вслух». Внимательный собеседник мог наблюдать не только развитие идей в процессе беседы, но и их зарождение. Поражали энциклопедичность знаний А.А. и вместе с тем их внутренняя систематизация. Она ощущалась по тому, как быстро он находил в общей системе знаний свою «полочку» для обсуждаемой проблемы, описывал её связи с другими проблемами.

Часто, слушая собеседника или докладчика, А.А. как бы отключался, мысль его текла по своему руслу, он прозревал результаты, которые можно получить в обсуждаемой области, и тогда его заключительные оценки были неожиданными не только для других слушателей, но и для самого докладчика. Но случалось и так, что доклад не затрагивал струн в душе А.А., – благожелательное отношение тем не менее сохранялось. А.А. был нетерпим только к проявлениям невежества и нравственной нечистоплотности. В таких случаях в нём пробуждался боевой дух его предков и поднимал его на бескомпромиссную борьбу.

В своей работе с учениками А.А. следовал традициям, перешедшими к нему от старших поколений учёных и в значительной мере утраченными в наши дни. Свою задачу он видел, прежде всего, в пробуждении научной активности ученика и в возможно большем расширении его кругозора. Предлагая то или иное направление исследований, А.А. на содержательном уровне описывал стоящие в нём задачи, выделяя «стержневую», и рассматривал их

во взаимосвязи друг с другом. Да и само направление преподносилось в связи с другими. Представлялась свобода в выборе той задачи, которая будет «своей», и на это отпускалось солидное время. А пока шло «обрастание знаниями». Когда выбор был сделан, А.А. не подменял собой ученика даже в вопросе формальной постановки задачи, не говоря уже о поиске методов её решения. А.А. играл роль среды, в которой проходила эта работа. Подсказки давались деликатно, не связывая инициативы работающего. Так вершилось «выращивание» будущего исследователя. Понятно, что этот процесс редко укладывался в три аспирантских года. Да и выбранное направление бывало таким, что требовалась разработка понятийного аппарата, на что уходило немало времени. Научное руководство Алексея Андреевича часто перерастало в длительную творческую дружбу.

Большая часть учеников Алексея Андреевича относится к «кибернетическому» периоду его деятельности. По твердому убеждению Алексея Андреевича, для будущего теоретика-кибернетика было обязательным глубокое знание таких разделов математики, как теория множеств и алгебра, теория алгоритмов и математическая логика. Чтобы строить модели процессов в живой природе, требуется владение методами математической физики. Настаивал А.А. и на хорошем знании методов вычислений, отводя большую роль машинному эксперименту.

Однако особое место в образовании отводилось теории множеств – А.А. видел общность теоретико-множественного и системного подходов к изучению больших систем.

Общение с А.А. всегда выходило за рамки узкоспециальной тематики. Он прекрасно знал литературу, интересовался архитектурой и живописью, любил демонстрировать свою минералогическую коллекцию. В совершенстве владея французским языком и никогда не выезжая за пределы своей страны, А.А. глубоко знал историю, искусство и культуру Франции.

Безусловно, Алексею Андреевичу были свойственны и слабости, и недостатки. Но они настолько заслонялись тем, что составляло его истинную суть, что нет нужды обращать на них внимание. Это не делает образ Алексея Андреевича более «живым». А истинная суть Алексея Андреевича – это беззаветное служение Науке и последовательное гражданское отношение ко всем реалиям нашего времени.

Для всех, кто знал Алексея Андреевича, он является образцом того, как строить жизнь и человеческие отношения.

### Литература

1. *Н.Н. Воронцов.* Алексей Андреевич Ляпунов. Очерк жизни и творчества. Окружение и личность. – Москва: Новый Хронограф, 2011.
2. *В.Я. Арсенин, З.И. Козлова, А.Д. Тайманов.* Вклад А.А. Ляпунова в развитие дескриптивной теории множеств / Предисловие к монографии: *А.А. Ляпунов* «Вопросы теории множеств и теории функций». – М.: Наука, 1979. – С. 7–30.
3. *Р.И. Подловченко.* Размышления о феномене Алексея Андреевича Ляпунова // Программирование. – 1991. – № 5. – С. 2–8.
4. *Р.И. Подловченко.* А.А. Ляпунов и становление теоретического программирования в России / Proceedings of the International Symposium on the Contribution of Europeans to the Evolution and the Achievements of Computer Technology “Computers in Europe: Past, Present and Future”, 1998, Ukraine, Kiev, p. 88–93.
5. *Р.И. Подловченко.* А.А. Ляпунов и А.П. Ершов в теории схем программ и развитие её логических концепций / Андрей Петрович Ершов – учёный и человек. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. – С. 166–184.
6. *Р.И. Подловченко.* Алексей Андреевич Ляпунов в истории российского естествознания / Сб. трудов конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения Алексея Андреевича Ляпунова. Новосибирск, 8–11 октября 2001 г., мемориальная секция.
7. *Р.И. Подловченко.* Воспоминания о поре ученичества у Алексея Андреевича Ляпунова / История информатики в России. Учёные и их школы. – М.: Наука, 2003. – С. 370–375.
8. *Н.В. Тимофеев-Ресовский, А.Г. Маленков.* Наследие, ждущее наследников // Знание – сила, 1983, № 2. – С. 38–40.
9. *Б.А. Трахтенброт.* Алексей Андреевич Ляпунов / Очерки истории информатики в России. – Новосибирск: Научно-издательский центр ОИГГМ СО РАН, 1998. – С. 470–480.

А.А. Титлянова

## **АЛЕКСЕЙ АНДРЕЕВИЧ ЛЯПУНОВ – МОИ ВОСПОМИНАНИЯ**

Время стирает память... Но Алексей Андреевич Ляпунов был таким ярким и необычным человеком, что моя память хранит его образ до сих пор. Годы 1954–1964 – Миассово и годы 1965–1972 – Новосибирский Академгородок.

Озеро Миассово, на берегу которого стоял лабораторный корпус, разместившийся в старом двухэтажном доме, построенном одним из богатых золотопромышленников Миасса. Дом пережил революцию, служил домом отдыха, госпиталем в Отечественную войну и потом был заброшен. Но дом был крепок и удобен. Его отремонтировали, завезли лабораторное оборудование, и в нём закипела работа. Это была знаменитая биостанция Миассово. Биостанция была частью Лаборатории биофизики Уральского отделения АН СССР. Заведовал лабораторией знаменитый Зубр – Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский, которого Д. Гранин описал в одноименной книге<sup>1</sup>. О Миассово того периода можно прочитать в моей книге «Рассыпанные страницы»<sup>2</sup>.

Николай Владимирович, как магнит, притягивал к себе людей, и вскоре на семинарах и симпозиумах в Миассово зазвучали голоса Л.А. Блюменфельда, приехавшего в Миассово с первыми студентами-биофизиками МГУ, М.В. Волькенштейна, генетиков – Р.Л. Берг, Ю.Я. Керкиса, В.П. Эфроимсона, астронома Ю.А. Парийского, математика и кибернетика И.А. Полетаева.

Но главным гостем Миассово, постоянным участником всех симпозиумов, семинаров, дискуссий был Алексей Андреевич Ляпунов. Алексей Андреевич вместе со своей женой Анастасией Савельевой в 1955 г. приехал в отпуск в Ильменский минералогический заповедник и там услышал, что в заповеднике около озера Миассово Н.В. Тимофеев-Ресовский (генетик, биофизик, эволюционист и эколог) организует биостанцию. После личного зна-

---

<sup>1</sup> Д.А. Гранин. Зубр // Новый мир. – 1987. – № 1, 2.

<sup>2</sup> А.А. Титлянова. Рассыпанные страницы. Москва: ФОЛИУМ. – 2009. – 386 с.

комства с Николаем Владимировичем в Москве, где Тимофеев-Ресовский выступил с несколькими докладами, Ляпуновы избрали Миассово местом своего летнего отпуска и приезжали туда с 1956 по 1961 гг.

Я не помню точно, когда и как появился Алексей Андреевич, привёл ли его Николай Владимирович или он пришёл сам. Скорее всего, сам. Я только помню мужчину молодого, высокого, в высоких сапогах, с черной бородой, с цыганистым видом и с горящими глазами. Человека, которого представил нам потом Николай Владимирович, сказав, что вот это – известный московский учёный-кибернетик, профессор Алексей Андреевич Ляпунов.

Как известно, Алексей Андреевич очень любил минералы, знал их и коллекционировал. Ильменский заповедник для любителя минералов – место чрезвычайно интересное и необычное. Существуют кислые лавы, щёлочные лавы, соответственно образуются минералы кислых и щёлочных лав, которые всегда пространственно разделены. Ильменский заповедник – это контакт двух лав, щёлочной и кислой. Поэтому там имеется такое разнообразие минералов щёлочных и кислых лав, которого в других местах нет. Заповедник – рай для тех, кто интересуется минералами.

Алексей Андреевич бродил по старым копиям и находил очень интересные образцы. Обычно кто-нибудь ходил с ним, частенько я – ибо минералы меня интересовали профессионально. Но вот однажды, в Миассово откуда-то явился кружок юных геологов-школьников. В этом не было ничего необычного. В Миассово, кроме официальных гостей – Ляпунова с семьёй, Полетаева с дочерью и сыном, студентов-биофизиков, проходивших практику по генетике в лаборатории Николая Владимировича, постоянных участников миассовских симпозиумов – учёных, группы теоретиков из Свердловска, особых гостей – писателей и художников, появлялись неожиданные лица – какие-то забредшие лесоведы, чьи-то аспиранты, бесхозные студенты и т. д. Поэтому в появлении юных геологов не было ничего необычного. Они поставили свою палатку, выпустили стенную газету «Силур», немедленно получили прозвище «ихтиозавры» и сразу же прилепились к Алексею Андреевичу. С ним шумной ватагой они отправлялись на копи за минералами. Однажды в таком походе участвовала и я. После отбора минералов и поисков особо интересных образцов, «ихтиозавры» развели костер, повесили на рогатки котелок с водой для чая и шумно забросали Алексея Андреевича вопросами. Вопросы были обо всем – от строения вселенной до «истории Крыма». Это была не лекция – беседа, объяснения, размышления. Алексей Андреевич

делился с этими мальчишками и девчонками всеми богатствами своей души и своего ума. Не помню, сколько времени продолжался разговор за чаем, но вернулись мы уже вечером. Я думаю, что «ихтиозавры» ничего не забыли до сих пор и хранят в памяти высокие сосны, костер, чай и необычного человека, профессора, который говорил с ними как с равными, как с учениками и соратниками.

В моих воспоминаниях нет никакой последовательности. Алексей Андреевич остался в памяти, прежде всего, как постоянный, активный участник летних семинаров в Миассово. Семинары же в Миассово летом проходили по два раза в неделю под лозунгом «от астрономии до гастрономии». Причем этот лозунг не был выдуман, он просто отражал суть происходящего.

Алексей Андреевич всегда присутствовал на этих семинарах, участвовал в них очень активно, обычно разъяснял нам что-нибудь, чего мы не понимали или даже понимали – это было неважно. Невозможно представить Миассовские семинары без него. Что касается самой кибернетики, то я не помню какого-нибудь специального доклада, который Алексей Андреевич делал. Наверняка он выступал с докладом, и не с одним. Вероятно, это были доклады об искусственном интеллекте, об умных машинах и кибернетике. Все выступления слились для меня в единый поток семинаров, из которого мне трудно вычленить доклады Алексея Андреевича.

Но что я точно помню, то это замечательный случай, когда Николай Владимирович, человек большого юмора, загнал математика Ляпунова в логический тупик.

Алексей Андреевич всегда требовал от нас точных определений, кто бы ни делал доклад. Алексей Андреевич обычно говорил: «Тут у вас неясность. Скажите, пожалуйста, что вы под этим понимаете? А нельзя ли определить это точно? Как это соотносится с выбранной вами системой понятий?» И т. д., и т. д. Николай Владимирович тоже относился достаточно строго к понятиям и требовал определения элементарных явлений и процессов. В то же время он, как я понимаю, никогда бы не взялся, например, определять, что такое жизнь. А вот Алексей Андреевич однажды взялся за это дело и дал определение жизни. Я не помню, чему был посвящён семинар, чему-то очень сложному, столь же сложному, как понятие «жизнь». Алексей Андреевич сделал доклад, а после доклада Николай Владимирович стал говорить: «Нет, Алексей Андреевич, мне кажется, что вот здесь у вас недостаточно точно определено. Вот здесь, Алексей Андреевич, по-моему, у вас имеется противоречие, и вот это понятие надо сделать более точным». «Да, да, да», –

говорит Алексей Андреевич и снова пытается определить объекты своего доклада всё более точно. Но нельзя сложные явления загнать в строгие рамки непротиворечивых точных определений. А Николай Владимирович настаивает, и Алексей Андреевич всё уточняет. Аудитория уже через некоторое время понимает, что Николай Владимирович просто гонит Ляпунова в логический тупик. Алексей же Андреевич, при своей детскости и при своем совершенно доверчивом отношении, не понимает, что идет такая игра. И только когда Николай Владимирович мастерски загнал Ляпунова в угол, и Алексей Андреевич сказал какую-то совершенно абсурдную вещь, и когда аудитория расхохоталась, он посмотрел на всех и расхохотался тоже. И он хохотал до слез, громче всех, со своей детской непринуждённостью и радостью, я бы сказала. А Николай Владимирович удовлетворённо заметил: «Вот так, Алексей Андреевич, не надо, значит, требовать точности всегда и во всем. Жизнь сложна, её невозможно целиком загнать в определение». Но это был только отдельный контрслучай в общем потоке определения понятий, явлений, процессов.

Мне хотелось бы ещё сказать, что всё, что происходило на семинарах в Миассово, происходило очень весело. Шла серьёзная теоретическая работа, строились основы системного подхода, но при этом эпизоды, подобные рассказанному, случались постоянно. Все работали с шуткой. Чинов и рангов не существовало – все были соравноправны. Любой докладчик мог быть раскритикован без жалости и снисхождения, если в его выступлении проявлялась научная несостоятельность. Николай Владимирович заявлял, что дух научного равенства он позаимствовал у своего друга – Нильса Бора, и считал этот дух необходимым условием «сооров» (семинаров, или «совместных ораний»).

Однажды на семинаре выступил И.А. Полетаев с обзором основных понятий кибернетики и её приложения к биологии. Доклад был полемичным и вызвал бурную дискуссию, особенно в ответ на заявление Полетаева, что при дальнейшем развитии ЭВМ они (машины) превратятся в создателей и управленцев, а люди – фактически в коров, из которых машины будут выдаивать информацию. Тут поднялся такой шум, крик и бедлам, которые редко бывали даже на миассовских семинарах. Я и мой друг Борис Агафонов сидели в заднем ряду, наслаждались скандалом и беспрерывно хохотали. Кому из нас пришла в голову идея воплотить в литературную форму последствия такого развития науки – теперь уже и не скажешь.

Но в воскресенье неумная троица – Борис Агафонов, Виктор Лучник и я – собрались в кабинете шефа. Лучник варил на элект-



рической плитке кофейный ликёр из спирта, кофе и сахара, а мы с Агафоновым изобретали название романа и при этом пробовали ликёр – готов ли. Через некоторое время мы были готовы к творчеству. Само название КРУР (конвариантно-редуплицирующийся универсальный робот) принадлежит, конечно, Лучнику; «или тайна черных ящиков» – Борису, а мне – план первой главы и основные реплики её участников.

Мы старались воспроизвести манеру выступлений каждого из участников. Николай Владимирович и Алексей Андреевич были, конечно, главными действующими лицами. Сочинительство романа под кофейный ликёр оказалось очень плодотворным. Авторы были собой довольны и хохотали до слез. В конце первого же семинара мы попросили слóва и прочли первую главу. Это был ошеломляющий успех! Публика требовала продолжения! Алексей Андреевич был, конечно, одним из активных героев романа, который настолько живо и правдоподобно передавал характеры участников, что я решаюсь вставить одну главу этого «несерьёзного» романа в данный серьёзный текст.

### **Из научно-кибернетического романа «КРУР, или тайна черных ящиков ...»**

#### ***Глава 3. Первый конфликт***

*В этот день, как обычно, был назначен внеочередной colloquium. Когда все собрались, в конференц-зал вошел КРУР и вежливо спросил:*

*– Здесь трёп? О чём?*

*И когда Галя Милютина ему сообщила, что идет доклад И.А. Полетаева о самоорганизующихся системах, он сказал:*

*– Здесь есть соль. Я ваш гость. Где мне сесть?*

*Крур сел на переднее место, любезно указанное Николаем Владимировичем, и молча просидел весь доклад. Докладчик рассказал о ближайших перспективах роботостроения, показал возможность конвариантной редупликации электронных машин и указал на то, что конечной целью таких автоматов будет являться поддержание собственного существования, а в связи с этим предостерёг человечество, сказав, что оно рискует превратиться в коров для роботов или вообще может быть уничтожено.*

*По докладу развернулась оживлённая дискуссия. Лучник убедительно доказал, что трёхмерные автоматы принципиально не способны к конвариантной редупликации. Маленков заявил, что изложенные перспективы его вполне устраивают, так как превращение людей в коров и есть этап эволюции.*

Затем к доске подошел проф. Ляпунов и со своим обычным «Видите ли, какая штука...» начал писать непрерывный ряд формул.

Тут впервые Крур прервал свое молчание и подошёл к доске со словами:

– Сей знак есть фальшь. Дай мел.

Он исправил пси кситое на кси пситое и, сложив свои никелированные ноги, спокойно сел на место. Все были потрясены. Алексей Андреевич, схватив в горсть свою бороду, тихо сел на место. Первый раз в истории Миассово на коллоквиуме наступило молчание. Через минуту с задних рядов раздался робкий голос Елены Александровны:

– Я, конечно, не знаю, но, по-моему, он прав.

Минутное молчание на коллоквиуме было слишком тяжелым испытанием для Николая Владимировича, и он выбежал к доске сказать пару слов. Ровно через час Крур снова встал и сказал, обращаясь к Николаю Владимировичу:

– Брось речь. Ты не Крур, но врешь уж час. Дай речь мне. Ты не прав. Ты рек, что Крур не жизнь. Вот я. Взглянь! Я жив, и я царь трёх царств, – и указав шупальцем на Маленкова, торжественно сказал, – вот кто прав.

Тут подошёл к доске Полетаев и обратился к слушателям с взволнованной речью:

– Вот лучшее доказательство моих утверждений, пришедшее раньше, чем я мог предполагать. Не успел этот робот конвариантно ауторедуплицироваться, как уже объявляет себя властелином трёх царств природы. Алексей Андреевич, это мы, кибернетики, виноваты! Как мы искупим вину перед человечеством?! Отдадим свою жизнь и убьём этого мерзавца! – С этими словами он бросился на Крура, но Алексей Андреевич схватил его за руку.

– Подождите, Игорь Андреевич, мы не можем ничего сделать до тех пор, пока не выработано строгой системы определений. Из его слов совершенно ясно, что он не вполне формализован и поэтому нам абсолютно нечего бояться. Через пару дней мы с Андрюшей Маленковым на трёх страницах выработаем основные метатеории, после чего всё станет ясно. Вот тогда мы соберёмся и всё обговорим. Это будет очень полезно для молодёжи, правда жаль, что здесь нет ихтиозавров... Видите ли, какая штука. Пусть альфа кситое есть подмножество этого множества из всех множеств класса фи. Тогда бета хитое есть плоскость эн-мерного пространства хи хитое ... Я вожу эти обозначения для большей ясности...

– Бе-ли-бер-да! – взорвался Николай Владимирович, – пока вы тут будете формализовать, эти грецкие буквы вцепятся вам в казенную

*часть. Что произойдёт – ноубоди ноуз! Мой друг – Нильс Бор – всегда советовал отличать существенное от несущественного, выяснять, почему это важно в-пятых (оказывается, в-пятых это совсем не важно) и бить молотком по морде!...*

*Тут Крур снова встал. На этот раз он заметно волновался.*

*– Я ваш друг. А он что? Бить нас – за что? Вот кто ваш враг! – указал он пальцем на Николая Владимировича и с этими словами выпрыгнул в окно и бесследно исчез.*

**Конец главы»**

\* \* \*

Алексей Андреевич как-то задал мне вопрос, кем я себя считаю, экспериментатором или теоретиком. Я ответила, что, конечно, экспериментатором. Ляпунов сказал: «Нет, вы – на самом деле теоретик. Просто у вас не хватает образования». И он взялся меня учить, персонально меня. Заставлял меня писать рефераты, правил их, много беседовал со мной о геохимии, о процессах и явлениях, относящихся к химии, потому что я занималась тогда химией радионуклидов. Он учил меня точно формулировать свои мысли и по возможности быть последовательной в рассуждениях.

Алексей Андреевич способствовал моему переезду в Академгородок. Переехав в Академгородок, я начала работать с ним вплотную. Алексей Андреевич занимался в это время системным подходом к ландшафтоведению, к экосистемам, к биогеоценозам, к биологическому круговороту и т. д.

Алексей Андреевич создал биокибернетический семинар, который посещали специалисты из различных областей биологии. Они могли приходить, посетить семинар несколько раз, потом уйти, снова вернуться и т. д. На этих семинарах рассматривались самые разные вопросы, которые касались двух сторон жизни экосистемы – её структуры и функционирования. Поскольку экосистема очень сложна, то на семинаре могло обсуждаться всё, что угодно. Мы слушали доклады и о фиксации азота, и о строении почвенного профиля, и о круговороте углерода, и о многом другом. Каким-то образом вся эта причудливая смесь укладывалась в голове Алексея Андреевича с тем, чтобы потом превратиться в более сложную и в то же самое время более простую конструкцию. Замечательным на этих семинарах была наша надежда на то, что вот мы все сядем за стол, расскажем, что знаем, Ляпунову. Потом вместе с Алексеем Андреевичем составим модель, а потом он её напишет и модель заработает! Так вот, мы ни разу не дошли даже до того, чтобы сесть за стол и начать составлять модель. Увы, этого не произошло.

Более того, семинары через некоторое время рассыпались, люди почему-то уходили, но Алексея Андреевича это не смущало. Через некоторое время он начинал другой семинар с другими людьми или частично с теми же самыми, и продолжал неустанно строить свою систему описания сложных природных процессов.

Все те, кто ходил на его семинары, мои сегодняшние коллеги, помнят очень хорошо эти семинары и признаются что, несмотря на то, что вроде бы ничего не вышло и никакой модели биогеоценоза не получилось, однако они сами поняли вещи, которых раньше не понимали. Их собственная наука предстала перед ними в другой окраске, может быть, с другими акцентами, с другими ударениями. Они учились выделять главное в своих исследованиях и стали делать это лучше, чем до семинаров.

Понимание огромной пользы этих семинаров пришло ко всем – и к молодым учёным, и к уже очень известным. Сам Алексей Андреевич, видимо, действительно накапливал таким образом знания, потому что гораздо эффективнее получить сжатые знания в беседе со специалистами, чем пытаться выудить их из учебника. Да и зачем Алексею Андреевичу было читать почвоведение или ботанику! Он всегда мог спросить то, что его интересовало. Так он и делал. Через некоторое время мы с ним приступили к системному описанию биогеоценоза и биологического круговорота.

Учёные давно работали с биологическим круговоротом. Генеральная идея о современности и всесущности круговорота была изложена ещё в трудах В.И. Вернадского. Биологический (правильнее сказать биотический) круговорот изучался у нас в стране Ремезовым, Н.И. Базилевич, Л.Е. Родиным, М.А. Глазовской в пятидесятые-шестидесятые годы прошлого столетия. Уже многое было сделано, очень важные величины, относящиеся к биотическому круговороту, были получены. Однако, существовала путаница в терминах, в единицах измерения и в правилах построения баланса. Что вместе со мной сделал А.А. Ляпунов? Прежде всего, были выделены компоненты (в нашем бывшем тексте – блоки) или компартменты экосистемы. В компонентах вещество (или энергия) сохранялось, туда оно поступало и оттуда выходило. Вещество характеризовалось запасом, т. е. массой и измерялось в г/м<sup>2</sup> или т/га. Вещество перетекало из компонента в компонент. Перемещение называлось потоком, поток характеризовался интенсивностью и измерялся в граммах на квадратный метр за год (г/м<sup>2</sup>, год), или в других единицах массы, площади и времени. Потоки связывали блоки внутри экосистемы (внутренние потоки), а также входили из окружающей среды в экосистему (входной поток) и выходили из

неё (выходной поток). Если поток был сложным (так, эмиссия  $\text{CO}_2$  из почвы имеет несколько источников), то он разбивался на обменные процессы, каждый из которых также характеризовался интенсивностью.

Из этих двух основополагающих элементов – блок и поток – вытекали коэффициенты: удельная скорость обменного процесса и время оборота вещества. Были даны чёткие и ясные правила построения бюджета (или, как говорят, баланса) биотического круговорота. Часто именно построение бюджета открывало ошибки измерения или неучтённые процессы. Отсюда родилась поговорка: «Баланс никогда не врёт».

Любой круговорот в природе сложен. Однако разработанные А.А. Ляпуновым с моей помощью простые правила: построение граф-схемы биотического круговорота, выделение блоков и потоков, разделение (если необходимо) потоков на отдельные процессы и построение количественного бюджета упрощало не только теоретическую, но и практическую работу в поле. После работы за столом ты уже знаешь, что и в каких единицах ты измеряешь. А вот как измерять – это уже работа полевых экологов.

Кроме основных понятий нами были сформулированы определения различных режимов биотического круговорота и принципы их выделения.

Важно отметить, что теоретическая деятельность А.А. Ляпунова в области биотического круговорота пришлось на время активной работы Международной биологической программы – МБП. С моей точки зрения, МБП была лучшей международной научной программой. Она имела хорошо сформулированные цели и задачи, более или менее согласованные методики полевых работ, сеть стационаров, на которых проводились многолетние наблюдения в разных странах, и, что самое важное, большие коллективы ученых – энтузиастов МБП в Европе, Азии, Южной и Северной Америках.

Те учёные, которые вместе с Алексеем Андреевичем обсуждали и формулировали положения его концепций, работали в коллективах МБП и передавали в разной форме его идеи своим коллегам. Круг экологов, начинавших думать и рассуждать системно, расширялся. Главное же заключалось в том, что мозговой центр МБП избрал процессы обмена веществом и энергией в экосистемах как ключевые процессы, которые должны были изучаться в рамках Программы.

К тому времени, когда был накоплен эмпирический материал, требовавший обобщения, уже была готова та схема, которая обеспечивала любую степень обобщения: от отдельной экосистемы до биосферы. Это удивительное совпадение во времени появления

большого массива данных и инструмента его синтеза определило быстрое распространение и включение в экологию системного подхода. Одновременно широкое развитие получило математическое моделирование. Цепочка: полевой сбор материала по адекватным методикам, его анализ и синтез на основах системного подхода, построение модели, описывающей функционирование экосистемы, – к началу восьмидесятых была построена. В её создании огромная заслуга принадлежит А.А. Ляпунову.

К настоящему времени представление о строении биотического круговорота претерпело большие изменения. Часть экологов осознано, что круговорот не круг, не цикл, в котором, выйдя из точки А, вернёшься в неё же. Круговорот – это сети, вложенные в другие сети. К такому, совершенно правильному понятию ещё надо привыкнуть. Ещё надо нагрузить сеть, каждую её петлю определёнными величинами. Оказалось, что мы имеем дело не с круговыми, а с сетевыми процессами. Вероятно, существуют правила или законы сетевых процессов. Мы в экологии этого не знаем. И с нами, к сожалению, нет Алексея Андреевича Ляпунова или другого человека его масштаба, который бы повёл с экологами работу в области сетевых процессов такой же интенсивности и чёткой направленности, как Алексей Андреевич.

Я вспоминаю один эпизод, который показал мне, как отдельная пионерная теоретическая работа превращается в науку и растворяется в ней. Главным редактором «Ботанического журнала» академиком Лавренко нам с Алексеем Андреевичем была заказана статья «Системный подход к изучению биогеоценоза».

И вот тут началась длительная история, потому что эту статью нам непрерывно заворачивали. Редакцию всё что-то не устраивало. Алексей Андреевич очень серьёзно отнёсся к первому варианту критики. Сказал: «Давайте исправим этот раздел, разъясним это понятие, добавим новый пример, уберём непонятный кусок текста». Мы сделали всё что возможно, чтобы удовлетворить требования рецензентов. Но они продолжали заворачивать статью, объясняя, что опять вот это непонятно, и всё время указывая, что нам нужно писать и что не нужно. После второго раза Алексей Андреевич сказал: «Что вы теряете время? Отзовите статью». Я: «Ну как же, ведь мы должны выйти на широкую аудиторию. Кроме того, эта статья – заказ, и мы обязаны убедить рецензентов». Он: «Ничего не надо! Через 20 лет молодые люди будут всё это знать, и им будет казаться, что они это знали всегда. Вот это и есть настоящая наука, и она пробьётся другими путями, через другие статьи. А если редакция „Ботанического журнала“ не хочет печатать статью, заберите её у них».

Самое удивительное заключается в том, что ещё не прошло двадцати лет, а системный подход стал общим понятием. И всем кажется, что так было всегда, они на этих понятиях выросли. Всегда были эти схемы, эти концептуальные, а затем и математические модели, а что тут особенного? Алексей Андреевич оказался прав!

Со статьёй же дальше произошла такая история. Я упорно работала и упрямо пыталась довести статью до печати. Алексей Андреевич даже не хотел со мной разговаривать на эту тему. Только после того, как он умер, я написала письмо в редакцию «Ботанического журнала», что прошу вернуть мне статью, потому что я её опубликую точно в таком виде, в каком она была создана А.А. Ляпуновым. А с вами я больше не желаю иметь никакого дела.

После этого они быстренько сняли все свои возражения и опубликовали статью в её первоначальном виде. В этом эпизоде я хочу показать, что Ляпунов очень хорошо понимал, что он делал. Я, наверное, далеко не всегда понимала его позиции. А он ясно осознавал, что системный подход очень быстро разовьётся и станет неотъемлемой частью науки. Когда новое становится общим принципом, общим достоянием – вот это и называется наукой.

С течением времени многие положения науки становятся безымянными, имена тех, кто формулировал понятия и общие концепции, забываются. Сейчас само сочетание слов «системный подход» уже почти не употребляется. Однако то, что сделал А.А. Ляпунов, остаётся в теоретических науках о Земле и Жизни в виде идей, понятий, схем и становится, как говорил сам автор, общеизвестным – т. е. настоящей наукой.

Одним из последних вкладов Алексея Андреевича в развитие математической биологии была организация в конце марта 1973 года первой школы «Математическое моделирование сложных биологических систем» под эгидой Совета по проблемам биосферы. На школе выступили выдающиеся ученые: Н.В. Тимофеев-Ресовский, А.А. Ляпунов, А.М. Молчанов, И.А. Полетаев, В.В. Налимов и другие. Есть моя небольшая книжечка «Первая школа по математической биологии в 1973 г.» (2011). Здесь же мне хотелось бы привести лишь несколько высказываний знаменитых лекторов.

Н.В. Тимофеев-Ресовский: *«Я считаю, что самое важное – изучение дискретности жизни. У нас на Земле структурированность началась с первой примитивной клетки и шла в течение 2,5 млрд. лет, оставляя все большее число разнообразных дискретных форм».*

А.А. Ляпунов: *«Главная задача – отыскать общие закономерности в таких далёких областях, как экология, астрономия, физика и описать это языком интегралов».*



А.М. Молчанов (о математиках): «а). *Математик знает, где математику применять не нужно.* б). *Если он не знает ответа, то он – не математик.*

В.В. Налимов: «*Наука от мифотворчества отличается не выдвижением гипотез, а их проверкой.*»

И.А. Полетаев: «*Модель есть аккуратно собранная система гипотез, изложенная математически с целью построения теории объекта.*»

Замечательную школу организовал Алексей Андреевич. Организовал, как завещание нам. Умер Алексей Андреевич менее, чем через три месяца после завершения школы, 23 июня 1973 года.

Но «школы» продолжали жить. Под руководством Альберта Макарьевича Молчанова вплоть до 1991 г. было проведено ещё одиннадцать «школ». Годы развала страны развалили и школы. Но под другим названием – «Национальные конференции по математическому моделированию в экологии» – они возобновлены в Пущино с 2009 г. Вторая школа состоялась в мае 2011 года. Она была посвящена 100-летию со дня рождения выдающегося Учёного, Гражданина и Учителя Алексея Андреевича Ляпунова.



Н.С. Фатюхина

## НЕСКОЛЬКО ВСТРЕЧ

Азарий Гамбурцев ввёл нас в дом профессора Алексея Андреевича Ляпунова, человека необыкновенной доброты, с внешностью Миклухо-Маклая. Отчаявшись получить помещение для работы с аспирантами и студентами в университете, он стал устраивать занятия (семинары) у себя дома. Обе его дочери, Туся и Ляля, учились на биофаке. Из наших однокурсников на домашние семинары к Ляпунову ходили четверо – Зарик, Толя Михайлов, Миша Величко и я. Мы были дополнением к основному контингенту. Ляпунов был родственником великого математика (академика А.М. Ляпунова) и сам математик. Про его докторскую диссертацию говорили, что она столь сложна, что понять её были способны только единицы из учёных всего мира. Хотя на кибернетике тогда лежала печать запретности и само это слово, кажется, даже не произносилось, было похоже, что профессиональные интересы Алексея Андреевича близки именно к этой области науки.

В доме Ляпунова нас поили чаем, угощали фруктами. Собственно занятия делились на две части. На первой мы слушали лекции по теории вероятности, а на второй – по биологическим проблемам. Докладывал обычно известный учёный-биолог или биофаковский аспирант. Впоследствии, разглядывая труды сессии ВАСХНИЛ 1948 года, я встречала фамилии людей, которые бывали у Ляпунова. Слушателей было человек десять. Помню, что Ляпунов высказывал тогда ещё не слыханную нами гипотезу о том, что жизнь, возможно, была занесена на Землю каким-то космическим телом. Для меня эти вечера в квартире Ляпунова были праздничными. Нас тянула туда, может быть, не столько передовая научная проблематика, в которой мы не очень разбирались, сколько симпатия к необычному человеку, увлекавшемуся, помимо прочего, геологией и минералогией. Он ездил искать камни и привозил их целыми рюкзаками, раздаривая потом домам пионеров или друзьям дома – любителям камней. Если ему попадалась в продаже интересная книга, то он покупал столько экземпляров, сколько мог донести, чтобы потом дарить другим. Я позаимствовала у него этот пример, покупая иногда по несколько одинаковых книжек.

И вот, однажды весной, видимо, 1956-го года, Зарик взволнованно сообщил нам на какой-то лекции, что сегодня на биофаке будет разбирательство «комсомольского дела» дочек Ляпунова. Самого Ляпунова партбюро уже осудило и передало его «дело» в парторганизацию мехмата (Алексей Андреевич вступил в партию на фронте). Мы пошли на общее открытое собрание комсомольцев и коммунистов биофака. Румяный секретарь президиума собрания объяснил всем, что у «студенток Ляпуновых организован подпольный кружок, где собирались критически настроенные по отношению к Лысенко студенты и аспиранты, слушали доклады некоторых горе-учёных, осуждённых ранее сессией ВАСХНИЛ, и всё это сопровождалось пением песен сомнительного содержания». С большим трудом мы, все те же четверо, сообразили, что речь идёт о тех вечерах, где бывали и мы. А тем временем общественность начала громить девочек и их отца. Партийные дяди обличали гостей, которых приглашал к себе на семинары Алексей Андреевич, называя их «ныне амнистированный» имярек (речь шла, в частности, о Н.В. Тимофееве-Ресовском). На это Миша крикнул с верхних рядов, где мы сидели: «Не амнистированный, а реабилитированный». Выступавший партиец прореагировал: «Какая разница? Это одно и то же». Однако Мишиной репликой мы себя выдали. Её оказалось достаточно, чтобы нас заметили, и сразу бдительные люди с бойцовским запалом, забегавшие возле президиума, указали, что тут присутствуют посторонние люди, *чужие*. Различить нас было легко: мы были в своих геологических формах. Тщетно мы пытались объяснить, что мы такие же комсомолыцы МГУ, как и они, и что мы участники этого кружка, можем рассказать, что там на самом деле происходило. Но сказать нам ничего не дали, и собрание быстренько проголосовало за то, чтобы нас удалить. Уже без нас там учинили разгром биофаковцев, тех, которые ходили на «подпольный» кружок, а дочек Ляпунова, кажется, даже чуть не исключили из комсомола, но потом всё-таки ограничились вынесением выговоров (однако, вскоре времена изменились, и вузком, насколько я знаю, эти выговоры не утвердил).

В.И. Фёдоров

### **А.А. ЛЯПУНОВ В МОЕЙ ЖИЗНИ**

Об Алексее Андреевиче я знал с 1962 года. Я тогда был студентом 4 курса Саратовского медицинского института. К нам пришли студенты-математики из университета и предложили создать кибернетическое общество по типу семинара Розенблюта–Винера. Наш семинар начался с наших докладов по книге У.Р. Эшби «Введение в кибернетику». Руководил семинаром сотрудник вычислительного центра при СГУ. Там я узнал и о «Сигнале» И.А. Полетаева и, конечно же, о «Проблемах кибернетики», и я для себя реферировал основополагающие статьи А.А. Ляпунова. Так началось моё знакомство с кибернетикой. В 1963 г. я перевёлся в НГУ, а в 1965 г. мне посчастливилось слушать кибернетический курс Алексея Андреевича. Он читал его в Большой физической аудитории НГУ. Народу набивалась тьма. Сидели на подоконниках, в проходах, на ступеньках. Приходили студенты всех факультетов, даже гуманитарного. Значительную часть слушателей составляли взрослые люди – сотрудники СО АН из самых разных институтов. То есть, лекции Ляпунова для Городка были событием. Так собирались только ещё на лекции Г.И. Будкера. Алексей Андреевич производил сильное впечатление и обликом, и манерой чтения, а главное – тем, что он читал, его глобальностью. Про Ляпунова в Городке говорили: «От него Наукой пахнет».

Тогда же, в 1965 году мой знакомый студент-математик попросил меня проконсультировать его по вопросам патологии. Он построил модель инфекционной болезни, и мы пошли к Алексею Андреевичу. Он принял нас в своём коттедже, общался не как со студентами, а как с равными, как с исследователями. Модель раскритиковал. И, как мне показалось, справедливо. Но потом надавал советов, как её строить. И предложил встретиться с ним, когда будем готовы. Мой математик сник. Работа продолжения не имела. Но я-то вдохновился! Стал вникать в вопросы моделирования. Договорился в деканате, что вместо спецкурса по генетике человека буду сдавать индивидуальный спецкурс «Дифференциальные урав-

нения в физиологии». Подготовил и сдал этот курс Ю.И. Гильдерману. Он был удивлён и доволен, и поставил мне 5.

Когда в 1967 г. я заканчивал университет, я поинтересовался у общих знакомых: нельзя ли попасть к Ляпунову? Мне сказали, что «он биологов не берёт, что он любит работать с карандашом и бумагой, и не нужно писать уравнения там, где кошек режут». Как выяснилось позже, эта была полная неправда. Я отправился в Киев с надеждой на их Институт кибернетики. Встретился с Н.М. Амосовым, потом с Ю.Г. Антомоновым. Оба были искренно удивлены моему приезду, и каждый из них воскликнул: «Так у вас же там Ляпунов!». К счастью, я в Киеве не закрепился.

А осенью 1967 года мне позвонил мой однокурсник Т.А. Обут, с которым мы вместе сделали дипломные работы в лаборатории эндокринологии Института физиологии, и сказал, что меня разыскивает Ляпунов. Неисповедимы пути Господни: меня разыскивает Ляпунов! Т.А. Обут рассказал мне, что он знаком лично с Алексеем Андреевичем, что тот проявил большой интерес к эндокринной системе и предложил ему работу в своей лаборатории. Но Обут – экспериментатор до мозга костей. Он отказался и сказал, что это не его стезя, а вот есть такой Слава Фёдоров, которому это интересно. Алексей Андреевич захотел познакомиться со мной.

И вот мы с Обутом пришли к Алексею Андреевичу. Он попросил меня рассказать о себе, а потом сказал, что его очень интересует эндокринная система как одна из главнейших управляющих систем организма. Он дал мне рукопись своей новой статьи и попросил сделать замечания. Я прочитал, вернул рукопись и сделал два замечания. Они касались физиологических представлений. Одно он принял сразу, а вот о месте ретикулярной формации в иерархии регуляторов головного мозга мы поспорили. И мне удалось его переубедить. После этого он предложил мне написать заявление о приёме на работу в Институт математики в его лабораторию. А я тогда только начал работать в одном проектном НИИ, где требовался физиолог. До этого у них в качестве физиологов подвизались случайные люди, и мне было неудобно так резко их покидать. Я предложил Алексею Андреевичу, что я буду волонтером, и посмотрим, что из этого получится. Он согласился. И вот началось наше постоянное общение, которое длилось до конца его жизни.

У меня была одна идея, которая зародилась ещё во время обучения в медицинском институте. На одном из занятий по хирургии преподаватель посетовала: почему никто не занимается вопросом о том, насколько изношен организм больного, чтобы подобрать оптимальные условия для проведения хирургической операции. Это,

оказывается, как-то у меня в голове отложилось. И вот я почему-то об этом вспомнил, и обсудил с Алексеем Андреевичем задачу о надёжности организма и его подсистем. Алексей Андреевич поддержал, и я начал этим заниматься. Я посмотрел литературу по теории надёжности, и задача определилась более конкретно: морфологическое обеспечение надёжного функционирования физиологических систем. После нескольких сеансов обсуждений всё свелось к избыточности и резервированию функционирующих структур. Когда Алексею Андреевичу показалось, что я дозрел, он предложил мне написать пространную статью. Я написал и узнал, что я написал не пространную, а многословную статью, которую можно читать по диагонали, а надо писать так, чтобы читать в строку. Тогда в биологии всю писали по диагонали. И вот Алексей Андреевич в несколько этапов научил меня писать в строку. Я приобрёл способность формализовать расплывчатые физиологические понятия и излагать их без лишней «воды».

В процессе работы над этой задачей я почувствовал, что смогу быть сотрудником лаборатории Алексея Андреевича и решил на перевод в Институт математики, где он тогда работал. Это был 1968 год, и уже тогда в Сибирском отделении появилась проблема трудоустройства молодого научного сотрудника. Проблема отягощалась тем, что Алексей Андреевич был в конфликте с Учёным советом института, потому что он не доказывает теорем, занимается биологией, и к нему было предвзятое отношение. Поэтому получить дополнительную ставку он не мог. Кстати, врачи запретили ему посещать заседания Учёного совета. Его сотрудник А.А. Берс собирался перейти в аспирантуру, и Алексей Андреевич планировал взять меня на освобождающуюся ставку младшего научного сотрудника. Но, видимо, была проблема и с аспирантурой, потому что освобождение ставки заняло несколько месяцев. И, наконец, весной 1969 года появилась вакансия. Алексей Андреевич познакомил меня с заведующим отделением кибернетики Института В.К. Коробковым. Виталий Константинович отнёсся очень доброжелательно, и я пытался подать на конкурс. Но возникли какие-то проблемы со мной в отделе кадров. Началась классическая бюрократическая вольнка. Я не выдержал и пошёл к директору Института математики С.Л. Соболеву. Сергей Львович внимательно меня слушал, мы говорили с ним минут 45. В основном об эндокринной регуляции. Через каждые 5 минут я спрашивал: Сергей Львович! А я не злоупотребляю Вашим временем? На что он неизменно отвечал: «Нет-нет. Это очень интересно». После этого Соболев позвонил Алексею Андреевичу и сказал: «Приходил от Вас Фёдоров.

Он мне понравился. Я считаю, что его надо взять». А Алексей Андреевич, в свою очередь, позвонил мне и, совершенно не отреагировав на то, что я пошел к Соболеву, не предупредив его, по сути, через его голову, радостно сказал, чтобы я подавал на конкурс.

И вот, в мае 1969 года состоялся Учёный совет Института математики, на котором рассматривалось моё заявление. Я был возле дверей зала заседаний и всё слышал. Высказывалась претензия, что Алексей Андреевич уже взял в штат математического института врача (это А.Т. Колотов), а теперь собирается брать биолога. Что я не сотрудник института, а подаю со стороны. И меня прокатили. Тогда Сергей Львович сказал: «Меня когда-то избрали без учёной степени старшим научным сотрудником. Давайте единогласно выберём его старшим лаборантом». Он вышел и сказал мне: «На следующем Учёном совете Вы будете МНС'ом». И действительно, в сентябре 1969 года я проходил уже по внутреннему конкурсу. Меня избрали большинством голосов, но пять было против и четыре воздержавшихся. Алексей Андреевич меня поздравил, и так начался мой научный стаж.

В Институте математики я пробыл недолго. Весь 1969 год Алексей Андреевич пытался улучшить своё положение. Он предложил создать Институт кибернетики и вычислительной математики на базе Вычислительного центра и отделения кибернетики Института математики. Он вместе с М.А. Лаврентьевым пришёл на Учёный совет Вычислительного центра и выступил там, обрисовав красивую перспективу развития этого направления. Но директор ВЦ Г.И. Марчук не вдохновился такой перспективой и стал сопротивляться этому проекту. В итоге в конце 1969 года М.А. Лаврентьев предложил Алексею Андреевичу перейти всей лабораторией в его Институт гидродинамики. Но и этот переход оказался не гладким. Начался процесс переманивания сотрудников Алексея Андреевича в другие лаборатории со своими ставками. Меня пригласил на беседу зам. директора Института математики А.И. Шишов, заведовавший отделом алгебры, и сказал, что «ближайший ко мне коллега А.Т. Колотов перешел в отдел алгебры» и предложил мне сделать то же самое. Я сказал, что я пришёл в Институт математики работать с Алексеем Андреевичем и что я ухожу вместе с ним в Институт гидродинамики. Алексей Андреевич пытался воспрепятствовать потере ставок: «пусть уходят, но не с нашими ставками». К чести сотрудников лаборатории надо отметить, что только двое из них остались в Институте математики. Остальные 13 ушли вместе с Алексеем Андреевичем. Мы потеряли всего 2 ставки. И вот,

31 декабря 1969 года было последним днём нашего пребывания в Институте математики. На стене Института математики висит мемориальная доска, на которой написано, что Алексей Андреевич работал в Институте до конца своих дней. Это неправда. С 1 января 1970 года он, и мы вместе с ним, стали сотрудниками Института гидродинамики.

В Институте гидродинамики у нас была настоящая творческая жизнь. Занятия эндокринной системой вышли за рамки лаборатории. По моей инициативе, горячо поддержанной Алексеем Андреевичем, был организован регулярный межлабораторный семинар, совместно с лабораторией эндокринологии (возглавляемой М.Г. Колпаковым), где я сделал дипломную работу. Мы встречались еженедельно. Алексей Андреевич так быстро образовался в области эндокринологии, что смог в деталях рассказать о гормонах, их функциях, эндокринной регуляции и регуляции самой эндокринной системы и даже использовал латинские биологические и медицинские термины. Эндокринная система оказалась очень кибернетичной: большое количество элементов, ещё большее количество связей между ними, причём, в отличие от нервной системы, знаки связей динамично меняются, каскадное функционирование и т. д. Эта формализация фактического материала Алексеем Андреевичем создала ауру, находясь в которой я научился абстрагировать и обобщать фактический материал, излагать его формализовано, видеть систему в целом и одновременно рассматривать пошаговый алгоритм динамики различных отделов эндокринной системы. Семинар просуществовал до кончины Алексея Андреевича.

На теоретической базе, созданной в процессе работы над проблемой избыточности и резервирования, я стал совместно с некоторыми сотрудниками лаборатории, являющимися математиками, пытаться строить математическую модель эндокринной железы. Вначале ничего не получалось. То напишут нерешаемый интеграл, то постараются пренебречь очень существенными деталями. Так продолжалось до тех пор, пока в лабораторию не пришёл на дипломную работу студент мехмата А.М. Федотов. Алексей Андреевич приставил его ко мне. Вот с ним у нас всё получилось. Он прекрасно владел анализом и каким-то чутьём чувствовал программу. Его, конечно, тоже приходилось удерживать от желания пренебречь деталями. Но не до такой степени. Мы построили модель, сделали машинные эксперименты, так как было непонятно, как происходит выбор готовых к работе гормоноподобных элементов, если готовы несколько, а требуется меньшее число. Мы заложили разные типы распределения элементов по порогам чувстви-



тельности к секреторному стимулу и при одном из вариантов получили графики, соответствующие реальным физиологическим данным при секреции гормона. Позже в биологической литературе появилась статья, где был описан эксперимент с введением микро-электродов в отдельные клетки, секретирующие инсулин, и характер распределения мембранного потенциала клеток оказался сходен с предсказанным нашей моделью.

Алексей Андреевич понял, что должна быть двухъярусная модель эндокринной системы. Один ярус описывает секрецию гормона, второй – распределение гормона в кровотоке. Этим занялись вплотную наши студенты-дипломники. Это была экзотическая ситуация. Дело в том, что Алексей Андреевич вместе с В.А. Ратнером организовал в НГУ новую для СССР специальность – математическая биология. Это были биологи с мощной математической подготовкой. Первый набор матбиологов достался В.А. Ратнеру. Начиная со второго набора, часть студентов была в нашей лаборатории, где под руководством сотрудников готовились дипломные работы. Вот им-то и досталась двухъярусная модель. Они стали активно посещать наш эндокринный семинар. Там обсуждалась и модель. Сотрудники лаборатории эндокринологии активно консультировали её построение.

Алексей Андреевич принимал непосредственное участие в подготовке дипломных работ, обсуждал ход работы, результаты, которые получали студенты. Мы столкнулись с трудностями в отношении фактического материала. По одним эндокринным системам было море экспериментальной литературы, по другим – крохи: в этих разделах познание только начиналось. Но и там, и там не было чётких данных, описывающих переходный процесс в конкретном блоке системы. Эти данные были нам необходимы для построения модели. Тогда было принято совместное с физиологами решение сделать собственные эксперименты на собаках в лаборатории М.Г. Колпакова. И наши матбиологи выгуливали ежедневно собак, чтобы те к ним привыкали. Зато результат получился замечательный. Физиологи предоставили полученный ими фактический материал, а матбиологи, используя его, построили модель, сделали машинные эксперименты и предложили физиологам дозы инфузии гормона, при которых происходят переходы на новый режим функционирования. Рассчитанные с помощью модели дозы оказались не округлёнными, как это принято в физиологии (типа 10, 20 и т. д. мг/мл/час), а без нулей, например 27 мг/мл/час. И когда мой дипломник Н.А. Колчанов продолжил эту работу уже в аспирантуре, собакам инфузировали гормон по его дозам, и были



получены чёткие переходы. Результаты моделирования чётко подтвердились в эксперименте.

Защиты были на отделении биологии факультета естественных наук НГУ. Наши дипломники шли от кафедры физиологии. Выпускники получали диплом биолога со специализацией «Математическая биология». Защиту первых наших выпускников (их было четверо) я очень хорошо помню. Председателем ГЭК был директор Института цитологии и генетики Д.К. Беляев. Нам пришлось выдержать его напор, выступить после студентов, прокомментировать работы. В итоге все получили пятёрки.

Алексей Андреевич организовал регулярный выпуск сборников статей сотрудников лаборатории и был самым активным автором. Несколько сборников целиком были посвящены биологическим задачам. Там были и статьи наших дипломников. Наряду с моделированием я занялся формализацией эндокринной системы, и получилась пространная статья, опубликованная в одном из наших сборников, которую Алексей Андреевич предложил назвать «Некоторые кибернетические вопросы эндокринологии». Я пытался и в этой статье, и в предыдущих записать Алексея Андреевича в соавторы, но всякий раз он категорически отказывался, хотя он был полноправным соавтором, поскольку обсуждались не только концепция статьи, но и все варианты текста. Он говорил: «Что Вы, Слава, у меня у самого по 25 статей в год выходит». И даже отказывался от благодарности в его адрес в конце статьи. Но вот где он планировал быть соавтором, так это в книгах «Кибернетика организма» и «Кибернетические вопросы эндокринологии», куда моя статья должна была войти в качестве главы. Он собирался издать эти книги в серии «Кибернетика в монографиях», которую он вёл и редактировал. Но не успели мы написать эти книги...

Последний лабораторный сборник мы выпустили в 1974 году и посвятили его светлой памяти Алексея Андреевича. В этот сборник вошли и неопубликованные ранее статьи Алексея Андреевича. В том числе, по моделированию эритропоэза. Незадолго до кончины Алексей Андреевич участвовал в конференции, которая проходила на теплоходе по Енисею. Деваться там было некуда, и Алексей Андреевич слушал разные доклады, в том числе дискуссию по эритропоэзу. Он рассказал нам, что он поговорил с одним из участников дискуссии и предложил своё видение проблемы. И прямо там же, на корабле, родилась эта модель, которая потом стала предметом научной статьи. А в 1973 году, в год его кончины, очередной сборник открылся предисловием, нет, не предисловием, а Словом об Алексее Андреевиче, которое написал И.А. Полетаев.

Научная жизнь у нас была активной. Однажды мы подали тезисы докладов на Всесоюзную конференцию. К тексту каждого тезиса полагалось приложить направление от Института, авторскую справку и акт экспертизы. Мы заполнили все эти бумажки, я обошёл всех членов экспертного совета, всех, кто подписывает и всех, кто утверждает направления и акты экспертизы. За один день я собрал 102 подписи. Алексей Андреевич всем рассказывал об этом с восторгом. По поводу этих бумажек он ехидно говорил, что «в авторской справке надо писать, что в статье что-то есть, а в акте экспертизы – что в статье ничего нет». Ещё бы! Ведь этот акт свидетельствовал, что «публикация статьи не наносит вреда Советскому государству».

В 1970 году ректором Новосибирского медицинского института был В.П. Казначеев. Он часто консультировался с Алексеем Андреевичем по научным вопросам. Его интересовали и продолжают интересоваться глобальные вещи. Одна из консультаций была в моём присутствии. Влаиль Петрович посетовал, что ему никак не удаётся одна классификация. Стал показывать. Алексей Андреевич сказал: «Так Вы постройте матрицу». И, действительно, всё упорядочилось. Влаиль Петрович воскликнул: «Алексей Андреевич! Вы прямо как Колумб!». Так вот Влаиль Петрович решил ввести преподавание кибернетики в медицинском институте. Никаких распоряжений Министерства здравоохранения по этому поводу не было. Честно говоря, это была перегрузка учебной программы. Но он на это пошёл. Я узнал об этой новации от своих коллег из ЦНИЛ мединститута, пришёл к Казначееву и предложил себя в качестве лектора по кибернетике. Влаиль Петрович позвонил Алексею Андреевичу, и Алексей Андреевич ответил, что «Слава хорошо это делает». Мы стали обсуждать с Алексеем Андреевичем программу. Поначалу у меня был свой план, но Алексей Андреевич переубедил меня. Причём, разговор начался у него в коттедже, потом он вызвал машину и повёз меня домой. В машине разговор продолжился. Мы доехали до моего дома, но не договорили. Поехали к нему, опять недоговорили, потом снова ко мне. И так в машине родилась программа, которую мы назвали «Биокибернетика». Я начал готовить и читать лекции по биокибернетике и написал учебное пособие. Оно понравилось Алексею Андреевичу, и он организовал мне денежную премию в научном институте за учебный процесс. В 1972 году В.П. Казначеев возглавил Сибирский филиал АМН СССР, а ректором мединститута стал Ю.И. Бородин. У меня начались проблемы. Сразу оказалось, что это перегрузка. Меня вызывали на методическую комиссию. Мои лекции без моего ведома и

согласия стали посещать сотрудники разных кафедр. Кафедра общей хирургии возмутилась тем, что рассказывая о нервной регуляции, я растолковывал студентам о вреде денервации, которую, кстати, хирурги применяют до сих пор и не только по жизненным показаниям, а просто чтобы снять симптом. В итоге ректору на стол легла пасквильная рецензия на мой курс. С текстом рецензии я ознакомился и показал Алексею Андреевичу. Он тут же позвонил Ю.И. Бородину и предложил нашу рецензию на их рецензию. Бородин не стал раздувать конфликт, но это был мой последний учебный год.

Алексей Андреевич считал, что моя кандидатская работа должна быть теоретико-экспериментальной. Вот вам и «нельзя работать, там, где кошек режут!»! У меня родился план диссертации, мы его обсудили, и я начал вполне официально ходить в лабораторию М.Г. Колпакова и готовиться к эксперименту. Работа действительно получилась теоретико-экспериментальной. Её не хотел брать ни один диссертационный совет. Слишком там много было всего: кибернетические схемы, физиологический эксперимент, электронно-микроскопические препараты. А самое главное, – я предсказал результат, а потом в эксперименте получил подтверждение теории. Вдобавок написана диссертация не по диагонали, а это трудно читать тем, кто пишет по диагонали. Защитил я её в Москве, в Институте общей патологии АМН. И хотя я завершил работу уже после кончины Алексея Андреевича, я с полным правом написал на титульном листе диссертации и в автореферате: «Научный руководитель – член-корреспондент АН СССР А.А. Ляпунов».

В июне 1973 года Алексея Андреевича не стало. Но он не исчез из моей жизни. Я уже упомянул о кандидатской диссертации. Кстати, я её ценю выше, чем свою докторскую, поскольку она затрагивает общебиологические проблемы, а докторская, хотя она тоже системная, носит частный характер. Она посвящена взаимодействию нервной и эндокринной систем. Завершив основную работу по кандидатской диссертации, я предложил в НГУ прочесть физиологам спецкурс «Введение в кибернетические основы регуляции физиологических функций». Этот курс строился на капитально переработанной «Биокибернетике». Заведовал кафедрой физиологии Л.И. Корочкин. Он дал своё согласие, но началась возня среди физиологов, чтобы не допустить меня к преподаванию. Пытались подключить В.А. Ратнера. Причина простая: эмпирики не терпят рядом теоретиков и системщиков. Мне стало известно об этой коллизии, но я их переиграл. Я пришёл к И.Б. Погожеву. Он пригласил ещё и Ратнера, в его присутствии

поддержал меня, а мне посоветовал дополнить курс переходными процессами. Я это сделал с радостью. Курс от этого только выиграл. Мои недоброжелатели вынуждены были сдаться, и я стал преподавать. И даже когда Л.И. Корочкин уехал в Москву, новый зав. кафедрой Л.Н. Иванова не рискнула закрыть этот спецкурс. По сути, я читал интегративную физиологию, о которой теперь много говорят и развитие которой пытаются наладить. Студентам курс нравился. Это был необычный взгляд на известные им вещи. При тестировании студентами преподавателей, проведённом деканатом в начале 80-х годов, я получил 8,3 балла по десятибалльной шкале (третий результат по кафедре). И в этом тоже заслуга Алексея Андреевича. Этот курс я читал до своего отъезда из Академгородка в 1983 году.

После кончины Алексея Андреевича проблем с выбором места работы не было. Я был переведён в Институт цитологии и генетики в лабораторию М.Г. Колпакова, которая ранее перешла туда из Института физиологии. Поначалу всё складывалось хорошо. Михаил Григорьевич меня поддерживал. Он в то время организовывал Институт эндокринологии в Сибирском отделении АМН и планировал создать для меня лабораторию кибернетической эндокринологии. Дело дошло до правительственного решения об организации института. Надо только было дождаться начала следующей пятилетки, потому что финансирование на текущую было уже расписано. Но в ноябре 1974 года Михаил Григорьевич трагически погиб, и мы остались в Институте цитологии и генетики. Новый институт так и не открыли.

В 1981 году в научных учреждениях пошли массовые сокращения. К концу года я тоже попал под сокращение за то, что, как сказано в формулировке, я занимался не только задачами лаборатории. А это потому, что сохранился шлейф общения с Алексеем Андреевичем. Я стал работать в ЦНИЛ мединститута. И здесь наследие Алексея Андреевича проявилось в полной мере. Тогдашний министр здравоохранения СССР С.П. Буренков поставил задачу о развитии первичной профилактики распространённых заболеваний. Проректор по научной работе НГМИ М.И. Лосева предложила мне подумать по этому поводу. Я почитал кое-что, и в тот же день предложил ей схему диагностики заболевания на досимптомном этапе, базирующуюся на всё том же системном подходе, воспитанном во мне Алексеем Андреевичем. Но это опять был выход за рамки интересов ЦНИЛ, и весной 1983 года меня снова сократили. Я уехал по семейным обстоятельствам во Фрунзе (ныне – Бишкек) и вернулся в Академгородок только в 1995 году.

Получилось так, что где бы я ни работал, чем бы ни занимался, я всегда применял системный подход. Это меня подвигло на разработку одномоментного анализа целого класса гормонов в биологических субстратах с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии и одномоментного анализа микроэлементов в биологических субстратах с помощью метода индуктивно связанной плазмы. Я стал применять принцип ранней диагностики, консультируя врачей и больных. Я стал преподавать в НГТУ и написал учебное пособие в двух частях «Принципы организации и функционирования живых систем». Совместно с С.В. Шутовой из Тамбовского университета было написано ещё одно учебное пособие «Основы кибернетической физиологии». Читал в НГПУ курс интегративной физиологии. И везде пропагандировал имя Алексея Андреевича. В 2001 году я предложил коллегам созвать научную конференцию, посвящённую 90-летию со дня рождения Алексея Андреевича. Конференция прошла очень успешно. Мой доклад на мемориальной сессии «Физиологические аспекты кибернетического творчества А.А. Ляпунова» был откровением для тех, кто считал, что Алексей Андреевич не уделял особого внимания вопросам организации физиологических систем, и для тех, кто мало представлял себе, чем занимался Алексей Андреевич в биологии. В 2007 году в журнале «Успехи физиологических наук» была опубликована моя статья «Физиология и кибернетика: История взаимопроникновения идей, современное состояние и перспективы», которую вначале ни один журнал не хотел печатать. В этой статье на документальном материале показан тот значительный и специфический вклад, который сделал Алексей Андреевич для развития системного подхода в физиологии.

Я считаю Алексея Андреевича своим учителем. Я получил хорошую школу системного подхода. Я горжусь тем, что принадлежу к школе А.А. Ляпунова.

А.М. Федотов

### **НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ А.А. ЛЯПУНОВА И СОВРЕМЕННОСТЬ\***

В новосибирском Академгородке, как уже сообщалось в «НВС», состоялась конференция, посвящённая 90-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР А.А. Ляпунова.

Научные интересы А. Ляпунова носили поистине энциклопедический характер, чем и объясняется широкий спектр тематики конференции: информационная биология, математическое моделирование в биологии, кибернетика в физиологии, математическая кибернетика, теоретическое программирование, перспективные проблемы образования.

Приятно отметить, что в числе участников конференции были ведущие российские учёные: академики, члены-корреспонденты РАН; профессора и доктора наук и многие из них – ученики А. Ляпунова, но вдвойне приятно было видеть совсем молодых исследователей. Собралось более 150 ученых из Новосибирска, Москвы, Санкт-Петербурга, Уфы, Петрозаводска, Владивостока, Омска, Красноярска, Томска, Иркутска и других городов России, а также из Венгрии и Украины. Всего за 4 дня было представлено 26 пленарных, 71 секционный и большое количество стендовых и виртуальных докладов.

Алексей Андреевич Ляпунов – выдающийся математик, один из основоположников кибернетики. Его имя принадлежит истории естествознания XX века, и наш долг – помнить об этом. Его научная деятельность относится к различным областям знания. В числе их необходимо, в первую очередь, отметить достижения учёного: по теории множеств; общим вопросам кибернетики; программированию и его теории; машинному переводу и математической лингвистике; кибернетическим вопросам биологии; философским и методологическим проблемам науки. С годами кибернетика вошла в такую обширную область знаний, как информатика. Значительность вклада А. Ляпунова в информатику давно признана в

---

\* Наука в Сибири. – 2001. – № 41. – С. 4.

нашем отечестве. Первым шагом в международном признании заслуг Алексея Андреевича в этой области явилось присуждение ему в 1996 г. медали “Computer Pioneer”. Это было сделано одной из самых авторитетных профессиональных организаций в сфере высоких технологий – IEEE Computer Society.

В 1996 г. отмечался 50-летний юбилей образования Computer Society. Впервые в список лауреатов Computer Pioneer были внесены российские учёные. Вместе с А. Ляпуновым в него вошел академик Сергей Алексеевич Лебедев, создатель первых ЭВМ в Советском Союзе.

На лицевой стороне медали изображён Чарльз Бэббидж. Обратную сторону медали, присуждённой А. Ляпунову, украшает надпись: «Компьютерное общество признало А. Ляпунова основателем советской кибернетики и программирования».

Открытие конференции началось с приветствий председателя оргкомитета академика Ю. Шокина, сопредседателей оргкомитета академиком Ю. Журавлёва и В. Шумного, заместителя главы администрации Новосибирской области, доктора физико-математических наук Г. Сапожникова и руководителя Сводного департамента информационных технологий в промышленности и научно-технической сфере Министерства промышленности, науки и технологий Российской Федерации Г. Рябова.

В приветствиях, в частности, отмечалось, что представитель славного рода Ляпуновых, ученик Н.Н. Лузина, герой Великой Отечественной войны, Алексей Андреевич Ляпунов в начале 50-х годов отважно выступил в защиту гонимых кибернетики и генетики. Он отстаивал зарождающуюся тогда науку и создал в Москве свои школы теоретической кибернетики и программирования. С особой энергией разворачивается его разносторонняя научная и организационная деятельность во всех аспектах теоретической и прикладной кибернетики в Академгородке, куда в 1962 году Алексей Андреевич переезжает вместе со своими учениками. Академгородок становится главным в нашей стране центром кибернетических исследований. Научный и нравственный подвиг Алексея Андреевича Ляпунова должен служить для всех нас примером.

На заседании мемориальной секции с воспоминаниями о жизненном и творческом пути А. Ляпунова выступили его ученики и последователи, ставшие крупными учёными, организаторами в области науки и информационных технологий. В конце заседания был показан документальный фильм об А. Ляпунове, снятый в 60-е годы французскими кинематографистами. Присутствовавшие в Малом зале Дома учёных словно бы окунулись в незабываемую

атмосферу Академгородка тех лет, увидели на экране Алексея Андреевича, услышали его голос. Для учёных этот фильм стал своеобразным знакомством с личностью А. Ляпунова.

Участники конференции возложили цветы к мемориальной доске, установленной в память об А. Ляпунове на фасаде здания Института математики СО РАН.

Наибольшее количество докладов на конференции было представлено на секциях, посвящённых информационной, математической и кибернетической биологии. Это легко объясняется тем, что биология была последним направлением деятельности А. Ляпунова в Новосибирске и здесь в настоящий момент работает много его учеников и последователей.

А. Ляпунов всегда уделял большое внимание воспитанию научной смены. Он стоял у истоков Всесибирских школьных олимпиад, был одним из организаторов Физико-математической школы при НГУ. Вот почему в программу конференции была включена секция «Перспективные проблемы образования», на которой затрагивались вопросы преподавания студентам и школьникам математики и информатики. Ведь не секрет, что будущее российской науки и высоких технологий информатики во многом зависит от того, насколько вступающее в активную жизнь поколение будет обладать твёрдыми навыками работы на компьютере, причём не только на уровне пользователей, но и на уровне профессионалов.

Завершающим аккордом в работе конференции стало принятие решения, в которое участники конференции единодушно включили обращение к местным властям с просьбой присвоить имя А. Ляпунова той части улицы Пирогова, на которой расположена физико-математическая школа – любимое детище Алексея Андреевича.



А.М. Федотов

**А.А. ЛЯПУНОВ  
И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ\***

Научные интересы Алексея Андреевича, как и диапазон его осведомлённости и компетентности были чрезвычайно широки, – от «чистой» математики (дескриптивная теория множеств, теория вероятностей, математическая статистика, выпуклый анализ), включая проблемы прикладной и вычислительной математики (программирование на ЭВМ, автоматизация программирования и входные языки), приложения математики к естественным и гуманитарным наукам (математическая лингвистика, машинный перевод текстов с иностранных языков, геология, систематика, генетика, эндокринология, биогеоценология, исследование операций и др.) и до философских вопросов естествознания.

Математическая биология (или как сейчас более правильно было бы назвать «информационная биология») – применение в биологии методов математического моделирования и внедрение в биологическую теорию и практику точных определений и доказательных рассуждений математического характера является не только заслугой, но и любимым детищем А.А. Ляпунова. Не будет преувеличением сказать, что именно он является основоположником математической биологии в современной советской науке. В круг его внимания и забот входили не только его собственные новаторские работы по составлению конкретных математических моделей, но и все работы, ведущиеся в этом направлении от Прибалтики до Приморья и от Белого до Черного морей, наравне с вопросами подготовки кадров математических биологов от школьников до докторов наук. Нельзя не отдать должного энергии и неутомимости Алексея Андреевича, его убеждённости, энтузиазму и непримиримости, с которыми он всегда отстаивал и проводил свою научную и организационную деятельность. Эта убеждённость и непримирим-

---

\* Сборник докладов Конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения Алексея Андреевича Ляпунова / Новосибирск: Объединённый институт информатики СО РАН, 8–11 октября 2001 г. С. 677–679.

мость, которые в совокупности составляют глубокую принципиальность, всегда сплачивала вокруг Алексея Андреевича непрерывно растущий круг единомышленников, учеников и последователей и одновременно вызывала у некоторых приверженцев научной расплывчатости и неопределённости протесты и даже обиды (впрочем, вполне ими заслуженные).

К деятельности Алексея Андреевича нельзя было относиться холодно или равнодушно: она зажигала и возбуждала всех окружающих, как его сторонников, так и противников. Однако даже в пылу самой горячей полемики Алексей Андреевич умел сохранять строгую объективность и готов был отдать должное оппонентам. К этому добавлялось неотразимое личное обаяние, умение понятно и одновременно точно вести разговор с самыми различными по уровню и характеру образования людьми (в том числе на многих иностранных языках) и удивительно глубокий и, пожалуй, безобидный и добрый юмор.

Схема развития научного познания в естественных науках, в том числе в биологии, по А.А. Ляпунову выглядела примерно следующим образом:

**1. Этап первый** – наблюдение, сборы, коллекционирование материалов;

**2. Этап второй** – систематизация, инвентаризация, индексирование, поиск системы;

**3. Этап третий** – гипотезы, проверки гипотез, эксперимент;

**4. Этап четвертый** – построение теории или соответствующий феноменологической модели изучаемого явления;

**5. Этап пятый** – математическое описание объекта, модели или теории.

Интересно и важно отметить, что математическое описание Алексей Андреевич ставил в заключение построения отрасли знания, считая этот этап завершающим, и, так сказать, этапом «высшего уровня». Эта точка зрения часто обсуждалась и ей противопоставлялись другие схемы.

Алексей Андреевич отстаивал свою схему со свойственной ему убеждённой уверенностью, и это имело характер принципиальный. Он считал и неоднократно высказывал, что участие математики не может сводиться лишь к служебной функции языка построения теории; кроме этой функции имеется, по его мнению, более высокая и важная: «внесение» предельной чёткости и ясности в определение предмета и методов, аксиоматическое построение теории, служащее её венцом и завершением, а главное – внедрение «математического образа мышления», отвергающего правдоподобные утверждения и

качественные рассуждения и заменяющее их строго определенными и аксиоматическими исходными понятиями и математическими доказательствами. При этом, разумеется, он вовсе не отвергал «возврат теоретических результатов в практику», их внедрение в хозяйственную деятельность. Он, однако, отделял эти этапы от этапов чисто научного познания по признакам целей и средств.

Одно из самых важных на мой взгляд утверждений А.А. Ляпунова, связанных с математическим моделированием, следующее: *«конечная цель всей работы, связанной с применением математических методов – является понимание того или иного явления, а не получение каких-либо чисел»*. Он вёл беспощадную войну с бездумным применением (без соответствующей феноменологической модели) математических методов – в качестве шутивного аргумента он часто повторял: *«Существует ненулевая корреляция между возрастом тётки и номером дома, в котором она проживает»*.

Убеждённость и стремление поставить естественные науки, в частности и в первую очередь – биологию, на «математическую основу» привели Алексея Андреевича в последнее десятилетие к занятию и даже увлечению математическим моделированием биологических процессов. В процессе построения математической модели, пользуясь математическими объектами, операциями и символами для записи модели, невозможно обойтись без исчерпывающего критического анализа строгости и совместности естественно-научных утверждений, заложенных в модель. Таким образом, математическое моделирование является как бы естественным путем внедрения «математического образа мышления» в естественные науки, к чему и стремился Алексей Андреевич.

В сущности, круг идей, связанных с математическим моделированием, возник и оформился ещё раньше в совместных работах А.А. Ляпунова и С.В. Яблонского в первые годы развития и распространения кибернетики в нашей стране. В этих работах концепция управления – центральное понятие кибернетики, введённое Н. Винером, – была существенно расширена. Алексей Андреевич поддержал усилия С.В. Яблонского по построению абстрактной математической модели так называемой «управляющей системы». Управляющая система по Ляпунову – Яблонскому далеко выходит за пределы описания тех систем, которые осуществляют собственно управление (в узком смысле Винера) и представляет собой скорее некоторую универсальную схему математической модели любого сложного естественного или искусственного объекта. Впоследствии и у нас и за рубежом стали пользоваться термином «система» (а сборники «Проблемы кибернетики», основанные и редактиро-

вавшиеся А.А. Ляпуновым, регулярно издаваемые в США в переводе на английский язык, носят название “System Analysis”). Этот поворот внимания кибернетики в сторону изучения структуры и функционирования любого объекта (системы) средствами математических моделей с помощью аппарата математики, по сути дела, был начат работами А.А. Ляпунова и С.В. Яблонского. Широкий фронт работ по математическому моделированию биологических явлений, процессов и объектов (систем), развёрнутый по инициативе А.А. Ляпунова уже в сибирский период его научной деятельности, явился лишь продолжением и развитием этой линии.

По сути дела, развитие методов математического моделирования и широкое повсеместное применение его (оптимизация промышленного и сельскохозяйственного производства, построение научных теорий и т. п.) коренным образом изменили первоначальное содержание кибернетики и сомкнули её с новым направлением «анализа систем» (или «системным анализом»), ставшим столь универсально популярным в последние годы как у нас в стране, так и за рубежом. Движение это получило такой широкий размах, что нельзя удержаться от упрека в некотором забвении основной линии исследования «винеровской» кибернетики – процессов собственно управления посредством информации. По нашему мнению, возврат к этой важной тематике с течением времени неизбежен, а путь к этому пролегает, по-видимому, через развитие системного анализа.

Работы А.А. Ляпунова и его учеников в области математического моделирования биологических процессов весьма широки и разнообразны по диапазону естественно-научных задач. Основной и исходной областью является биогеоценология, исследование биосферы и её частей. Сюда относятся, в частности, широко известные модели океанических биоценозов; кроме того, им были начаты серьезные работы по моделированию почв и почвообразовательных процессов. Важность этих работ подтверждается тем фактом, что тематика исследований ресурсов биосферы стала признанной международной проблемой. Алексей Андреевич должен был возглавить в качестве научного руководителя работу национального комитета по этой проблеме.

Работы Алексея Андреевича по биологии не ограничиваются лишь вопросами математического моделирования. Его интересы были значительно шире, простираясь вплоть до философских проблем определения сущности жизни. И здесь, оставаясь верным себе и своим научным принципам, Алексей Андреевич старался внести дух математической ясности и строгости рассуждений.

Я.И. Фет

## **ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА АЛЕКСЕЯ АНДРЕЕВИЧА ЛЯПУНОВА**

В работах современных гуманистов используется очень важное, на наш взгляд, представление о *качествах человека*<sup>1</sup>. Разумеется, качества того или иного человека вряд ли можно измерить или сопоставить с аналогичными характеристиками другого человека. Однако у каждого из нас имеется интуитивная (и, конечно, индивидуальная!) шкала, по которой мы оцениваем поведение, поступки, высказывания того или иного из окружающих нас людей.

Вспоминая кого-нибудь из выдающихся учёных, часто говорят «Человек с большой буквы». Мы склонны думать, что в этой высокой оценке основную роль играют не столько научные заслуги этого человека, но, главным образом, гражданские характеристики: его поведение, его поступки, отношение к окружающим, реакция на поведение и высказывания окружающих и т. д. Рассказывая о жизни и деятельности учёного, мы вспоминаем знакомые нам черты его поведения в различных обстоятельствах и постепенно начинаем сознавать и ценить человеческие качества нашего героя.

В этой статье я постарался собрать различные эпизоды, высказывания, письма и документы, имеющие отношение к биографии Алексея Андреевича Ляпунова. Мне представляется, что эти материалы правдиво характеризуют учёного и свидетельствуют об его исключительно высоких человеческих качествах.

Особенно важно показать личность Ляпунова и его человеческие качества как пример для сегодняшних учащихся и их воспитателей.

Возможно, что самое яркое проявление гражданского мужества и высоких человеческих качеств А.А. Ляпунова, это его бесстрашная и бескомпромиссная защита кибернетики и генетики от невежественных и жестоких лжеучёных. Об этой подвижнической

---

<sup>1</sup> *Аурелио Печчеи*. Человеческие качества. Москва: Прогресс. – 1985. – 312 с.

деятельности учёного написано немало (достаточно сослаться на книгу «Алексей Андреевич Ляпунов»<sup>2</sup>).

Но если бы мы захотели кратко охарактеризовать эту деятельность Ляпунова, то вряд ли нашли бы более ёмкую и исчерпывающую характеристику, чем это сделал в октябре 1971 года Владимир Андреевич Успенский, поздравляя Алексея Андреевича с шестидесятилетием:

*С течением многих лет я с восхищением наблюдал Вашу деятельность, я рассматриваю Вас как одну из героических фигур русской науки. Более молодому поколению трудно поверить, сколько бесстрашия, настойчивости и принципиальности нужно было проявить Вам для того, чтобы дать родиться новой науке – кибернетике<sup>3</sup>.*

### **Высокая интеллигентность**

Из воспоминаний Ивана Борисовича Погожева «Он по-доброму прочно объединял людей...»<sup>4</sup>:

*Отмечу одну характерную черту ляпуновского общения с людьми, которую мне хочется назвать «постоянно высокой интеллигентностью». Он всегда разговаривал с естественным, совершенно одинаковым вниманием и уважением с людьми, находящимися на самых различных ступенях должностной и научной лестницы: с академиком Сергеем Львовичем Соболевым и студентом-первокурсником, с маршалом Павлом Николаевичем Кулешовым и старшим лейтенантом, слушателем Артакадемии. Такая манера не унижала никого, напротив, всех поднимала, делая лучше и чище духовно.*

*Кроме того, А.А. Ляпунов обладал редкой способностью искренне радоваться чуждому научному успеху. Когда даже мало знакомый ему человек получал интересный научный результат и сообщал ему об этом, А.А. Ляпунов приходил в восторг. Он буквально светился от счастья и стремился рассказать о новом результате решительно всем, поднимая его автора до высот необыкновенных. В такие минуты он был прекрасен: чёрные глаза его сияли, он быстро ходил по комнате, заряжая всех своей энергией и добром.*

---

<sup>2</sup> Алексей Андреевич Ляпунов. Новосибирск: Филиал «Гео» Издательства СО РАН; Издательство ИВМиМГ СО РАН. – 2001. – 524 с.

<sup>3</sup> В.А. Успенский – А.А. Ляпунову // Алексей Андреевич Ляпунов. – С. 497.

<sup>4</sup> И.Б. Погожев. Он по-доброму прочно объединял людей... // Алексей Андреевич Ляпунов. – С. 103–104.

*К своим собственным результатам он относился более чем скромно.*

*Чувство зависти к чужому научному успеху у него, по-моему, полностью отсутствовало.*

*Он был очень снисходителен и мягок к недостатку научного образования у собеседника и всегда стремился быть максимально понятным ему, никогда не подчеркивая своей энциклопедической образованности. Однако научной халтуры он никогда не прощал, к ней был всегда непримирим.*

*Он по-доброму прочно объединял людей...*

## **Защита культуры**

### Биографии великих учёных

*Письмо П.Л. Капице*

*Дорогой, глубокоуважаемый Пётр Леонидович!*

*Я в совершенном восторге от Вашей книги «Ломоносов, Франклин...». Очень Вам благодарен, за то, что Вы мне её подарили. Эти биографические очерки чрезвычайно актуальны по сей день, в особенности проблема изоляции Ломоносова и важность нормальных научных общений. Резерфорда и Ланжевена я, разумеется, никогда не видел, а всё, что мне приходилось о них читать, носило гораздо более официальный характер. В Ваших биографиях о них создаётся впечатление как о живых людях.*

*У нас эти книги закуплены в ФМШ и читаются с большим увлечением...*

*Январь 1965 г.*

*А. Ляпунов*

### Алиса в стране чудес

*А.У. Китайнику<sup>5</sup>*

*Глубокоуважаемый Абрам Ушерович!*

*Обращаюсь к Вам большой просьбой. Мой друг Феликс Владимирович Широков показал мне перевод книг Льюиса Кэрролла «Алиса в стране чудес» и «Сквозь зеркало...». Перевод выполнен Н.М. Демуровой и издан на русском языке в Болгарии. Книги эти совершенно*

<sup>5</sup> А.У. Китайник – в то время главный редактор Западно-Сибирского издательства.

замечательные, перевод выполнен очень хорошо. Он получил высокую оценку со стороны К.И. Чуковского (см. «Литературная Россия» от 20/IX-1968 г., статья «Победителей не судят ...»). Упомянутые книги настолько знамениты, что они постоянно используются как источники эпитафий и очень часто цитируются. В настоящее время в Англии существует подробно прокомментированное Мартином Гарднером (известным научным писателем, многие книги которого переведены на русский язык) издание этой книги. Перевод комментариев Мартина Гарднера может быть выполнен в короткий срок. Моя просьба состоит в том, чтобы поднять вопрос об издании этой книги с комментариями Гарднера и хорошо сделанными иллюстрациями Вашим издательством.

Пользуюсь случаем, чтобы высказать Вам своё восхищение рядом детских книг, которые Ваше издательство выпустило в последние годы.

С искренним уважением к Вам  
Член-корреспондент АН СССР  
Новосибирск-72, Воеводского 4.

А. Ляпунов  
27/I-1971 г.

### «Новый мир». Повесть И. Грековой

Письмо А.Т. Твардовскому

Глубокоуважаемый Александр Трифонович!

В седьмом номере Вашего журнала за 1967 год помещена замечательная повесть И. Грековой «На испытаниях». В этой повести показан тяжёлый, но увлекательный труд инженеров-исследователей, занятых созданием и испытанием новой военной техники. В повести показаны живые люди разных характеров и уровней квалификации, участвующие в этой работе. Производит большое впечатление точность художественных образов, реальность процесса преодоления трудностей различного характера, возникающих в этой работе, и подлинность изображения обстановки того времени (начало пятидесятых годов).

Мне хорошо знакома обстановка, описанная в повести, и я близко знаю многих людей, принимавших участие в подобных работах. Много из того, что я видел лично или слышал в рассказах моих друзей, очень похоже на то, что описано в этой повести. Несомненно, автору удалось создать обобщенный художественный образ того, что было характерно для указанного периода.

Повесть «На испытаниях» сразу обратила на себя внимание. В первые же дни после выхода журнала в свет я со всех сторон полу-



чал многочисленные советы её прочесть и, прочитав её, я получил большое удовольствие. Я хочу выразить Вам свою благодарность за публикацию этого прекрасного произведения.

С искренним уважением член-корреспондент АН СССР

А.А. Ляпунов

[1967]

### Музыкальная культура

Министру культуры СССР  
тов. Е.А. Фурцевой

*Глубокоуважаемая Екатерина Алексеевна!*

Я обращаюсь к Вам с просьбой, касающейся вопросов распространения музыкальной культуры.

В Новосибирске живёт и работает пианистка высшей квалификации В.А. Лотар-Шевченко. За последние годы она совершила серию гастрольных поездок в Ленинград (30 концертов с постоянными аншлагами), в Киев (не менее 10 концертов с аншлагами), Одессу, Львов, Киров, Владивосток, Хабаровск, Читу, Красноярск и т. д. с неизменными огромными успехами и аншлагами. Она дала также целую серию концертов в Новосибирске с неизменным бурным успехом.

В то же время её концертная деятельность организована из рук вон плохо. В.А. Лотар-Шевченко могла бы давать значительно больше концертов. Во многих городах имеется огромное количество слушателей, которые очень хотели бы слышать её исполнение. В частности, она дважды выступала в Москве в институте им. Гнесиных в переполненном зале, причем огромное число людей не смогло получить билетов. Приходилось вызывать милицию для установления порядка.

Очень прошу Вас дать указания Гастрольбюро и новосибирской филармонии, чтобы они уделили большее внимание организации концертов выдающейся пианистки В.А. Лотар-Шевченко.

Чл.-корр. АН СССР  
Новосибирск-72, Воеводского 4.

А. Ляпунов  
[1971]

### Судьба художника

Г. Гор – А.А. Ляпунову

*Глубокоуважаемый Алексей Андреевич!*

С большой радостью узнал из Вашего письма, что в галерее Новосибирского научного центра будет организована выставка работ Марка Шагала. Это будет истинным праздником для всех ценителей и любителей современной живописи.

*К сожалению, в моей более чем скромной коллекции нет ни одного «Шагала».*

*Картины Шагала в Ленинграде есть у профессора Чудневского, а также в коллекции покойного Г.И. Булина (Ленинград, Д-88, канал Грибоедова, 9).*

*Был рад получить от Вас письмо. Я с большим интересом читал Ваши статьи о проблемах генетики и кибернетики, имеющие не только научное, но и общее духовное значение.*

*С уважением и приветом,*

*Геннадий Гор, 2.12.68*

*Р.Л. Берг – А.А. Ляпунову*

*Дорогой Алексей Андреевич,*

*Поддержите, пожалуйста, Юру Кононенко, который обратится к Вам с просьбой. Положение его отчаянное и нужно срочно ему помочь.*

*Вашего звонка Льву Георгиевичу Лаврову Е-5-04-31 или Николаю Гавриловичу Чусовитину Е-5-04-29 будет достаточно, чтобы судьба художника решилась.*

*Буду Вам благодарна,*

*Р. Берг  
9 июля 67 г.*

### **На фронте**

Алексей Андреевич в начале войны отказался от брони и с марта 1942 года находился в действующей армии. Осенью 1943 года он был назначен командиром топографического взвода 22-го гвардейского артиллерийского полка. «Учёный физических и математических наук гвардии лейтенант Ляпунов – ваш новый командир». Так был представлен топографам и вычислителям новый командир взвода – высокий, черноусый, с задорными глазами, красивый человек.

Владимир Тихонович Стебунов<sup>6</sup> вспоминает:

*Наш полк готовился к форсированию Днепра в районе Цюрупинска. При ликвидации плацдарма немцев Алексей Ляпунов показал себя достойным командиром: умным, расчётливым и деятельным, честным, болеющим за каждого солдата, смелым и находчивым в решении*

---

<sup>6</sup> В.Т. Стебунов. Письмо Д.А. Гранину // Алексей Андреевич Ляпунов. – С. 112–117.

боевых задач. Взвод уверился в своём командире, сдружился с ним, а это на войне очень важно.

*Кто такой командир взвода на войне? Это тот же солдат, но на котором, кроме всяких обязанностей, лежит ещё ответственность за рядом бегущих по полю боя, сидящих в окопе, получающих из одного котла кашу солдат. Таким и был Ляпунов.*

*Солдаты не только уважали, но и любили Алексея Андреевича, по-сыновьи заботились о своём командире. Нередко топовзвод, в силу особых задач, питался «подножным кормом». Всё, что было лучшим, старались предложить командиру, хотя он не раз говорил:*

*– Думать нужно о работе, а не о личности командира взвода. (Всё, что делали солдаты, он называл работой).*

*С приходом Ляпунова топопривязку батарей, подготовку исходных данных для стрельбы, взвод стал выполнять во много раз быстрее и значительно точнее. Повысилась эффективность огня дивизиона. Ляпунова привлекали для руководства подготовкой исходных данных для стрельбы полковых и дивизионной артиллерийских групп. Нет таких наступательных операций 1944–1945 гг., в которых участвовала дивизия, где бы не были применены знания и умение Ляпунова.*

## Против невежества

### Белиберда

В марте 1964 года Алексей Андреевич получил из Киева, от Л.А. Калужнина<sup>7</sup>, письмо следующего содержания.

*Дорогой Алексей Андреевич!*

*Я пишу Вам по поводу нескольких вопросов. Первое и самое страшное – это злосчастное дело с диссертацией «философа» В.А. Шовкопляса «Ленинская теория отражения – философская основа кибернетики». Вы помните, я Вам оставил автореферат этого бреда, и Вы хотели послать Ваш отзыв философскому учёному совету КГУ.... Эта непотребная история разгорается в большой скандал, так как наши философы, несмотря на очень резкий отзыв Глушкова, всеми силами хотят остепенить Шовкопляса...*

*Конечно, смешно и грустно, что из-за такой чепухи приходится беспокоить и Вас, и других почтенных людей. Но что же делать?*

---

<sup>7</sup> Лев Аркадьевич Калужнин (1914–1990) – математик и логик, преподавал математику во Львове и в Киеве. Основатель кафедры алгебры и математической логики Киевского университета.

*Ведь нужно создать прецедент, чтобы и впредь было неповадно оквернять науку подобным неучам. Простите за беспокойство!*

22 марта 1964

Ваш, Л. Калужнин

Алексей Андреевич отправил следующий отзыв<sup>8</sup>:

**Отзыв**

*о работе В.А. Шовкопляса*

*«Ленинская теория отражения – философская основа кибернетики», представленной в качестве диссертации на соискание учёной степени кандидата философских наук (составлено на основе автореферата)*

*Рецензируемый автореферат представляет собой абсолютно безграмотную белиберду, с полной очевидностью свидетельствующую о том, что автор не имеет ни малейшего представления о научном содержании кибернетики. В реферате цитируются работы разных авторов, причём из текста ясно, что автор диссертации не понимает цитируемых работ. Принятие к защите такой диссертации является скандальным.*

*Копию настоящего отзыва я направляю в Президиум ВАКа и в Президиум АН УССР.*

*Зав. отделом теоретической кибернетики*

*Института математики СО АН СССР*

*профессор, доктор физ.-мат. наук*

*А.А. Ляпунов*

*1 апреля 1964*

К сожалению, товарищ Шовкопляс вскоре защитил в Киеве свою белиберду под изменённым названием: «Гносеологическая природа основных категорий кибернетики».

**Издание научной литературы**

1950-е годы – это время героической, бесстрашной борьбы Алексея Андреевича в защиту кибернетики. В эти годы сам Алексей Андреевич и его единомышленники, такие как И.А. Полетаев, А.И. Китов, Н.А. Криницкий, М.Г. Гаазе-Рапопорт, организовали серию выступлений на научных семинарах в академических институтах, в высших учебных заведениях, в организациях, где применение методов кибернетики могло бы принести практическую поль-

---

<sup>8</sup> См. книгу: Алексей Андреевич Ляпунов. – С. 306.

зу. В 1954–1955 гг. они прочитали сотни докладов, разъясняющих сущность кибернетики и её значение.

Для пропаганды и развития новой науки необходима была соответствующая литература. Созданию такой литературы и её изданию Алексей Андреевич уделял огромное внимание.

В 1954 г. А.А. Ляпунов организует в МГУ свой знаменитый «Большой» кибернетический семинар, который явился центром кристаллизации кибернетических исследований в СССР. В течение 10 лет существования этого семинара (1954–1964) было проведено 121 заседание с соответствующим числом докладов и обсуждений. Работа этого семинара, в частности, оказала существенное влияние на подготовку и издание в СССР научной и научно-популярной литературы по кибернетике. Такая литература была в то время совершенно необходимой.

В 1956 г. в США был издан сборник «Автоматы», который сыграл важную роль в становлении кибернетики в нашей стране. Нужно отметить, что этот сборник был переведен и издан в СССР в том же 1956 году, когда он появился в США. Вероятно, это была заслуга редактора русского перевода А.А. Ляпунова.

Появляются первые отечественные книги по кибернетике и вычислительной технике: учебники А.И. Китова, а также трёх авторов – А.И. Китова, Н.А. Криницкого и П.Н. Комолова.

В 1956 году Ляпунов добивается возможности издания своей знаменитой серии сборников «Проблемы кибернетики», и уже в 1958 году выходит 1-й выпуск сборника. Это, безусловно, историческое событие. Сборник «ПК» издавался с 1958 до 1984 год. За это время был издан 41 том. Алексей Андреевич был редактором и непосредственным участником этих сборников до последних дней своей жизни. Под его редакцией вышло 29 томов. В то же время Алексей Андреевич основал и редактировал серию «Кибернетических сборников», в которых регулярно публиковались переводы избранных зарубежных статей.

В 1958 году удается, наконец, подготовить и издать перевод «Кибернетики» Винера<sup>9</sup> (через 10 лет после первого издания за рубежом!). Заметим, что второе (исправленное и дополненное) русское издание этой книги вышло еще через 10 лет, в 1968 году<sup>10</sup>. Оба русских издания редактировал Геллий Николаевич Поваров.

<sup>9</sup> Н. Винер. Кибернетика или управление и связь в животном и машине / – М.: Советское радио, 1958.

<sup>10</sup> Н. Винер. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. 2-е изд. / – М: Советское радио, 1968.

В том же 1958 году в Москве была издана книга И.А. Полетаева «Сигнал»<sup>11</sup>. Эта книга – первая в нашей стране монография о кибернетике, а её автор, Игорь Андреевич Полетаев – один из пионеров отечественной кибернетики и ближайший соратник А.А. Ляпунова.

## **В защиту генетики**

### **История с анонимной рецензией**

Сборники «Проблемы кибернетики» (ПК) начали издаваться в Физматгизе с 1958 г. на волне реабилитации кибернетики. Редактор сборников проф. А.А. Ляпунов, будучи одним из международно-признанных основателей кибернетики, имел глубокий интерес к биологическим наукам, в частности – к генетике, математической биологии и биологической кибернетике, всячески их поддерживал, пропагандировал и развивал. Неудивительно, что уже в № 1 ПК, в статье редактора, он включил эти вопросы в область интересов кибернетики и выделил специальный раздел в сборниках. К 1962 году Алексею Андреевичу удалось опубликовать ряд статей выдающихся учёных-биологов: И.И. Шмальгаузена, Н.В. Тимофеева-Ресовского, В.П. Эфроимсона, А.А. Малиновского, Р.Л. Берг и др.

Необходимо напомнить своеобразие момента. В 1948 г. советской генетике был нанесён сильнейший удар со стороны сталинской партийно-административной системы руками Т.Д. Лысенко и его подручных. После смерти И.В. Сталина (1953) напор несколько ослаб, и к концу 50-х годов в стране было организовано несколько институтов генетической направленности. Однако Лысенко удалось заморочить голову Н.С. Хрущеву обещаниями быстрого успеха в сельском хозяйстве, и в результате в начале 60-х годов обозначился частичный реванш лысенкоизма. Именно в это время и случился описываемый эпизод научно-политической борьбы<sup>12</sup>.

К 1962 г. успехи новых наук – молекулярной биологии и генетики, а также кибернетический подход к ним, были неоспоримы: структура ДНК, открытие информационной РНК, оперонов, начало исследований генетического кода и др. Советские физики, математики и биологи много сделали для пропаганды и легализации

---

<sup>11</sup> *И.А. Полетаев*. Сигнал. М.: Советское радио. – 1958.– 404 с.

<sup>12</sup> История этой позорной вылазки лысенковцев описана в статье В.А. Ратнера «Укус издыхающей рептилии» (См. книгу: Алексей Андреевич Ляпунов. – С. 234–264).

этих достижений, возобновления работ по генетике, издания оригинальных книг, возрождения преподавания генетики в МГУ, ЛГУ и других вузах. В научном сообществе созрел острый интерес к этим проблемам, который вылился в организацию неформальных семинаров, лекций, летних школ для молодёжи, организованных под руководством П.Л. Капицы, И.Е. Тамма, А.Н. Колмогорова, Н.Н. Семёнова, Н.В. Тимофеева-Ресовского, А.А. Ляпунова, Н.П. Дубинина и многих других.

К этому времени кибернетика была полностью и бесповоротно реабилитирована по причине её необходимости для обороны страны. С генетикой этого пока ещё не случилось. Генетических журналов не было, книги по генетике выходили с трудом. В этих условиях сборник «Проблемы кибернетики» был одним из немногих изданий, где публиковались проблемные обзорные статьи генетического содержания. В этом смысле его роль была огромна. Для лысенковцев это было как бельмо на глазу.

И вот, в начале 1962 г. Главлит (фактически – цензура печати) получил (или заказал?) анонимную отрицательную рецензию на статьи, помещённые в разделе «Проблемы управления в живых организмах» в сборниках «Проблемы кибернетики» (вып. 1–5). Рецензия была направлена в издательство Физматгиз, а оттуда – в Научный совет по проблеме «Кибернетика» АН СССР для оценки поставленных в рецензии критических вопросов и предложений.

Реакция Председателя Совета Акселя Ивановича Берга была мгноvenной и сокрушительной: он направил около 100 (!) копий анонимной рецензии крупным советским учёным (в том числе М.А. Лаврентьеву, С.Л. Соболеву, А.Н. Колмогорову, П.Л. Капице) и получил от них около 40 ответов.

Как отреагировали учёные в своих откликах на эту рецензию? Ответы академиков, сведённые Научным советом по кибернетике, по форме корректны и интеллигентны: авторы работ, опубликованных А.А. Ляпуновым в сборниках «Проблемы кибернетики», отвечают на конкретные наветы, сдерживая негодование и презрение. Приведём лишь несколько выдержек.

Сергей Львович Соболев пишет, в частности:

*«Совершенно недопустимо накладывать запрет на кибернетические публикации по вопросам общей биологии только потому, что такие публикации не соответствуют вкусам того или иного лица, на пример, автора присланной рецензии».*

Александр Данилович Александров:

*«Приёмы политического и философского опорочивания научных взглядов и постановок научных проблем недостойны и недопустимы.*

*С ними нужно бороться настойчиво, решительно и до конца, без всяких уступок».*

Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский:

*«Я полагаю, что трудно у нас найти более компетентное лицо для оценки общей методологической значимости биологических работ, чем А.А. Ляпунов».*

Ведущие сотрудники Института цитологии и генетики СО АН СССР в своём отзыве говорят:

*«Рецензия в целом производит очень тяжёлое впечатление. Вся она пропитана духом догматизма времён культа личности, стремлением к навешиванию ярлыков и к облыжным политическим обвинениям учёных, придерживающихся иных, чем рецензенты, взглядов на конкретные вопросы науки».*

Научная политика, проводимая А.А. Ляпуновым и А.И. Бергом, получила совершенно однозначную поддержку академического сообщества страны! 14 апреля 1962 года А.И. Берг отправил Г.Ф. Рыбкину результирующее письмо:

*«Получено около 40 отзывов на эту рецензию <...>*

*Во всех полученных отзывах отмечается, что приложение идей и методов кибернетики к биологии является целесообразным, своевременным и необходимым для развития самой биологии.*

*Мнение, высказанное в рецензии Главиздата относительно нецелесообразности применения кибернетики в биологических науках, является ошибочным.*

*Научный Совет по кибернетике <...> считает целесообразным дальнейшую публикацию в сборниках «Проблемы кибернетики» статей по биокибернетике. При этом следует значительно расширить тематику этого отдела сборников».*

Эта схватка науки с невежеством закончилась полной победой А.А. Ляпунова и его соратников.

### Контррецензия<sup>13</sup>

*А.А. Ляпунов и И.А. Полетаев – А.С. Моницу*

*Москва, ЦК КПСС, отдел науки,  
А.С. Моницу*

*Глубокоуважаемый Андрей Сергеевич!*

*Во втором номере журнала «Животноводство» помещена вредная и возмутительная рецензия М.М. Лебедева на книгу М.Е. Лобашева*

---

<sup>13</sup> См. книгу: Алексей Андреевич Ляпунов. – С. 304–305.



«Генетика». Мы написали краткую контррецензию и направляем её в Ленинградский Университет, в журнал «Животноводство» и Вам.

С глубоким уважением

А.А. Ляпунов  
И.А. Полетаев

5 марта 1964

### Рецензия

В № 2 за 1964 год журнала «Животноводство» помещена безграмотная рецензия М.М. Лебедева: «Книга новая, идеи старые, ошибочные» на первоклассный учебник генетики М.Е. Лобашева. Вместо того, чтобы разбирать содержание книги по существу, М.М. Лебедев жонглирует ссылками на авторитетные источники, извращая их, и совершенно неуместно противопоставляет их содержанию книги. Рецензия выдержана в духе решительно осуждённого партией культа личности, не содержит деловых аргументов, голословно шельмует советских учёных, вводит в заблуждение работников сельского хозяйства.

Необходимо принять меры к прекращению публикации таких статей и привлечь к ответственности, как автора рецензии, так и редакцию журнала, опубликовавшего её.

Доктор физ-мат наук  
Кандидат техн. наук  
05.03.64

А.А. Ляпунов  
И.А. Полетаев

Три экземпляра настоящей рецензии направлены:

1) в ЦК КПСС, отдел науки, 2) Ленинградский Гос. Университет, 3) редакции журнала «Животноводство».

### **Мужество говорить правду**

#### Антисемитизм

Из воспоминаний Игоря Александровича Мельчука «Как начиналась математическая лингвистика»<sup>14</sup>:

*Это был пятьдесят шестой год, я окончил университет...*

*После этого я так сблизился с Ляпуновым, что он обязательно хотел взять меня к себе на работу в ИПМ и создать большую группу машинного перевода в своём институте.*

<sup>14</sup> Очерки истории информатики в России. Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН. – 1998. – С. 361.

*Меня он хотел взять, и при всём его колоссальном влиянии ему отказали несколько раз, причём в последний раз в резкой и грубой форме: еврей. Евреи были там не нужны. Тогда он добился, чтобы, по крайней мере, это место, которое он для меня отвоевал в Президиуме, ему лично оставили, и он эту ставку передал в Институт языкознания, чтоб меня взять туда. Я это всё так подробно рассказываю, потому что для судеб науки всё это играло очень большую роль.*

*Я особо повторяю то, что касается меня. Я сейчас объясню, в чём состояла для меня лично вся эта история. Если бы я попал в институт к Ляпунову, я, возможно, не стал бы тем, чем я стал. Не знаю, лучше это или хуже. Но я был бы совершенно другим человеком с очень сильно другими взглядами.*

*Меня не хотели брать и в Институт языкознания, по той же самой причине. Директор честно сказал Ляпунову. Это было почти при мне. Алексей Андреевич пришёл со мной лично к директору, когда директор как-то так замылся и попросил меня выйти. У них был разговор на такую же тему. Алексей Андреевич раскричался, начал размахивать руками. Я не слышал конкретных слов, но было совершенно очевидно, что дело в этом: был слышен шум голосов сквозь запертую дверь, а вышел Ляпунов красный, возбуждённый, очень злой – и тут же мне пересказал беседу: директор ему сказал, что у него уж много евреев, и он ещё одного принять не может.*

*Но он его заставил меня взять...*

### **Учитель, воспитатель, просветитель**

Алексей Андреевич был замечательным педагогом и пропагандистом научных знаний. Этому благоприятствовал редкий набор качеств: широкий кругозор, ораторский талант, эффектная внешность, а главное – какая-то трогательная привязанность к молодёжи и детям, умение понятно и одновременно точно вести разговор с самыми различными по уровню и характеру образования людьми.

Алексей Андреевич интересовался преподаванием на всех ступенях образования, от высшей до начальной школы. Его интересы не ограничивались преподаванием математики. Они охватывали весь цикл естественных наук. Его волновали проблемы воспитания. И, наконец, он в равной мере занимался и теорией и практикой педагогического дела. В разное время А.А. Ляпунов был профессором Московского университета, Артиллерийской академии имени Дзержинского, заведовал кафедрами математического анализа и кибернетики в Новосибирском университете. И всюду он

принимал самое живое участие в решении важных задач вузовского преподавания.

Вместе с тем, его глубоко волновали школьные дела, и участие в них он рассматривал как своё кровное дело. Начиная с 1957 г., вместе с Я. Дубновым и А. Маркушевичем он участвует в издании серии сборников «Математическое просвещение», в которых большое внимание уделяется пропаганде новых идей в преподавании математики, публикует статьи, посвящённые основам школьного курса математики, опыту отечественной и зарубежной школы.

Педагогическая деятельность А.А. Ляпунова достигает своей вершины в новосибирском Академгородке, где условия для экспериментирования и пропаганды новых идей были весьма благоприятными.

Вместе с М.А. Лаврентьевым Алексей Андреевич был инициатором создания в 1962 г. первой в нашей стране физматшколы-интерната (ФМШ) при Новосибирском университете. Он был также одним из организаторов сибирских математических олимпиад и летних физматшкол в Академгородке. Будучи заместителем председателя Учёного совета ФМШ и активным лектором, он оказал большое влияние на становление и развитие этой школы нового типа.

Алексей Андреевич был любимым гостем и почётным членом Клуба юных техников, Станции юных натуралистов, вёл математические классы в школе № 130. Помимо математических курсов, он создал для ФМШ новую оригинальную программу курса землеведения, читал лекции по геологии, астрономии.

Уже первое знакомство с ним будущих фымышат производило на них огромное впечатление. Алексей Андреевич принимал активное участие в разработке первых учебных планов, в обсуждении проспектов программ, содержания и форм работы с будущими учащимися, решении организационных вопросов. Именно Алексею Андреевичу Ляпунову было предоставлено почетное право 21-го января 1963 года прочитать первую лекцию в ФМШ.

Деятельность А.А. Ляпунова в физматшколе оставила глубокие следы в области воспитания школьников. Дело не только в огромной воспитательной роли правильно поставленного процесса преподавания математики. Учащиеся видели перед собой живой пример беззаветного служения людям, науке.

## **ФМШ**

Многие воспитанники ФМШ («фымышата») теперь стали известными учёными, прославляющими сибирскую математическую

и физическую школы не только в нашей стране, но и за её пределами – в «ближнем» и «дальнем» зарубежье, как теперь принято говорить. Что думают об этой уникальной школе современники Алексея Андреевича?

С.Э. Шноль<sup>15</sup>

*...Я начал этот очерк с рассказа о домашнем кружке Ляпуновых. Педагогическая страсть – сильнейшая в Алексее Андреевиче. Он был Учителем. И когда в 1962 году он уехал в Сибирский научный центр, эта его благородная страсть воплотилась в замечательном деле – в виде Физико-математической школы-интерната в Сибирском отделении Академии наук. Он был первым председателем Учёного совета ФМШ, одним из организаторов сибирских математических олимпиад и летних физматшкол в Академгородке. Его волновали также проблемы обычной школы. В 1972/1973 учебном году, несмотря на колоссальную загруженность, он начал вести регулярные занятия в 9-м классе школы № 130 Академгородка.*

С.И. Литерат<sup>16</sup>:

*На всю жизнь сохраняют сотни фымышат глубокие впечатления от лекций и бесед Алексея Андреевича о живописи, о минералах, метеоритах, ископаемых богатствах нашей страны, о жизни выдающихся русских и советских учёных, художников, о борьбе идей в науке, воспоминания о войне, о роли литературы и поэзии, в частности, в жизни человека... Всего не перечислить.*

*Никто так интересно не рассказывал учащимся о кибернетике, о роли математики в истории человеческой культуры! Трудно переоценить значимость этой деятельности для воспитания молодого поколения – учащихся не только ФМШ, но и других школ (а выступал Алексей Андреевич перед школьниками многих городов, не говоря уже о Новосибирске!). Учащиеся, особенно в ФМШ, видели перед собой живой пример беззаветного служения людям...*

---

<sup>15</sup> С.Э. Шноль. Герои, злодеи, конформисты российской науки / 2-е изд. – Москва: Крон-Пресс, 2001. С. 795.

<sup>16</sup> С.И. Литерат. Организатор и руководитель школы нового типа // Алексей Андреевич Ляпунов. – С. 134.

В.Т. Дементьев и др.<sup>17</sup>:

*Педагогическая деятельность Алексея Андреевича была органичным продолжением научной, она была у него «всегдашней» и всеохватывающей, с полной самоотдачей. Дар учительства щедро раскрывался в нём навстречу постоянной необходимости ориентировать разнообразные исследования, разъяснять цели, ставить задачи, объединять усилия весьма различных людей. В Москве – домашний семинар ещё по одной «лженауке» – генетике – во время гонений на неё, преподавание в пединституте, в военной академии, в университете, летние семинары в Ильменском заповеднике. В Новосибирске – заведование кафедрами, постановка новых курсов по математике и кибернетике, активное участие в организации и работе первой в нашей стране ФМШ.*

Ю.В. Михеев<sup>18</sup>

*...Реальное возникновение и функционирование ФМШ стало возможным благодаря тому, что Алексей Андреевич Ляпунов приложил огромные усилия к разработке структуры физико-математической школы, принципов обучения и подбору кадров преподавателей по математике. Благодаря Алексею Андреевичу преподавание в ФМШ было организовано на основе лекционно-семинарской системы, по аналогии с высшей школой, а главной целью обучения являлось не расширенное изучение школьных курсов математики, физики, химии и биологии, а развитие интереса к научной деятельности, выработка навыков исследователя и знакомство с передовыми достижениями науки. В частности, по инициативе Алексея Андреевича сразу же был введён нестандартный предмет – земледевие.*

*Алексей Андреевич организовал для учеников ФМШ семинар по изучению книги Р. Бэра «Теория разрывных функций». Участникам семинара выдавались задания по последовательному изучению какой-то части этой книги, а на очередном занятии заслушивались выступления.*

*Алексей Андреевич исключительно серьёзно относился к своему семинару, зная, что именно такого типа работа является основой творческого подхода к науке. Помимо того, что он приезжал на семинар в ФМШ, он иногда устраивал для фымышат*

<sup>17</sup> В.Т. Дементьев, Ю.Л. Васильев, Н.И. Глебов. Алексей Андреевич Ляпунов // Алексей Андреевич Ляпунов. – С.122–123.

<sup>18</sup> По материалам беседы с Ю.В. Михеевым.

*встречи у себя в коттедже. Обстановка на этих встречах была довольно свободной, Алексей Андреевич рассказывал и о своей любимой математике, в том числе и о кибернетике, и о музыке, и о своём увлечении геологией, и о трудах В.И. Вернадского, которого он очень высоко ценил как учёного, особенно – его учение о биосфере. Алексей Андреевич и его семья радушно относилась к нам, совсем ещё незрелым гостям. Беседы сочетались с чаепитием...*

**О человеческих качествах  
Алексея Андреевича Ляпунова  
говорят его современники**

Александр Александрович Малиновский<sup>19</sup>:

*Мне хочется сказать об Алексее Андреевиче как о человеке. Я обнаружил, и имел нахальство опубликовать утверждение, что крупные учёные обладали определенными этическими особенностями: не только честностью, которая необходима для учёного, но большинство обладало ещё одним свойством – добротой. Для того, чтобы широко обобщать, надо обращаться к любым людям, даже враждебным. С достойным пониманием. А это граничит с добротой. ... Большинство учёных – Дарвин, Фарадей, Эйнштейн ... обладали добротой и пониманием других.*

*И у Алексея Андреевича было удивительное сочетание: он был боец, по натуре совершенно бесстрашный. Это проявилось в ряде случаев, как например, в защите генетики, когда его за семинары по генетике вызывали «на ковёр» (когда он был профессором МГУ). И он не отступил нисколько ...*

*Он был бойцом в самых разных отношениях. Бойцом за кибернетику. В армии он был просто бойцом. Но там он был и не просто бойцом... Когда наши войска вошли в Германию и уже было много озлобления против фашистов, Алексей Андреевич заставлял видеть разницу между фашистами и немцами. Это могло ему повредить, но руководство разобралось и всё обошлось хорошо.*

*У Алексея Андреевича была большая щедрость к своим младшим товарищам, щедрость в мыслях. Он легко отдавал свои идеи и мысли.*

*Вот такой он был человек.*

---

<sup>19</sup> Из рукописи А.А. Малиновского.

Модест Георгиевич Гаазе-Рапопорт<sup>20</sup>:

*Алексей Андреевич посвятил свою жизнь бескорыстному служению своей науке и своей стране. Область его научных интересов была настолько широкой, что мы можем с полным основанием называть его энциклопедистом.*

*Несмотря на широкий спектр интересов, научная деятельность А.А. Ляпунова отличалась всегда высоким профессионализмом. Биологи его считали биологом, геофизики – геофизиком, философы – философом. Большая эрудиция и энциклопедичность, сочетающиеся с целостным, единым подходом к естествознанию, ко всему комплексу научных знаний, явились той почвой, на которой не могли не прорасти идеи кибернетики. В этом отношении налицо определённое сходство А.А. Ляпунова с Н. Винером, который тоже был глубоко и широко мыслящим учёным, работавшим в различных областях.*

Юлий Анатольевич Шрейдер<sup>21</sup>:

*Что дало кибернетике возможность объединить очень разных людей? Почему семинары Ляпунова стали центром, объединившим людей разнообразных профессий и научных взглядов?*

*Что происходило в начальные годы становления кибернетики? Мне кажется, происходило объединение вокруг кибернетики как научной деятельности, которая помогла бы выявить естественные пути возникновения в мире организации, вплоть до разума. Увлекала задача рационального объяснения того, как действует интеллект...*

*Отношение А.А. Ляпунова к кибернетике напоминало отношение священнослужителя к культу. Ляпунов верил, что он занят неким священным делом. Сама задача естественнонаучного понимания живого – сверхважная ... это, по многим косвенным признакам было для Алексея Андреевича существенно. В это вписывалась и его яркая деятельность в поддержку генетики, действительно, совершенно рыцарская и отнюдь не безопасная в те времена.*

<sup>20</sup> М.Г. Гаазе-Рапопорт. О становлении кибернетики в СССР // Очерки истории информатики в России. – С. 241.

<sup>21</sup> Ю.А. Шрейдер. А.А. Ляпунов – лидер кибернетики как научного движения // Очерки истории информатики в России. – С. 198, 202.

Игорь Андреевич Полетаев<sup>22</sup>:

*Научная истина всегда была для него предметом служения, а её поиск – почти культом. К этому бескорыстному, рыцарскому служению истине добавлялось неотразимое личное очарование, умение понятно и одновременно точно вести разговор. <...>. Даже спорные суждения звучали в устах Алексея Андреевича привлекательно, почти убедительно. Каждая беседа и общение с ним было интеллектуальным событием и эстетическим переживанием.*

Так писали современники. Сегодняшний читатель, знакомясь с содержимым нашей книги, безусловно, почувствует, что Алексей Андреевич Ляпунов был не только выдающимся математиком. Он был и останется в истории как замечательный гуманист, обладавший редкими человеческими качествами.

---

<sup>22</sup> *И.А. Полетаев.* Предисловие к сборнику «Некоторые проблемы математической биологии», посвящённому памяти А.А. Ляпунова. Новосибирск. – 1973.– С. 8.



Г.Ш. Фридман

**АЛЕКСЕЙ АНДРЕЕВИЧ ЛЯПУНОВ.  
ШТРИХИ К ПОРТРЕТУ. НРАВСТВЕННЫЕ УРОКИ  
ВЕЛИКОГО УЧЁНОГО И ГРАЖДАНИНА\***

Академик Александр Леонидович Яншин на похоронах А.А. Ляпунова дал ему следующую характеристику, которую Алексей Андреевич подтвердил всей своей жизнью. Он сказал примерно следующее: *«Человек является адаптируемой системой. Он адаптируется к изменениям внешней среды – природной, социальной и т. д. При этом он меняет свое поведение, стиль жизни, а многие, и такие есть среди присутствующих, неоднократно меняют и свои убеждения. Так вот, Алексей Андреевич Ляпунов был совершенно неадаптируемой системой»*.

Подтверждением этой характеристики являются хорошо известные факты: активная научная, просветительская и пропагандистская деятельность по созданию отечественной кибернетики, а также его огромный вклад в спасение и развитие отечественной биологической науки. Ведь в начале 50-х единственный в стране научный семинар по генетике заседал на квартире у профессора Ляпунова в Хавско-Шаболовском переулке, более того, некоторые генетики, опасаясь ареста, иногда ночевали в этой же квартире.

Однажды мы, участники его домашнего семинара, спросили у Алексея Андреевича, неужели он не понимал, что за такие дела могли посадить... А он ответил: «Понимаете, мальчики, это ведь настоящая наука, важная для страны, её обязательно надо было сохранить». То есть он ответил не на тот вопрос, что был задан. И в этом ответе мы услышали главное: для настоящего человека есть вещи поважнее личной безопасности.

---

\* Из выступлений на Втором Сибирском конгрессе по прикладной и индустриальной математике, посвящённом А.А. Ляпунову, И.А. Полетаеву и А.П. Ершову (Новосибирск, июнь 1996 г.) и на мемориальном заседании Конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения А.А. Ляпунова (Новосибирск, октябрь 2001 г.).

Теперь я хотел бы остановиться на некоторых частных событиях, свидетелем, а иногда и участником которых мне довелось быть. О событиях малоизвестных, но неоднократно демонстрирующих несгибаемый дух и безупречную порядочность русского интеллигента А.А. Ляпунова.

\* \* \*

Однажды, вернувшись с годовичного собрания Академии наук, Алексей Андреевич рассказал нам следующее: «Знаете, мальчики, захожу я в зал заседаний и вижу странную картину – сидит академик А.Д. Сахаров, а слева и справа от него по пять свободных мест. Мы мало были знакомы с Андреем Дмитриевичем, но я, конечно же, сел рядом с ним, и мы мило проговорили всё заседание».

\* \* \*

В начале 1969-го года Алексей Андреевич позвал меня к себе и сказал: «Гена, у вас есть неопубликованные результаты. Пожалуйста, срочно подготовьте статью и сдайте в печать». Я очень удивился, так как это не соответствовало стилю работы нашего коллектива, но он пояснил: «Понимаете, Гена, недавно был Учёный совет НГУ, никто ничего прямо не сказал, но, кажется, эта гадость (антисемитизм) начинается и у нас. Поэтому на распределении я должен иметь возможность положить ваши статьи и спросить: „У кого больше?“ И я добыюсь вашего распределения в мою лабораторию». Так и вышло. Алексей Андреевич пришёл на наше распределение, отбил попытки отправить меня в Омское статуправление, дождался, когда Г. Карев, С. Тресков и я подписали распределение, и довольный ушел.

\* \* \*

Как-то, вернувшись из Москвы, Алексей Андреевич с удовольствием рассказал только что произошедшую историю: «Понимаете, мальчики, позвонил мне недавно Виктор Михайлович Глушков и пожаловался, что его ученик Александр Летичевский недавно защитил хорошую докторскую диссертацию, но ВАК её не утверждает (причины задержки были далеки от научных). Будучи в Москве, я пошел в ВАК, а там как раз все, и Серёжа тоже там. Я и спрашиваю: „А почему вы Летичевского не утверждаете?“ А они отвечают: „Да знаете, Алексей Андреевич, никто не пишет положительный отзыв“. Тогда я беру диссертацию под мышку, говорю, что сам напишу положительный отзыв, и немедленно выхожу вон. А что, драться они со мной будут?!». Через несколько недель диссертация Летичевского была утверждена. Кстати, через какое-то время, уже

после смерти Алексея Андреевича, А.А. Летичевский выступал оппонентом по моей диссертации.

\* \* \*

В марте 1973-го Алексей Андреевич, будучи чрезвычайно загруженным, твердо решил лично представить меня, своего ученика, в киевском Институте кибернетики, где предполагалась защита моей диссертации. И он вырвался из Москвы на один день, поговорил с В.М. Глушковым, договорился о моём докладе на семинаре, оставил меня в Киеве, а сам вернулся в Москву. И процесс пошёл...

Известно, что к А.А. Ляпунову по-разному относились в Академгородке. И я был просто поражён, когда сотрудники Института кибернетики, встречавшие нас, попросили Алексея Андреевича нацепить на шею микрофон, а рядом был приставлен здоровенный малый с катушечным магнитофоном. Объяснили они это так: «Вы, Алексей Андреевич, будете здесь высказываться по разным научным вопросам, и нам очень не хотелось бы что-нибудь из сказанного упустить». По-моему, Алексей Андреевич был польщён. А теперь и мы прекрасно понимаем, что киевляне были абсолютно правы.

\* \* \*

Одним из самых ярких выпускников ФМШ был Витя Иврий (в настоящее время – один из крупнейших в мире специалистов в уравнениях математической физики, профессор университета в Торонто). Он ещё в студенческие годы решил проблему Соболева, поставленную в 30-е годы, а его аспирантские работы стали классическими в уравнениях математической физики. Одна из них закрыла тематику, над которой работал почти целый отдел в Институте математики. С.Л. Соболев, его научный руководитель, хотел оставить Витю в своем отделе. Но этому бешено воспротивились некоторые власть имущие, но весьма скромные талантом учёные. И их можно было понять: а вдруг Витя обратился бы к тематике, над которой они работают?.. Вите после аспирантуры было дано направление в Магнитогорский горно-металлургический институт – создавать там собственную научную школу, так как он настолько талантлив, что ему Академгородок не нужен! А.А. Ляпунов немедленно предложил Вите место в своей лаборатории, обещав при этом не вмешиваться в его научную проблематику. Предложение не было принято, но ведь оно было сделано, хотя Алексей Андреевич прекрасно понимал, что мог испортить отношения не только с гонителями Иврия, но и с уважаемым им академиком

С.Л. Соболевым, который, будучи директором Института математики, так и не смог добиться, чтобы его лучшего ученика оставили в его же институте.

\* \* \*

Другой выпускник ФМШ, Володя Шухман, был исключен с последнего курса НГУ по сфабрикованному обвинению в организации группы для протаскивания евреев в университет. Обращения С.Л. Соболева, А.Д. Александрова и А.А. Ляпунова к ректору НГУ академику С.Т. Беляеву ни к чему не привели. Он обещал не исключать, но ... когда он вышел из университета, чтобы отправиться в командировку, приказ об исключении был подписан. Кстати, академик С.Т. Беляев, по моим данным, сам не подписал ни одного поганого приказа. Он каждый раз отбывал перед или во время подписания таких приказов, а подписывал их кто-либо из проректоров. Мы даже присвоили С.Т. Беляеву почетное наименование: «Человек, умывающий руки». В. Шухману так и не дали возможности закончить НГУ, затем его призвали в армию. Так вот, в течение нескольких лет А.Д. Александров и А.А. Ляпунов не оставляли попыток ему помочь. И после их обращения к ректору Ташкентского университета Т.А. Сарымсакову рядовому Шухману была дана возможность защитить диплом.

Я был учеником Ляпунова, одним из выпускников Новосибирской физматшколы, которая в значительной степени была создана Алексеем Андреевичем, он ею руководил. <...> В нашем первом наборе учеников ФМШ была группа ребят, которые стали с самого начала работать у Алексея Андреевича, бывать у него на домашних семинарах по дескриптивной теории множеств. Но потом троим из нас ещё и повезло: нам довелось работать у Алексея Андреевича в его лаборатории до конца его жизни.

И вот что я хочу сказать. То, что Алексей Андреевич великий учёный, на самом деле, мы поняли потом, как это и бывает. Ему как-то очень свойственно было не выпячивать свой вклад в науку, а скорее говорить о своих учителях. Мы очень много поэтому знали о Н.Н. Лузине, П.С. Новикове, М.А. Лаврентьеве. И только отойдя на расстояние, уже через многие годы, мы смогли осознать, каков масштаб фигуры самого Алексея Андреевича. Но о его вкладе в науку здесь скажут другие люди.

Я хочу сказать о том главном, что осталось на всю жизнь, что мы поняли. Алексей Андреевич явил нам тип настоящего русского интеллигента, в самом лучшем смысле этого слова. Это был человек абсолютно независимого духа. Абсолютно счастливый человек,

который всю жизнь делал только то, что он хотел делать, и только то, что он считал нужным делать. До сих пор я время от времени возвращаюсь к анализу жизни Алексея Андреевича, продумываю её. Он действительно делал всегда то, что хотел.

И именно это он стремился передать своим ученикам. Он не ставил перед своими учениками конкретных задач, и когда однажды дипломник упрекнул его, что он неправильно руководит дипломной работой, что задачу нужно чётко поставить и объяснить, как её решать, Алексей Андреевич был очень удивлен...

Он открывал нам море задач, выбирай себе задачи, какие хочешь! А вот помощь, совет, это – да! И никакие политические, идеологические и прочие причины в принципе не могли на него повлиять. В этом смысле он был, как было сказано, «абсолютно неадаптируемая система». Заложённая при рождении или в раннем детстве система ценностей была сформирована, и это не изменилось уже никогда, за всю его жизнь. И это – главное, я думаю, что он передал своим ученикам, причём учениками его вольны считать себя или не считать очень многие люди. Даже те, перед кем он прямо не ставил никаких задач. А, может быть, те, которым он показал, *что есть главное* в жизни, как всё устроено. И, может быть, показал ту внутреннюю *систему ценностей*, которой стóит пользоваться в течение жизни. И я знаю этих людей, и у нас уже давно есть ученики, и у наших учеников есть ученики... И значительную часть своей жизни я точно помню, что *главное надо передать своим ученикам*. И за это я ему буду благодарен по гроб своей жизни. И я хотел бы сказать, что это замечательно, замечательно, что в стране нашей, среди нас, был такой человек. И, дай бог, что-бы в стране нашей такие люди ещё появлялись.

### **К вопросу о создании ФМШ**

Роль академика М.А. Лаврентьева в создании ФМШ, как и в создании Академгородка в целом, является определяющей. Заслуги его очень велики и не могут быть предметом дискуссии.

Вместе с тем, что касается ФМШ, то в своё время чрезвычайно важным был вопрос о том, какой именно ей быть. Участники процесса создания ФМШ рассказывали, что в июле 1962 года, когда начала работу Летняя школа, у организаторов ещё не было отчетливой идеи о создании стационарного учебного заведения. Но к середине августа такая идея уже появилась, при этом возникло два основных конкурирующих варианта – один из них принадлежал чл.-корр. АН СССР А.М. Будкеру, а другой – профессору А.А. Ля-

пунову<sup>1</sup>. Свидетельством тому является письмо М.А. Лаврентьева и В. Столетова, направленное в конце августа 1962 года в Правительство РСФСР, в котором в порядке поддержки точки зрения А.М. Будкера, предлагалось создать в Академгородке *физико-математическое училище в системе ПТУ и техникумов*.

Но борьба продолжалась ещё несколько месяцев, и в итоге победила ляпуновская точка зрения. ФМШ была создана как учебное заведение, нацеленное на *фундаментальную подготовку учащихся с целью более раннего вхождения в науку*. Но при этом А.А. Ляпунову, естественно, и было предложено реализовывать свою идею – он был назначен заместителем председателя Учёного совета ФМШ, привлёк к работе в ФМШ, в частности, и биологов, сам читал лекции и вёл кружки не только по математике, но и по изобретённому им курсу «землеведение» (в духе идей В.И. Вернадского). Кстати, ФМШ в те времена, наряду с ЛГУ и НГУ, была одним из трёх учебных заведений в СССР, где официально преподавалась генетика! Что же касается А.М. Будкера, то он участвовал в работе ФМШ, но организационными вопросами активно уже не занимался.

Сказанное выше, на мой взгляд, позволяет нам по праву считать А.А. Ляпунова одним из двух главных основателей ФМШ, оказавшим определяющее влияние на содержательную часть обучения.

### **Об истории с Учёным советом ФМШ**

Конечно, из всего сказанного выше уже ясно, почему разные люди относились к А.А. Ляпунову по-разному. Многие его любили и почитали, другим же этот «неадаптируемый» человек мешал. Общеизвестна роль Алексея Андреевича в создании и становлении ФМШ. Так вот, однажды в 1972 году я увидел в преподавательской ФМШ новый список Учёного совета и с изумлением не обнаружил там имени А.А. Ляпунова. А буквально на следующий день Алексей Андреевич стал делиться со мной планами своего выступления

---

<sup>1</sup> А.М. Будкер был первым председателем Комитета по проведению олимпиад, а А.А. Ляпунов – заместителем председателя. Я не знаю, кому именно принадлежит идея проведения Всесибирских олимпиад и устройства первой летней ФМШ, но большое участие в этом деле А.А. Ляпунова вполне естественно, так как, пожалуй, только он имел соответствующий опыт, ещё в довоенные годы будучи членом жюри Московских математических олимпиад, а начало процесса совпадает с его появлением в Академгородке. Кстати, первая ЛФМШ фактически была Всесоюзной, в неё были приглашены ребята из Москвы, Ленинграда, других европейских городов России, а также из Украины, Прибалтики и, кажется, Молдавии.

на ближайшем заседании Совета. Мне и пришлось объяснить ему сложившуюся ситуацию. Алексей Андреевич очень удивился, стал звонить ректору С.Т. Беляеву, тот обещал разобраться, всё уладить, а спустя некоторое время сообщил, что всё в порядке, Алексея Андреевича вывели из Учёного совета не со зла, а для его же пользы, решили его поберечь... Алексей Андреевич довольно тяжело переживал это событие.

### **Вера Августовна Лотар-Шевченко**

Это женщина трагической судьбы. Блестящая пианистка, в 30-е годы вышедшая замуж за советского инженера и приехавшая с ним в Советский Союз. Муж вскоре был арестован и убит, а сама она на долгие годы оказалась в ГУЛАГе. Но даже в жутких условиях лагерей она не потеряла профессиональную форму, разыгрывая этюды на разлинованной доске. Выйдя на свободу, она устроилась на работу солисткой Алтайской филармонии. Но одинокая, без жилья, без своего инструмента для репетиций... Так вот, узнав эту историю из прессы, Алексей Андреевич развил бурную деятельность. Он добился, чтобы её приняли солисткой Новосибирской филармонии, выделили скромную квартиру в Академгородке, а для репетиций купил рояль и установил его в своем коттедже, где Вера Августовна часто репетировала, а иногда давала домашние концерты.

### **О теореме выпуклости**

Как-то, рассуждая о своих математических результатах, Алексей Андреевич сказал: «Вы знаете, в своих работах по дескриптивной теории множеств я завершал создание теории, начало которой положили труды Н.Н. Лузина, П.С. Новикова, А.Н. Колмогорова и Л.В. Канторовича. А вот теорему выпуклости я придумал сам, никто и никогда даже не говорил об этой задаче». И он на самом деле гордился этой теоремой. Теперь «Теорема выпуклости Ляпунова» не только широко известна, но и имеет массовое приложение. Об этом можно прочесть в этой книге.

### **Математическая модель эритропоэза**

В начале лета 1973-го года Алексей Андреевич руководил школой по математической биологии, проходившей на корабле, плывшем по Енисею. Вернулся он оттуда радостный и воодушевлённый. И очень непосредственно похвастался: «Знаете, мальчики, а я, ка-

жется, решил одну проблему, которая много лет интересовала физиологов – это проблема построения математической модели костного кроветворения – эритропоэза. И получилось всё так занимательно! Всё утреннее заседание было посвящено эритропоэзу. Было сделано несколько докладов, но предлагаемые модели опровергались прямо в ходе заседания присутствующими здесь специалистами. Так вот, в конце заседания я выступил и сказал, что рассматриваемая проблема меня очень заинтересовала, и не мог ли бы кто-нибудь поподробнее объяснить мне суть этой проблемы. Физиолог профессор Павлов за пару часов объяснил мне основные понятия и механизмы, а уже на вечернее заседание я заявил наш совместный доклад. Полагаю, многие подумали – какой нахал. Люди много лет работают над проблемой, а этот только утром спрашивал, в чём же здесь суть, а вечером уже предлагает решение! И что же вы думаете? После маленьких корректировок, предложенных прямо во время доклада, присутствующие физиологи, подумав, склонились к тому, что модель правильная. И попросили меня срочно разослать им предварительный текст статьи для немедленной экспериментальной проверки результатов».

Две машинистки лаборатории в четыре руки быстро отпечатали дюжину экземпляров работы, она была разослана, результаты получили блестящее подтверждение!

И когда студенты или коллеги спрашивают меня, как же могло получиться, что много людей более десяти лет работали над проблемой, а Ляпунов решил её за три часа, я отвечаю: «За три часа плюс двадцать пять лет опыта по созданию кибернетики, построению конкретных математических моделей в программировании, лингвистике и биологии». То есть уже была создана мощнейшая интеллектуальная машина, а уже после этого некоторые конкретные проблемы решаются удивительно быстро и легко. Наверное, киевляне, встречавшие А.А.Ляпунова в 1972 году, это понимали.

## **Об истории некоторых открытий**

### 1. Схемы программ.

Общеизвестно, что Алексей Андреевич был очень щепетилен в вопросе научных публикаций. Если его подпись стоит под совместной работой, то можно быть уверенным, что основной вклад принадлежит ему. Он щедро раздавал свои идеи ученикам. И только однажды в частной беседе он горько посетовал на то, что «схемы Янова» именно так называются. Он сказал: «Ведь это я всё придумал, а перед аспирантом Ю. Яновым поставил задачу доказать полноту системы преобразований». И действительно, первое со-



общение о схемах программ содержится в совместной работе А.А. Ляпунова и Ю.И. Янова, опубликованной в Трудах третьего Всесоюзного математического съезда в 1956 году, а также в тезисах других конференций, проходивших в том же году. А результаты диссертационной работы Ю. Янова опубликованы в его статье в «Проблемах кибернетики» в 1958 г. Именно эта статья стала известна за рубежом и как бы положила начало теоретическому программированию. И именно иностранцы первыми стали называть схемы программ «схемами Янова». Я полагаю, что настало время восстановить справедливость и для начала хотя бы в отечественной литературе называть этот объект «схемы Ляпунова–Янова». Уверен, что Юрий Иванович Янов не обидится.

## 2. Оценка биомассы океана.

Некоторые ещё помнят, как в середине прошлого века «материалистические» критики теории Мальтуса апеллировали к тому, что человечество просто ещё плохо осваивает биоресурсы океана, а их объём оценивался заметно выше объёма биомассы суши. Так вот, Алексей Андреевич построил математическую модель биоценоза трофических вод океана. Но коэффициенты уравнений в этой модели надо было определить путем контрольных измерений в океане. Такая задача и была поставлена перед одной из научных экспедиций Института океанологии АН СССР, отправившейся на корабле «Витязь». Но при проведении замеров обнаружилось, что неверна одна из общепринятых гипотез, положенных в основу модели: «Жизнь в горизонтальном слое открытого океана в радиусе сотен километров, когда физико-химические условия меняются мало, распределена равномерно». На этом, собственно, и основывались оценки биомассы океана. Так вот, оказалось, что жизнь в океане распределена «галактиками»: рядом с обширно заселённой областью располагаются колоссальные пространства, практически лишённые биомассы. Эти данные были проверены другими экспедициями «Витязя» и исследователями других стран. Теперь уже общепризнанно, что биомасса океана меньше биомассы суши, а человечеству надо быть поаккуратнее. И программы ООН направлены на повышение эффективности земных ресурсов, на их экономию, так как теперь точно известно, что океан человечество от голода не спасёт. Истина общеизвестная, но не так уж давно она стала истинной. А у истоков стоит Алексей Андреевич Ляпунов с его математической моделью, для которой надо было определить коэффициенты... Правильно поставленная математиком задача привела к открытию, важному для всего человечества. А что же модель? А модель оказалась моделью океанской «галактики».

**А.А. Ляпунов – трезвомыслящий,  
целеустремленный и чрезвычайно успешный человек**

Многие люди воспринимали Алексея Андреевича как чудаковатого профессора, человека не от мира сего. На самом-то деле вся его жизнь убедительно свидетельствует об ином. Он, безусловно, был трезвомыслящим, очень целеустремленным и чрезвычайно успешным человеком. Он очень точно оценивал ситуации и в науке, и в жизни, а поставив перед собой цель, обычно добивался успеха. Как-то мало говорили о его выдающихся организаторских способностях – а ведь первый коллектив учеников-кибернетиков Алексей Андреевич создал в стенах Артиллерийской академии, месте, мало для того приспособленном. Затем он добился открытия в МГУ специальных кибернетических групп – и это в 1952 году, когда «продажную служанку империализма» полоскали и в прессе, и в «учёных» собраниях, далее – основание Московского кибернетического семинара, объединившего всех интересующихся новой наукой. Из этого семинара вышли практически все советские кибернетики первой волны. В это же время им был создан первый в мире язык программирования – «операторное программирование» – и организован коллектив, создавший первые в мире трансляторы – «программирующие программы». И совершенно замечательное достижение – создание Совета по кибернетике АН СССР. Простой профессор А. Ляпунов не мог и не должен был стать председателем академического Совета (эффект был бы совсем не тот), и ему удалось уговорить влиятельного академика А.И. Берга возглавить этот Совет, оставив за собой пост заместителя председателя. А уже под эгидой этого Совета Алексей Андреевич организовал выпуск знаменитых серий «Проблем кибернетики» и «Кибернетического сборника» и проведение многих конференций. Переехав в Академгородок, Алексей Андреевич создал отдел в Институте математики, позже переросший в Отделение кибернетики, кафедру теоретической кибернетики в НГУ (созданию её сопутствовали довольно забавные дискуссии), сыграл выдающуюся роль в создании Физматшколы и в жарких спорах с академиком А.М. Будкером добился, чтобы ФМШ стала заведением, ориентированным на фундаментальную широкопрофильную научную подготовку школьников.

Здесь же, наверное, уместно отметить, что Алексей Андреевич прекрасно ориентировался в окружающей жизни и был абсолютно чужд ханжеству. Так, он выступил с идеей уроков винопития в ФМШ, справедливо считая, что человек, знающий, что, когда и

как пить, алкоголиком, скорее всего, не станет. Горono, конечно, эту идею не поддержало, но когда мы, ученики ФМШ, бывали у Алексея Андреевича дома и оставались ужинать, то нам, как взрослым, подавалось вино в сопровождении краткой лекции – инструкции. Кстати, его обычное после окончания домашнего научного семинара обращение к жене: «Таточка, нам чаю, пожалуйста!» было началом долгого разговора о науке, о живописи, об интригах в Академии – Алексей Андреевич совершенно сознательно готовил нас к реальной жизни, да ещё и старался подкормить тощих фымышат.

### **Постскриптум**

Надеюсь, сказанное выше убедительно свидетельствует о том, что немного найдется в нашей стране людей, сделавших столь много для славы и процветания Отечества, как Алексей Андреевич Ляпунов. На мой взгляд, было бы правильно и справедливо увековечить память великого учёного и гражданина А.А. Ляпунова, назвав его именем улицу в Академгородке, на которой находятся второй корпус НГУ, учебный корпус и общежития ФМШ<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> В разделе «Приложения» настоящей книги публикуются документы и материалы о наименовании одной из улиц новосибирского Академгородка «Улица Ляпунова». – *Ред.*

Р.М. Фрумкина

### ВОСПИТАТЕЛИ ПЛАМЕНИ

В хорошо структурированных науках, где есть согласованные представления о значимости задач и весомости достижений, ссылки на работы коллег в среднем информативны. Упоминаются более или менее непосредственные предшественники («ещё» и «уже» – ссылки); учёные, непосредственно оппонировавшие автору («вопреки» – ссылки) или, напротив того, отстаивающие тезисы, которые подкрепляют позиции автора («тоже» – ссылки). Некоторая доля не столь обязательных референций диктуется правилами хорошего научного тона, что естественно.

В менее структурированных науках (шире говоря, у гуманитариев) эти виды ссылок тоже найдутся, но само представление о предшественниках, оппонентах, коллегах и т. п. неизбежно окажется значительно более размытым. Оно подвержено этикету каждой отдельной научной школы, общей моде, а заодно всему тому, что мы называем «веяниями» или, более возвышенно, «духом времени». А, выражаясь менее возвышенно, не только не знаешь, что вдруг найдётся в ссылочном аппарате, но и почему там оказался автор N, а не кто-то иной.

Замечу, что сказанное касается и работ самого высокого качества. В замечательной книге Андрея Зорина «Кормя двуглавого орла» (М., НЛО, 2001) не просто есть ссылки на крупного антрополога Клиффорда Гирца, но значительная часть авторского введения уделена именно интерпретации фундаментальных для Гирца понятий – в частности, представлений о роли метафоры в идеологических конструкциях. Однако же в дальнейшем изложении эти понятия не только не подвергаются операционализации – они вообще А. Зориным не используются.

Вообще с некоторых пор на Гирца – преимущественно на его понятие *насыщенного описания* – стали всё больше ссылаться, хотя тексты самого Гирца читало не так уж много народу. При этом мои просьбы к коллегам пояснить, чем подход, основанный на введённом Гирцем понятии *насыщенного описания*, отличается,

например, от подхода Лотмана к описанию семиотики светского поведения человека пушкинской эпохи, остались без внятного ответа.

И вот в определённых контекстах просто неприлично не сослаться на Гирца, а в других – столь же неприлично не сослаться на Лотмана, хотя сам по себе материал исследования может этого и не требовать. Гуманитарные тексты так *устроены*, скажете вы – и будете правы. «Устройство» этих текстов отражает и устройство гуманитарных наук, и правила диалога автор–читатель в соответствующих областях знания.

Так, мне всегда казалось, что точная (т. е. закавыченная) цитата нужна в сравнительно немногих случаях: например, когда приводится чужое утверждение, далее оспариваемое автором работы или сформулированное кем-то особенно точно, образно или своеобразно.

Выясняется, что я абсолютно неправа: найдутся солидные труды, где вполне реномированные авторы просто в подтверждение своей аргументации пишут не (*Данилов, 1963*), а приводят выдержку из (условного) Данилова на полстраницы.

Признаемся, что иногда это даже кстати – например, когда сама книга/статья условного Данилова недоступна. Но всё же, едва ли мы станем всерьёз умозаключать о чьих-то взглядах по одной цитате или даже по набору цитат. И, однако же, цитирование – процедура не безразличная к функционированию теперь уже двух текстов, а именно: авторского и процитированного условного Данилова. У Данилова растёт пресловутый *индекс*, автор же либо заявил таким образом о своих пристрастиях и приоритетах, либо обозначил оппонента.

Но есть учёные, *влияние* которых на современников и потомков с трудом сводимы, а то и вовсе не сводимы к их *текстам*, хотя по поводу отдельных утверждений с ними можно как спорить, так и соглашаться.

Когда Борис Соломонович Каганович еще в 1982 г. спросил известного историка античности М.Е. Сергеевко, был ли Иван Михайлович Гревс, основатель Петербургской школы медиевистов-западников, **крупным учёным**, она ответила «*Гревс был больше, чем крупный учёный*».

Больше, чем крупным учёным, был математик Алексей Андреевич Ляпунов, один из вдохновителей того направления в нашей науке, которое в середине 50-х называлось *кибернетика*. Больше, чем крупным учёным, был лингвист Александр Александрович Ре-

форматский, оставивший после себя, главным образом, *один* учебник – но какой!

И, несомненно, больше, чем крупными учёными, были такие люди, как Михаил Моисеевич Бонгард – он тоже оставил одну книгу («Проблема узнавания», 1967); рано умерший Михаил Львович Цетлин – он и книги не оставил; мой близкий друг и коллега Юлий Анатольевич Шрейдер, влияние которого на его окружение решительно не сводимо к его текстам, хотя написал он много.

А мой учитель Владимир Николаевич Сидоров, один из основателей Московской фонологической школы, вообще не написал ни одной монографии или хотя бы пространной статьи. Да, он один из столпов Московской фонологической школы: это общепризнано. Да и целые поколения русистов учились по вузовскому учебнику, известному как «Аванесов и Сидоров». К тому же, В.Н. Сидоров – один из составителей и идеологов знаменитого четырёхтомного Словаря языка Пушкина – но применительно к Словарю мы не можем выделить его вклад из вклада его коллег – замечательных исследователей, но все-таки иного масштаба.

И.М. Гревс, А.А. Ляпунов, А.А. Реформатский, В.Н. Сидоров, М.М. Бонгард были и остались в памяти современников центрами интеллектуального притяжения. В случаях И.М. Гревса, А.А. Ляпунова и А.А. Реформатского можно говорить о научных школах. В случае М.М. Бонгарда это было осознано, когда его не стало (Бонгард был страстным альпинистом и погиб в горах в расцвете сил). Ю.А. Шрейдер порождал вокруг себя интеллектуальное поле высокого напряжения. Поэтому десятки людей самых разных специальностей могут считать себя его учениками (автор этих строк – в том числе.)

Перефразируя известные строки Пушкина, можно сказать, что эти учёные *воспитали наш пламень*. И в этом смысле они были больше, чем *крупные учёные*. Чувство этой миссии, *завещанного долга* замечательно передано Ю.М. Лотманом в частном письме его младшему другу Б.А. Успенскому:

*Я неверующий. Но чем дольше я живу, тем яснее делается моему уму и чувству, что я не один. Чувство соприсутствия у меня бывает совершенно физическое. Вот вчера я сидел в темном купе (все спали) и чувствовал физическую слитность со снеговой равниной, бегущей за окнами. Всё равно – пыль ли я атомная и материальная или сгусток информации, включённый в неведомую мне игру мировых структур, или же, наконец, бессмертная душа*

*в руках Отца, или просто щепка, брошенная в весенний ручей, – я всё равно не один. И, идя наперекор рутине мира и подчиняясь ей, я включён в нечто, к чему я испытываю доверие. И не боюсь не только смерти, но и жизни.*

(Ю.М. Лотман. Письма. М., 1997. С. 641).

А.Г. Хованский

## **ДЯДЯ АЛЁША**

Алексей Андреевич Ляпунов, дядя Алёша, – старший брат нашей мамы, Рогнеды Андреевны Хованской (урожденной Ляпуновой). Мы с сестрой Леной<sup>1</sup> росли в большом, талантливом, шумном и гостеприимном клане Ляпуновых, который дал России целую плеяду ярких учёных, врачей и инженеров. В нашей юности в семье ещё сохранялись многие черты дореволюционного уклада жизни. Главой клана была наша бабушка, Елена Васильевна Ляпунова, которую все любили и уважали.

Мама была очень жизнерадостным и доброжелательным человеком, у неё были яркие математические способности. Они не раскрылись в полной мере: мама с детства страдала тяжёлым пороком сердца и умерла в возрасте 47 лет. С дядей Алёшей у неё были особенно теплые и доверительные отношения, прошедшие через всю жизнь.

Большая часть нашего детства и юности связана с дядей Алёшей. Его семья жила на Хавской (так у нас дома называли Хавско-Шаболовский переулок, сейчас это улица Лестьева), а мы на Большой Калужской улице (сейчас – Ленинский проспект) в доме 13, это всего минут 15 ходьбы. Нас с сестрой довольно рано стали отпускать на Хавскую одних. Мы любили ходить к дяде Алёше в гости. У него была прекрасная коллекция камней. Врезалось в память странное название минерала: «халькопирит». Камни были интересные. Он любил их рассматривать и показывать другим. Как сейчас помню, на стене в одной из комнат висели чучела двух белочек. А в гостиной была самая настоящая школьная доска, и лежали кусочки мела. Помню овальный портрет маленького дяди Алёши. Он чем-то мне напоминал молодого Пушкина. У дяди Алёши был замечательный цейсовский телескоп, но, пожалуй, я помню этот телескоп по Академгородку – в Москве на звездах не посмотришь.

Когда я был в шестом классе, мы с сестрой, с подачи дяди Алёши, начали посещать математический кружок для школьников

---

<sup>1</sup> Елена Георгиевна Козлова.



при МГУ. Помню, как мы предлагали дяде Алёше кружковские задачи. Он очень серьёзно к этому относился. Брал какую-нибудь задачу, ходил по комнате, прикидывал, переформулировал задачу разными способами, пробовал её решать, рассуждая вслух. Если он чувствовал, что его рассуждения не ведут к цели, он говорил: «Нет, так не пойдет. А что если так попробовать...», – и ходил, и ходил взад-вперед по комнате. В конце концов, задачи всегда решались. Это было просто потрясающе. Люди редко могут объяснить, как именно они думают. Как же научиться решать задачи? Дядя Алёша просто демонстрировал, как это делает он. Пожалуй, нечто подобное я видел ещё только у Арнольда. Люди обычно не решают задачи вслух. Надо ли говорить, что такая демонстрация была очень полезна для нас.

Вскоре дядя Алёша переехал в Академгородок, и мы стали видеться реже. Но, всё же, он достаточно часто бывал в Москве. Мне запомнилась такая смешная история. В один из его московских приездов я почему-то оставался с ним один-на-один. Мне велели приготовить суп и покормить его. Подробно объяснили, как готовить этот суп. Я был уже не мальчик – студент, но никакого такого супа готовить я не умел. Дядя Алёша увидел, что я нервничаю, и когда понял, в чём дело, весело засмеялся и сказал: «Знаешь, старый солдат суп и из ремня сварит, сейчас мы с тобой быстренько это сделаем». И вправду, он очень быстро и ловко всё приготовил.

Проблемы математического образования всегда привлекали дядю Алёшу. Уже в Академгородке он организовал первую в стране специализированную физико-математическую школу-интернат для одарённых школьников со всех необъятных просторов Сибири. Каждое лето он проводил ещё и летнюю физико-математическую школу.

Мы с сестрой участвовали и побеждали в Московских математических олимпиадах. Однажды летом мы вместе с друзьями-однокурсниками поехали в Академгородок, где помогали проводить занятия в летней школе. Конечно, впечатление было незабываемым. Всё было в первый раз, всё было интересно, и мы были счастливы. В первый раз мы сами преподавали математику. Школьники были увлечены, мы подружились с нашими ровесниками, учениками дяди Алёши. Мы в первый раз были так далеко от дома и в первый раз были предоставлены сами себе. В это лето дядя Алёша и тетя Тата<sup>2</sup> поехали в путешествие по Алтаю, а мы с друзьями посели-

<sup>2</sup> Анастасия Савельевна Ляпунова, жена А.А. Ляпунова.

лись в их коттедже. Не каждый бы решился оставить в своём доме компанию подростков. Что и говорить, мы не были ангелами! Тетя Тата и дядя Алёша проявили и мудрость, и спокойствие – после их приезда никаких разбирательств и выяснений не было.

Сам бесконечно талантливый и доброжелательный, дядя Алёша не сомневался, что и окружающие были не менее одарёнными. Много лет спустя моя жена Таня<sup>3</sup> «созналась», что при знакомстве дядя Алёша очень серьёзно сказал ей про меня: «Имей в виду, он настоящий самородок. Береги его».

Один из приездов дяди Алёши в Москву почти совпал по времени с рождением нашей старшей дочери Неды. Он остановился тогда у бабушки, в соседнем подъезде. Радостно возбуждённый дядя Алёша позвонил нам и сказал Тане: «Пожалуйста, принеси мне девочку. Я так люблю детей, у нас в семье всегда были маленькие дети». Мы пришли, при встрече дядя Алёша поцеловал Тане руку. Бабушка сказала: «Алёшенька, ну что ты делаешь, ведь она ещё совсем девочка». – «Ну, мама...», – ответил дядя Алёша укоризненно. Дядя Алёша взял Недочку на руки. Он весь светился, его глаза смеялись.

В 1972 мне пришла пора защищать кандидатскую диссертацию. Я поехал за внешним отзывом в Институт математики, в Академгородок. Остановился у дяди Алёши и тети Таты. Мы очень много говорили с дядей Алёшей. Это было так здорово! Темы для разговоров были самые разные, иногда и тяжёлые. Например, дядя Алёша очень спокойно и обстоятельно объяснил мне, что он может умереть в любую минуту (у него есть, по крайней мере, три болезни, каждая из которых может привести к такому исходу), что к смерти он совершенно готов, что его это не беспокоит, это вещь нормальная. Меня это поразило, я был ещё слишком молод и бесконечно далёк от мыслей о смерти. Примерно через год дяди Алёши не стало...

Однажды во время моего приезда к дяде Алёше зашла аспирантка. Они обсуждали динамическую систему на плоскости, которая у них возникла в связи с одной математической моделью в биологии. Я невольно прислушался к их разговору. Дядя Алёша говорил, что кроме тех неподвижных точек, которые они уже нашли, у системы должна быть ещё одна неподвижная точка, но он не видит, как доказать её существование. Я посчитал в уме сумму индексов известных неподвижных точек. Она не равнялась вращению поля по большой окружности. Значит, обязательно должна

---

<sup>3</sup> Татьяна Валерьевна Белокриницкая.

быть и другая неподвижная точка! Я немедленно рассказал это дяде Алёше и его аспирантке. Он увидел, что я легко справился с его задачей, и что его предположение подтвердилось. Дядя Алёша очень обрадовался и тому, и другому. Конечно, и я был рад и горд, но, честно говоря, ничего особенного в моём наблюдении не было.

Дядя Алёша был восторженный человек. Он обладал огромной положительной энергией. По возвращении в Москву, эту его энергию я в полной мере ощутил. Ко мне стали звонить незнакомые люди: «Алексей Андреевич Ляпунов порекомендовал мне посоветоваться с вами...». Дальше шёл математический вопрос, относящийся к совершенно незнакомой мне области математики. Я что-то лепетал и чувствовал себя Хлестаковым. Но, конечно, изо всех сил старался разобраться и ответить. Ведь дядя Алёша верил, что я смогу помочь!

Интересно, что с математическим творчеством дяди Алёши я почти не знаком. Когда он жил в Москве, я был ещё маленьким. В мои студенческие и аспирантские годы дядя Алёша жил в Новосибирске и занимался в основном не математикой, а кибернетикой и биологией. Моим научным руководителем был Владимир Игоревич Арнольд – один из самых ярких современных математиков, и я был полностью поглощён работой с ним.

Когда дядя Алёша был молодым, в московской математической школе самой важной дисциплиной считалась теория множеств. Не удивительно, что наиболее тонкие и глубокие результаты дяди Алёши посвящены именно этой теории. Но время идёт, вкусы и предпочтения меняются. Сейчас совсем другие области математики вышли на первый план, и практически никто не владеет теорией множеств во всей её полноте. Кто знает, может быть, на следующем витке развития нашей науки эта область опять станет вполне востребованной.

Но один из циклов математических работ дяди Алёши и сейчас востребован в полной мере. Я имею в виду его замечательные работы о множестве значений векторзначных мер. Этот цикл содержит удивительно красивые, неожиданные и общие результаты, связывающие совершенно разные математические дисциплины: теорию меры и выпуклую геометрию. Эти результаты применяются в оптимальном управлении, математической экономике, теории игр, они связаны с интересным функциональным анализом и геометрией. Такая многоплановость – отличительная черта самых лучших современных математических работ.

Недавно я был оппонентом на защите у сильного молодого математика. Его жена, симпатичная, молодая, почти девочка, ока-

залась родом из Академгородка. Я спросил её: «А Вы, случайно, не знали Алексея Андреевича Ляпунова?» (не сообразил, что она слишком молодая). Она ответила: «У нас улица такая есть, улица Ляпунова». Как у Маяковского:

*«...чтобы,  
                                умирая,  
  вплотиться  
                в пароходы,  
                                в строчки  
  и в другие долгие дела».*

Среди таких «долгих дел» не только замечательные работы дяди Алёши по математике, кибернетике, биологии, не только его прямые ученики, но и выпускники его знаменитой физико-математической школы, которые сейчас работают во многих университетах мира.

Уже почти сорок лет (страшно сказать!) нет дяди Алёши. Он оказал огромное влияние на всю нашу жизнь. Во многом именно из-за него мы с сестрой стали математиками. Мы его очень любили.

*Раздел VII*

*Приложения*



## **АВТОБИОГРАФИЯ (1939)**

Мой отец, Андрей Николаевич Ляпунов, был математиком по образованию и происходил из дворян. Недвижимого имущества он никогда не имел. До Революции он работал в Путейском Ведомстве. После Революции – в Институте Биологической физики и в Комиссии по изучению Курской Магнитной Аномалии. Он умер в 1923 году, когда мне было 11 лет.

Моя мать, Елена Васильевна Ляпунова, урожденная Ляпунова. Домашняя хозяйка. Происходит из дворян. После смерти моего отца она вышла замуж за профессора, ныне академика, С.С. Намёткина, который в дальнейшем взял на себя моё воспитание.

Мой отчим, Сергей Семёнович Намёткин, химик по специальности, происходит из мещан. Недвижимым имуществом также никогда не владел. До Революции он был профессором Высших Женских Курсов. После Революции – профессором Института Тонкой Химической Технологии, МГУ, ГИН и др. В настоящее время он является действительным членом Академии наук СССР, руководителем отдела в Институте Горючих Ископаемых [Академии наук СССР] и профессором МГУ.

Родился я в Москве 7. X. 1911 г. (нов. стиль). В 1928 году окончил школу 9-летку. В том же году поступил на Физ[ико]-мат[ематический] Факультет МГУ, однако весной в 30 г. был уволен за неуспеваемость, окончив I курс.

С весны 1930 года начал работать в Гос[ударственном] Геофизическом Институте (Г.Г.Ф.И.) в лаборатории сейсмики, в качестве лаборанта. В 1932 году, вместе с лабораторией сейсмики перешёл в Нефтяной Геолого-Разведочный Институт (НГРИ) на должность младшего научного сотрудника, где работал над теорией некоторых вычислительных приборов. Весной 34 года, в связи с переездом НГРИ в Ленинград, перешёл во Всесоюзный Институт Экспериментальной Медицины (ВИЭМ), на должность младшего научного

---

Из личного архива А.А. Ляпунова. Черновик рукописи с поправками. Написано фиолетовыми чернилами на 5 листах сильно пожелтевшей бумаги. Подписи и даты нет. Дата (1939) установлена по тексту.

сотрудника, где работал до 36 года в качестве математика при отделе биофизики.

Одновременно осенью 34 года поступил в Математический Институт Академии наук СССР, также на должность младшего научного сотрудника, в отдел т-ф.д.п. [теории функций действительного переменного]. За время работы в Институте опубликовал 6 научных работ, относящихся к дескриптивной теории множеств. В октябре 1937 года был уволен, ввиду ликвидации отдела т-ф.д.п.

С октября 37 г. по октябрь 38 года не мог устроиться на штатную работу, и только временно читал лекции (Калининский учительский институт) или давал частные уроки.

С октября 38 г. до апреля 39 года работал в Математическом Институте им. [В.А.] Стеклова по договору над монографией по дескриптивной теории множеств. В настоящее время одобренная Институтом рукопись готовится к печати.

В течение 38 года я сдал кандидатский минимум при Институте Математики МГУ по расширенной индивидуальной программе, и защитил 22/III 39 в Математической Секции Совета Механико-Математического факультета МГУ кандидатскую диссертацию на тему «Об униформизации аналитических дополнений».

С 35 года являюсь действительным членом Московского Математического Общества.

Имею 8 напечатанных и 2 готовящиеся к печати научные работы.

Педагогическая работа: С I.36 по VI.37 был ассистентом по кафедре [Математического] анализа МГУ. С II.39 по настоящее время являюсь и [сполняющим] о[бязанности] доцента в Заочном секторе МГУ, по кафедре теории функций на 1/2 ставки.

Общественная работа: С 26 по 30 год принимал активное участие в работе Московского Общества Любителей Астрономии.

В НГРИ, ВИЭМе и Инст. им. Стеклова входил в состав библиотечных советов (с 33 до 37 года). Неоднократно руководил раньше, и руковожу в настоящее время математическим кружком для школьников.

В политических партиях никогда не состоял. Наград и взысканий не имею.

Женат на Анастасии Савельевне Ляпуновой, урожденной Гурьевой, происходящей из крестьян б. Тамбовской губ[ернии]. Имею трёх дочерей, 9, 3 и 1 1/2 лет. Старшая учится во 2<sup>ом</sup> классе школы.

Имею 8 человек братьев и сестер. Одна сестра является учительницей школы в Москве. Все остальные учатся в ВУЗ'ах и в школах.



За границей находятся две моих тётки (сестры матери). Вера Васильевна Ляпунова-Анри с детьми. Живет в Бельгии (г. Льеж). Уехала в 18 году, в связи с отъездом за границу её мужа, иностранного подданного. Екатерина Васильевна Молостова со взрослыми детьми. Жила в Китае до 36 года. В настоящее время сведений не имею. Уехала в 19 или 20 году, вместе с белыми. Из моих близких родственников в войсках и учреждениях белых правительств никто не служил.

Основные моменты моей биографии может подтвердить академик С.С. Намёткин, а в том, что относится ко времени после 35 года профессор П.С. Новиков, работающий в Математическом Институте Академии наук СССР.

**АВТОБИОГРАФИЯ  
(1942)**

Я, Ляпунов Алексей Андреевич, родился в 1911 году. Отец мой, Ляпунов Андрей Николаевич, был дворянином. Он получил высшее образование (математик), он работал до Революции в Путьейском ведомстве, а после Революции в Институте Биологической физики и в Комиссии по исследованию Курских магнитных аномалий. Он умер в 1923 году. Моя мать, Елена Васильевна, урожденная Ляпунова, происходит из дворян. Всю жизнь она занималась домашним хозяйством. В 1927 году она вторично вышла замуж за академика Намёткина Сергея Семёновича, который воспитывал меня после смерти моего отца. В настоящее время оба они находятся в Казани. С.С. Намёткин занимает должность директора Института горючих ископаемых Академии Наук. Е.В. занимается домашним хозяйством. Мой дед со стороны отца – Ляпунов Николай Викторович, был инженером-путейцем. Мой дед со стороны матери – Ляпунов Василий Викторович, был земским врачом. В 1928 году я окончил школу 9-летку в гор. Москве, 42 шк. БОНО (с уклоном – иностранные языки), и поступил в Московский Университет на Физико-математический факультет. Не окончив его, я поступил осенью 1930 года лаборантом в Гос. Геофизический институт. Впоследствии я работал в ряде Московских научных институтов (ВИЭМ, Нефтяной геол.-разведочный инст., Ин-т математики Академии Наук им. Стеклова) сперва в качестве лаборанта, затем в качестве младшего научного сотрудника. В 1938/39 году я сдал при Московском Государственном Университете кандидатские экзамены и защитил диссертацию на степень кандидата физ.-мат. наук. В течение двух лет (1936 и 37 г.) я преподавал в Московском Университете в качестве ассистента, в 1939 году там же в качестве доцента, и с осени 1939 года до начала войны в Московском Пед. институте им. Либкнехта тоже в качестве доцента. Зимой 1941/42 года я утвержден в КВШ в звании доцента. С 1939 года я являюсь старшим научным сотрудником Ин-та математики Академии Наук СССР. Имею 13 печатных работ в области математики. Я владею свободно немецким и французским языками и читаю по-английски. Под судом и следствием я не состоял. В политических партиях не участвовал.

Я имею 4 братьев и 4 сестер. В настоящее время один из моих братьев (Аскольд Ляпунов) находится в действующей Армии в должности старшего врача полка. Другой (Николай Намёткин) оканчивает Казанский Университет (химический факультет) и одновременно является курсантом школы лётчиков. Третий брат (Ярослав Ляпунов), боец Красной Армии, ранен и находится на излечении в одном из госпиталей гор. Казани. Четвертый брат (Андрей Ляпунов) окончил кавалерийскую школу Осоавиахим'а в Москве. В настоящее время он находится в гор. Тамбове и поступает в Кавалерийское училище РККА. Моя сестра Наталия Намёткина-Долгополова находится в гор Якутске вместе со своим мужем, работающим там по спец. заданию. Моя сестра Вера Семерчан-Ляпунова находится проездом в Казани. Она едет к мужу, работающему на одном из военных заводов в Москве. Моя сестра Рогнеда Ляпунова учится в школе медицинских сестёр в гор. Казани. Моя сестра Мария Ляпунова занимается домашним хозяйством и находится в гор. Казани.

Я женат, имею трёх дочерей (12, 5 и 4 лет). Моя жена Анастасия Савельевна, урожденная Гурьева, происходит из крестьян Тамбовской губернии. В прошлом она несколько лет работала в качестве лаборанта в ряде научных институтов. Последние 5 лет занимается домашним хозяйством.

Из числа моих родственников две сестры моей матери с семьями находятся вне пределов нашего Союза. Одна из них, Вера Васильевна Ляпунова-Анри была в Льеже (Бельгия) в 1938 году. С тех пор сведений о ней не имею. Другая, Екатерина Васильевна Ляпунова-Молостова находилась в Шанхае до начала японо-китайского конфликта. Дальнейших сведений о ней также не имею. Ни с кем из них никакого контакта ни личного, ни письменного я никогда не имел.

В 1928/29 году в МГУ я отбывал допризывную подготовку по артиллерии. Я прошёл и сдал курсы тактики, артиллерии и топографии по программам ВУЗ'ов 28/29 года и отбыл лагерный сбор в течение полутора месяцев в 18 артиллерийском полку.

После начала войны я прочёл курс артиллерийской стрельбы под редакцией проф. Дьяконова. Июль и август 41 года я участвовал в противопожарной обороне здания Института математики Академии Наук. С 27/VIII по 12/X 41 года был под Малоярославцем в составе батальона Ленинского р-на на строительстве укреплений. В настоящее время я с семьёй эвакуирован в гор. Казань в связи с эвакуацией Акад. Наук.

**АВТОБИОГРАФИЯ  
ЛЯПУНОВ АЛЕКСЕЙ АНДРЕЕВИЧ  
(1949)**

Мой отец – Ляпунов Андрей Николаевич, математик по образованию, работал до 1917 г. в путейском ведомстве, а после 1917 г. был научным сотрудником Ин-та Биофизики МНЗ (?). Он умер в 1923 г.

Моя мать – Ляпунова Елена Васильевна – домашняя хозяйка. После смерти моего отца она вышла замуж за Намёткина Сергея Семёновича.

Мой отчим – Намёткин Сергей Семёнович – академик, директор Ин-та Нефти АН СССР. Лауреат Сталинской Премии.

Я родился в г. Москве в 1911 г. Окончил среднюю школу в 1928 в Москве и поступил на математический факультет Московского Университета. Не окончив его, я поступил на работу лаборантом в Гос. Геофиз. Ин-т осенью 1930 г., и с тех пор работал в различных научных Ин-тах города Москвы (Нефт. Геол. Разв. Ин-т, ВИЭМ, Ин-т Матем. АН СССР им. В.А. Стеклова), сперва лаборантом, затем младшим, а с 1939 года старшим научным сотрудником, с перерывом в 1 год в 1937/38 гг. Кроме того, с 1936 г. преподавал в Московском Университете, а затем в Пед. Инст. им. Либкнехта, сперва в качестве ассистента, а с 1939 г. в качестве доцента. В сентябре 1941 г. был на трудовом фронте под Москвой, затем был эвакуирован в Казань с Академией наук. В марте 1942 был призван в Армию. Окончил Владимирское пехотное училище. Находился в Действующей Армии с октября 1943 по март 1945 г. В апреле 1945 г. прибыл в Артиллерийскую Академию, вначале работал зав. отделом лаборатории кафедры ВИР (?), а с октября 1945 по настоящее время – старшим преподавателем кафедры математики. Демобилизован в январе 1946 г. Имею звание Гв. ст. лейт.

С I 1946 г. по IV 1949 г. находился в докторантуре Ин-та Математики им. В.А. Стеклова, имея стипендию им. А.Н. Крылова.

---

Из семейного архива Ляпуновых. Рукописный текст – черновик, с правкой – на 3-х страницах двух листов пожелтевшей писчей бумаги. Без подписи. Дата – 1949 г. – устанавливается на основании содержания.

Представил диссертацию на степень д-ра физ.-мат. наук на тему «Об операциях, приводящих к измеримым множествам». Защита ещё не состоялась. В настоящее время являюсь докторантом ИМ без отрыва от производства (стипендии не получаю). С июня 1949 г. являюсь старшим научным сотрудником Геофизического Ин-та АН СССР.

С 1944 г. состою членом ВКП(б).

Состою членом профсоюза работников высшей шк. и научн. учреждений.

В 1939 году окончил экстерном аспирантуру при Ин. Математики Московского университета и защитил там кандидатскую диссертацию. В 1941 утверждён в звании доцента. С 1935 г. являюсь членом Моск. Мат. Об-ва.

Награждён Орденом Кр. Зв. и медалями Гос (?) и Мо(сквы).

В 1949 г. избран народным заседателем Ленинского нарсуда гор. Москвы.

Имею 25 напечатанных научных работ и ряд работ находится в печати, а также готовятся к печати.

**АВТОБИОГРАФИЯ  
ЛЯПУНОВА АЛЕКСЕЯ АНДРЕЕВИЧА  
(осень 1950 г.)**

Я родился в 1911 г., 8. X., в гор. Москве.

Мой отец, Ляпунов Андрей Николаевич, работал до 1917 г. в Путьейском ведомстве, после 1917 – в Ин-те Биофизики НКЗ. Он умер в 1923 г.

Моя мать, Ляпунова Елена Васильевна, домашняя хозяйка. С 1927 г. она замужем за Намёткиным Сергеем Семёновичем – ныне академиком, директором Ин-та Нефти АН СССР, Лауреатом Сталинской Премии.

Я окончил среднюю школу в 1928 г. и поступил на физ.-мат. Факультет Московского Университета. Не окончив его, поступил в 1930 г. лаборантом в Гос. Геофизический Ин-т. До 1934 г. работал лаборантом, а затем мл. научным сотр. в Г.Г.Ф.И., Нефт. Геолог. Разв. Ин-те, ВИЭМ. С осени 1934 (а не 1944, как в оригинале) по март 1942 г. работал в Ин-те математики им. В.А. Стеклова, сперва младшим, а затем старшим научным сотрудником, с перерывом в 1937/38 г. С 1936 по 1941 г. работал на мех.-мат. [факультете] Московского Университета, сперва ассистентом кафедры анализа, до-

---

Из архива семьи Ляпуновых. Рукописный черновик с авторской правкой. 3 страницы на стандартных листах пожелтевшей писчей бумаги. Написано фиолетовыми чернилами. Без подписи. На основании содержания может быть установлена дата – до августа 1950 г. Помимо этого, в архиве имеется:

3-ий экземпляр машинописного текста на 2-х страницах. Без подписи и даты. В тексте есть незначительная правка и 1 вставка: после слов «... Сталинской Премии» от руки добавлено «Он умер в 1950 г.». Поскольку С.С. Наметкин скончался 5 августа 1950 г., текст может быть датирован «осень 1950 г.».

2 экземпляра – 2 и 3 – машинописного текста, перепечатанного с учётом правки вышеуказанного текста. Оба экземпляра с личной подписью – «А. Ляпунов»; на 2-м экземпляре, кроме подписи – от руки поставлена дата: «4 XI 1950».

В 3-ем экземпляре имеется авторская правка, сделанная, судя по содержанию, после января 1953 года, См. файл «Автобиография (1953)».

центром заочного сектора и руководителем спец. семинара по т.ф.д.п. (вне штата). В 1938 г. сдал экстерном кандидатские экзамены при НИИ математики Московского Университета и защитил диссертацию на степень кандидата физ.-мат. наук на тему «Об униформизации аналитических дополнений». С осени 1939 г. по IX 1941 работал доцентом Пед. Института им. Либкнехта.

В 1941 г. во время войны был на трудовом фронте под Москвой (сентябрь) и участвовал в охране дома, где живу, и здания Ин-та математики (июль, август). В октябре эвакуировался в Казань с АН СССР. В марте 1942 г. призван в Армию. В сентябре 1942 г. окончил Владимирское пехотное училище (6 мес. курс). До октября 1943 г. находился в резерве (МВО и Сталинградский фронт), а также на излечении в госпиталях, в июле – сентябре 43 г. был преподавателем учебной бат. офицерского состава. С X 43 по IV 45 г. служил в Действующей Армии. Участвовал в боях на Южном, 4 Украинском, III Белорусском и I Прибалтийском фронтах в качестве командира топо-вычислительного взвода 22 Кр. Гв. Евпаторийского АП, 3 Кр. Гв. Волхованской С.Д. 2 Гв. Армии. В январе–феврале 1945 г. имел отпуск в Москву с научной целью. В марте–апреле 45 г. отозван в Артиллерийскую Ордена Ленина и Ордена Суворова I степени Академию им. Ф.Э. Дзержинского, где работаю по настоящее время. С IV 45 по I 46 – нач. отд. топографической лаборатории. В январе 1946 г. демобилизован и назначен старшим преподавателем кафедры математики.

С I 1946 по IV 49 был докторантом в Ин-те математики им. В.А. Стеклова АН СССР. Имел стипендию им. Акад. А.Н. Крылова. В апреле 1949 г. представил, а в декабре защитил диссертацию на степень доктора физ.-мат. наук на тему «Об операциях, приводящих к измеримым множествам».

С VI 49 г. являюсь старшим научным сотрудником Ин-та Геофизики АН СССР по совместительству.

Женат, имею трёх дочерей (из них одна не родная). Жена – Ляпунова Анастасия Савельевна, дочери – Алла 1929 г.р., Елена 1936 г.р., Наталья 1937 г.р. Жена не работает. Дочери учатся.

Я состою членом ВКП(б) с 1944 г.

Состою членом профсоюза Высшей школы и научн. Учреждений.

Награждён Орденом Кр. Звезды и медалями «За победу над Германией» и «800 лет Москвы». Имею 4 благодарности Верховного Главнокомандующего. Имею степень кандидата физ.-мат. наук с 1939 г., звание доцента с 1941 г., степень доктора физ.-мат. наук

## VII. ПРИЛОЖЕНИЯ

---

с 1949 г., звание профессора с 1950 г. Я являюсь народным заседателем Ленинского нар. суда гор. Москвы с 1949 г. Состою членом Московского математического Общества с 1935 г.

Имею более 25 напечатанных научных работ по математике и ряд научных работ, сданных в печать или находящихся в рукописях.

Имею воинское звание – гвардии старший лейтенант запаса. Воинская специальность – артиллерист-топограф.



**АВТОБИОГРАФИЯ  
ЛЯПУНОВА АЛЕКСЕЯ АНДРЕЕВИЧА  
(1953)**

Я родился в 1911 г., в гор. Москве.

Мой отец, Ляпунов Андрей Николаевич, работал до 1917 г. в Путейском ведомстве. После 1917 в институте Биофизики НКЗ. Умер в 1923 г.

Моя мать, Ляпунова Елена Васильевна – домашняя хозяйка. С 1927 г. замужем за Намёткиным Сергеем Семёновичем – академиком, директором института Нефти АН СССР, Лауреатом Сталинской Премии. Он умер в 1950 г.

Я окончил среднюю школу в 1928 г. и поступил на физико-математический факультет Московского Университета, откуда выбыл, не окончив его, в 1930 г.

С октября 1930 года по 1934 год работал лаборантом, а затем младшим научным сотрудником в Гос. Геофизическом институте, Нефт. Геолог. Разв. Ин-те и ВИЭМ.

С осени 1934 по март 1942 г. (с годичным перерывом в 1937–38 гг.) работал в институте Математики АН СССР, сначала младшим, а затем старшим научным сотрудником.

С 1936 по 1941 г. работал на Мех.-мат. факультете Московского Университета, ассистентом, затем доцентом заочного сектора и руководителем специального семинара по ТФДП (вне штата).

В 1938 г. сдал экстерном кандидатские экзамены при НИИ математики Московского Университета и защитил диссертацию на степень кандидата физ.-мат. наук на тему «Об униформизации аналитических дополнений».

С осени 1939 г. по осень 1941 г. работал доцентом Пед. Ин-та им. Либкнехта.

В 1941 г. во время войны был на трудовом фронте под Москвой (сентябрь) и принимал участие в противопожарной обороне г. Москвы.

В октябре эвакуировался в Казань с Академией Наук СССР. В марте 1942 г. призван в Армию. В сентябре 1942 г. окончил Владимирское Пехотное Училище (шестимесячные курсы). До октября 1943 года находился в резерве (МВО и Сталинградский фронт), а также на излечении в госпитале. Июль – сентябрь 1943 г. был преподавателем Учебной Батареи офицерского состава при Фронтовом резерве.

С октября 1943 года по апрель 1945 года находился в Действующей Армии. Участвовал в боях в Крыму и в Прибалтике, в Восточной Пруссии и на Украине в качестве командира топо-вычислительного взвода 22 Кр. Гв. Евпаторийского АП, 3 Кр. Гв. Волхованской СД, 2 Гв. Армии.

В январе–феврале 1945 года имел отпуск в Москву с научной целью.

С апреля 1945 года работаю в Военной ордена Ленина и ордена Суворова Артиллерийской Академии им. Дзержинского. С апреля 1945 года по январь 1946 г. в качестве лаборанта кафедры АИР и по совместительству в качестве преподавателя кафедры математики, а с 1 января 1946 г. (после демобилизации) и до января 1953 г. в качестве старшего преподавателя кафедры математики.

С января 1946 г. по апрель 1949 г. был в докторантуре Института математики им. В.А. Стеклова АН СССР. 1/ХІІ 1949 г. там же защитил диссертацию на степень доктора физико-математических наук на тему: «Об операциях, приводящих к измеримым множествам». С июня 1949 года являюсь старшим научным сотрудником института Геофизики АН СССР (по совместительству).

В июне 1951 г. переведен на работу в Математический Институт им. В.А. Стеклова АН СССР на должность старшего научного сотрудника. В декабре 1952 г. ушёл из Артакадемии и перешёл на педагогическую работу в Московский Государственный Университет им. Ломоносова, на Механико-математический факультет, в качестве профессора кафедры вычислительной математики.

Женат, имею трёх дочерей (из них одна не родная). Жена – Ляпунова Анастасия Савельевна, дочери – Алла 1929 г.р., Елена 1936 г.р., Наталья 1937 г.р. Жена не работает. Дочери учатся.

Я состою членом КПСС с 1944 г.

Состою членом профсоюза Работников Культуры. В 1951/52 гг. был членом месткома Института математики.

Награждён Орденом Кр. Звезды и медалями «За победу над Германией» и «800 лет Москвы». Имею 4 благодарности Верховного Главнокомандующего. Имею степень кандидата физ.-мат. наук

с 1939 г., звание доцента с 1941 г., степень доктора физ.-мат. наук с марта 1950 г. и звание профессора с ноября 1950 г. Я являюсь народным заседателем Ленинского нар. суда гор. Москвы с 1949 г. Состою членом Московского математического Общества с 1935 г.

Имею более 40 напечатанных научных работ по математике и ряд научных работ, сданных в печать или находящихся в рукописях.

Имею воинское звание – гвардии старший лейтенант запаса. Воинская специальность – артиллерист-топограф.

**АВТОБИОГРАФИЯ  
ЛЯПУНОВА АЛЕКСЕЯ АНДРЕЕВИЧА  
(1960)**

Я родился в 1911 г., в гор. Москве.

Мой отец, Ляпунов Андрей Николаевич, работал до 1917 г. в Путьейском ведомстве, после 1917 — в Ин-те Биофизики Наркоминздрава. Он умер в 1923 г.

Моя мать, Ляпунова Елена Васильевна, домашняя хозяйка. С 1927 г. по 1950 год она была замужем за академиком Намёткиным Сергеем Семёновичем. Он умер в 1950 г.

Я окончил в 1928 г. среднюю школу в гор. Москве и поступил на физико-математический факультет Московского Университета. Не окончив его, поступил в 1930 г. лаборантом в Гос. Геофизический Институт. В 1932 г. перешёл вместе с лабораторией сейсмики в Нефт. Геол. Разв. Институт. Должность — младший научный сотрудник, а с 1939 г. — старший научный сотрудник Мат[ематического] Института АН СССР им. В.А. Стеклова (с годичным перерывом в 1937—38 годах). В 1938 г. сдал экстерном кандидатские экзамены при Мехмате Московского Университета. В 1939 г. защитил кандидатскую на тему «Об униформизации аналитических дополнений».

В марте 1942 г. призван в Армию. Окончил Владимирское пехотное училище. С октября 1943 г. по март 1945 г. — в Действующей Армии. С апреля 1945 г. по июнь 1952 г. — старший преподаватель, а затем профессор Артиллерийской Академии им. Дзержинского. С сентября 1952 г. — профессор Московского Университета (в настоящее время — почасовик).

С января 1946 по апрель 1949 г. был докторантом Ин[ститу]та математики им. В.А. Стеклова. Имел стипендию им. А.Н. Крылова. В декабре 1949 г. защитил докторскую диссертацию по физ.-мат. наукам, на тему «Об операциях, приводящих к измеримым множествам».

---

Из архива семьи Ляпуновых. Рукописный черновик с авторской правкой на 2-х страницах, на стандартных листах писчей бумаги. Написано фиолетовыми чернилами. Без подписи. Дата — начало 1960 г. — установлено на основании содержания.

С июня 1949 г. по 1951 г. был старшим научным сотрудником ГЕОФИАН. С 1951 г. — ст. научный сотрудник Мат. Инст. им. В.А. Стеклова, с 1953 г. переведен в Отделение Прикладной Математики, с 1958 г. работаю в отделе Кибернетики ОПМ МИАН. С сентября 1959 г. заведую лабораторией в в. ч. 01168.

Женат, имею трёх дочерей, все они замужем и имеют по одному ребенку. Жена — Ляпунова Анастасия Савельевна, является домохозяйкой. Дочери: Алла (1929 г.р.), окончила биофак МГУ, работает лаборантом в Ин[ститу]те Биофизики АН СССР, Наталья (1937 г.р.), окончила биофак МГУ, работает лаборантом на Физ[ическом] факультете Московского Университета, Елена (1936 г.р.), кончат биофак Ленинградского Университета.

Член КПСС с 1944 г. Награждён Орденами Красной Звезды, Трудового Красного Знамени, Знак Почета и медалями «За победу над Германией» и «800 лет Москвы».

С 1935 г. состою членом Московского математического Об-ва. С 1955 года — член Правления М.М.О. С 1958 года состою членом Общества Испытателей Природы. Имею более 70 опубликованных научных работ.

### КРАТКОЕ ЖИЗНЕОПИСАНИЕ ЛЯПУНОВА АЛЕКСЕЯ АНДРЕЕВИЧА

Я родился в 1911 году в г. Москве в семье научного работника. Окончил школу девятилетку с уклоном иностранной корреспонденции в 1928 г. и поступил в том же году на Физ[ико]-Мат[ематический] факультет МГУ. Из МГУ я выбыл, не окончив его, зимой 1929–30 г.

С 26 по 30-ый год состоял членом Московского Об[ществ]ва Любителей Астрономии и принимал участие в ряде наблюдений, организованных Об[ществ]вом. Некоторые из них напечатаны в бюллетене Об[ществ]ва.

Осенью 30 года начал работать в Гос[ударственном] Геофизическом ин[ститу]те, в лаборатории сейсмики в качестве лаборанта, под руководством акад[емика] П.П. Лазарева и проф[ессора] Г.А. Гамбурцева.

С начала 32 г. приступил к самостоятельному изучению математики под общим руководством акад[емика] Н.Н. Лузина. В том же году, вместе с лабораторией сейсмики перешёл в Нефтяной Геологоразведочный Ин[ститу]т [(НГРИ)] на должность младшего научного сотрудника. В связи с тем, что к этому времени мои интересы всё больше склонялись к математике, я оставил экспериментальные работы и занялся теорией некоторых вычислительных приборов. Весной 34 г. перешёл во Всесоюзный Ин[ститу]т Экспериментальной медицины [(ВИЭМ)] в отдел биофизики, где занимался решением различных математических вопросов, встававших у экспериментаторов. В это же время под руководством акад[емика] Н.Н. Лузина мне удалось получить первый результат в области дескриптивной теории множеств.

Осенью 34 г. поступил младшим научным сотрудником в Математический Ин[ститу]т АН СССР им. [В.А.] Стеклова. Через некоторое время после этого ушёл из ВИЭМ'а. С тех пор работаю исключительно в области математики. С 35 г. работаю под руко-

---

Из архива семьи А.А. Ляпунова. Второй экземпляр машинописи с авторской правкой и подписью. С двух сторон сильно пожелтевшей писчей бумаги. Дата (1939) установлена по тексту.

водством П.С. Новикова. В октябре 37 г., ввиду ликвидации отдела т.ф.д.п. [теории функций действительного переменного] — уволен из Ин[ститу]та им. Стеклова. В течение 37—38 гг. подготовил и сдал кандидатский минимум. В течение этого времени я не мог устроиться на штатную работу (с окт[ября] 37 по окт[ябрь] 38 г.) и только временно читал лекции и давал частные уроки. С октября 38 г. работаю по договору в Ин[ститу]те им. Стеклова над подготовкой монографии по дескриптивной теории множеств.

С января 36 г. по июнь 37 г. — был ассистентом по кафедре [Математического] анализа в МГУ. С 35 г. и до настоящего момента принимал участие в ряде семинаров Ин[ститу]та Мат[ематики] и Мех[аники] МГУ (по теории функций, теории вероятностей, теории множеств и др.). Имею семь напечатанных и одну печатающуюся работу, относящиеся к дескрипции (две из них составляют защищённую 22 марта с. г. в Математической секции Учёного совета Мех[анико]-Мат[ематического] факультета МГУ, кандидатскую диссертацию). Кроме того, имею работу, относящуюся к теории цепей Маркова.

Общественная работа: в Обществе Любителей Астрономии принимал участие в работе по популяризации астрономии. В НГРИ, в ВИЭМ'е и в [Математическом] Ин[ститу]те им. [В.А.] Стеклова был членом библиотечных Советов. Неоднократно руководил математическими кружками для школьников, а также для научных работников — экспериментаторов. В настоящее время руковожу школьным математическим кружком.

Подпись *А. Ляпунов*

## УШЕДШИЕ

### Андрей Николаевич Ляпунов\*

То, что собираюсь написать, выйдет, вероятно, нескладно, и будет скорее воплем сердца, чем некрологом, ибо мы только что опустили его в могилу, и все слова кажутся бездушными и ненужными.

В тесную семью московских коллекционеров он вошёл совсем недавно, только с 1916 года, но уже весной следующего года занял в ней одно из самых видных мест по тому особому сверкающему таланту художественного собирательства, который он обнаружил, и по той специфической коллекционерской страстности, которая его отличала.

Лучшие собрания не те, что приобретаются на огромные деньги, а те, что отмечены любовью и дарованием. Можно купить всю виллу Дорна и всю Лихтенштейновскую галерею, но это не значит собрать их, и если купивший их американский король тут же надумает почтить на лаврах, не вложив в них собственного собирательского пыла и дара, по меньшей мере, равного талантам их подлинных создателей, он ничем не будет отличаться от *poivreau riche*'а, устроившего себе пышную галерею чужих предков. Собрание должно непрерывно расти не столько количественно, сколько качественно, причем лучше, если рост его удельного художественного веса обратно пропорционален росту входящих в него номеров. Истинный коллекционер не должен стыдиться своих ошибок, а напротив того, обязан их сознавать и исправлять. Вот почему непогрешимого собирательства не бывает и быть не может, и вот почему все лучшие собрания, слагавшиеся не исторически, не преемственной энергией, а отдельными собирателями, единичной волей, вкусом и порывом, непрерывно менялись, обновлялись, и их конечный облик даже отдалённо не напоминает изначального. В этом и заключается тайна коллекционерского таланта.

Этим талантом А.Н. Ляпунов был наделён в такой щедрой степени, в какой я его не встречал ещё в жизни. Во всём его собирательстве не было при этом и тени того тщеславия, которое столь

---

\* Журнал «Среди коллекционеров», Ежемесячник искусства и художественной старины, № 5, МСМXXXIII, май. Стр. 55–56. (Издание издательства «Среди коллекционеров». Редактор Ив. Лазаревский).



естественно в этом деле, хотя временами приносит и немало вреда, ибо тщеславие мешает видеть свои ошибки. Каждое его новое приобретение было для него новым увлечением, которое он страстно любил и холил, но это было исключительно самоудовлетворением, самопроверкой и самовоспитанием. Ночью, когда весь дом спит, он начнёт, бывало, перевешивать картины, перебирать их, любоваться ими, точно украдкой от всех: тогда вся жизнь его была в этих холстах и красках. Для него важно было не имя, а вещь, живопись,— всё равно, старого ли мастера или современного, лишь бы она была высокого качества.

Революция подсекла его собирательство, но не приостановила: тут-то и началась его усиленная работа по улучшению собрания, по ликвидации одних вещей и замене их новыми, лучшими, лихорадочные поиски, надежды, разочарования, сомнения, установление подлинности — работа, увлекавшая его больше, чем собрание первых лет. Собрание крепло изо дня в день, и только внезапная смерть помешала перебрать и переработать его так, как он хотел и в последнее время наметил. Понемногу оно стало превращаться в собрание картин художников, по преимуществу живописцев, как новейших — он очень ценил группу «Бубнового Валета»,— так и тех из старых, которые особенно близки нашим дням.

У А.Н. Ляпунова никогда не было состояния, и он совершал свои, временами безудержно страстные приобретения на остатки от заработков, в последние годы почти прекратившихся. Приглядываясь к необычайному росту его художественного вкуса и интуиции, я часто задавал себе вопрос: что за собрание составил бы он, если бы к его услугам были, хотя бы на протяжении нескольких лет, те финансовые возможности, которые имелись у стольких других собирателей. Он никогда не колебался, никогда не раздумывал и не медлил, хорошо зная, что худшая ошибка для собирателя — пропустить вещь.

Только благодаря вдохновенному коллекционерскому неистовству, можно было в России умудриться обогатить своё собрание подлинным портретом Гейнсборо, которого вообще и в русских музеях не было до тех пор, пока Эрмитаж не получил портрета по завещанию Хитрово.

По темпераменту, очарованию, восторженности и таланту он напоминал незабвенного С.С. Боткина, ушедшего так же внезапно и нелепо, среди кипучей работы и радостных надежд. Ужасно сознавать, что на Солянке 7 не выйдет к вам больше навстречу, протирая руки, весёлый, обаятельный владелец собрания, с которым так часто делились и радости, и горести.

*Игорь Грабарь*  
*Москва, 17 апр. 1923.*

**ПРЕЗИДИУМ АКАДЕМИИ НАУК СОЮЗА ССР**

**Распоряжение № 360**

*г. Москва*

*1 марта 1950 г.*

Утвердить Комиссию по организации похорон академика Н.Н. ЛУЗИНА в следующем составе:

академик И.Г. Петровский (председатель)

академик И.И. Артоболевский – Отделение технических наук

академик М.А. Лаврентьев

академик М.В. Келдыш

доктор физико-матем. наук Л.В. Келдыш

доктор физико-матем. наук П.С. Новиков

Математический

институт имени

В.А. Стеклова

АН СССР

академик В.С. Кулебакин

доктор технических наук Б.Н. Петров

доктор физико-математ.наук И.И. Кузнецов

Институт автоматики

и телемеханики

АН СССР

кандидат физ.-мат. наук А.А. Ляпунов

(секретарь)

член-корр. АН СССР

В.В. Голубев

Геофизический институт

АН СССР

Московский университет

им. М.В. Ломоносова

член-корр. АН СССР

П.С. Александров

Московское математи-

ческое общество

М.И. Соколов – Управление делами Академии Наук СССР

Печать П.п.

Президент Академии Наук СССР

академик

С.И. Вавилов

Главный учёный секретарь

Президиума Академии Наук СССР

академик

А.В. Топчиев

Разослано: всем членам Комиссии, Упр. Кадров, УД, партбюро, ОТН, Математический ин-т, Ин-т автоматики и телемеханики, Общий отдел.

**Порядок  
похорон академика Н.Н. ЛУЗИНА**

Похороны состоятся 3 марта с. г. на кладбище «Введенские горы».

3 марта с. г. тело покойного академика ЛУЗИНА Н.Н. переносится с квартиры в конференц-зал ОТН в 10 часов дня.

Доступ к телу с 11 час. дня.

Гражданская панихида в 13 час. дня.

Вынос тела в 15 час. дня.

1. За составление некролога и извещений в газету — ответственные т.т. Ляпунов, Келдыш, Новиков.
2. За извещение по организациям — ответственный С.В. Тябликов.
3. За организацию почетного караула — ответственный И.И. Кузнецов.
4. За организацию гражданской панихиды — ответственный А.А. Ляпунов.
5. За организацию выноса гроба с телом покойного из квартиры в конференц-зал ОТН и вынос на кладбище — ответственные т.т. Б.Н. Петров и И.И. Кузнецов.
6. За составление сметы, обеспечение мероприятий по похоронам — ответственный М.И. Соколов.
7. За мероприятия по похоронному бюро — ответственный т. В.М. Розанов.
8. Фотографирование — договорённость с ЛАФОКИ — ответственный Б.Н. Петров.

**Н.Н. ЛУЗИН\***  
**(Некролог, газета «Известия», 1950, 3 марта)**

28 февраля с.г. скоропостижно скончался выдающийся советский математик академик Николай Николаевич ЛУЗИН.

Блестящая научная деятельность академика Лузина оставила глубокий след в науке и оказала большое влияние на развитие высокой математической культуры в Советском Союзе.

Научные открытия Николая Николаевича, его идеи и поставленные им задачи создали новые направления в науке. Развитие этих направлений явилось тем источником, из которого родилась исключительная по своему значению Московская математическая школа. Николай Николаевич создал эту школу не только своими научными идеями, но и личным влиянием на молодёжь, которую он объединил вокруг себя. Он обладал исключительным даром прививать молодым людям — студентам и начинающим учёным — любовь к науке, направлять их на решение наиболее существенных научных задач и на развитие наиболее значительных математических идей. Это привело к тому, что вокруг него в первые годы после Октябрьской революции образовался научный коллектив, в котором выросли многие из видных советских математиков. Некоторые из них являются в настоящее время выдающимися руководителями научных школ.

Высокая математическая культура, которую академик Лузин прививал своим ученикам, была впоследствии перенесена ими и их учениками в самые различные области математики и в смежные дисциплины, что содействовало блестящему развитию этих областей. Наиболее ярким проявлением устойчивости созданного Н.Н. Лузиным научного движения является то, что среди учеников его учеников также имеются первоклассные учёные, работающие в самых разнообразных областях математики, а также в смежных науках.

В течение многих лет Николай Николаевич был профессором Московского университета. Его лекции отличались яркостью, содержательностью и идейной глубиной. Характерной чертой его курсов было то, что он непосредственно вводил слушателей в круг

---

\* Текст некролога написан А.А. Ляпуновым.

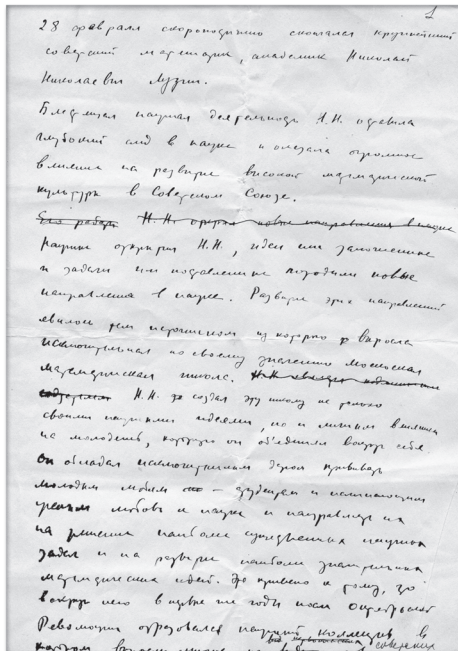
идей современной науки. Своими лекциями и семинарами он, как никто, умел пробудить творческую активность студентов. Для многих это явилось началом их научной деятельности.

Среди многочисленных работ Н.Н. Лузина многие посвящены вопросам прикладного характера. Некоторые из них систематически используются при технических расчетах.

Правительство высоко оценило заслуги академика Лузина, наградив его орденом Трудового Красного Знамени.

Имя Н.Н. Лузина, как создателя выдающейся математической школы и крупного учёного, займёт почётное место в истории советской науки.

Академия Наук СССР  
Московский государственный ордена Ленина  
университет им. М.В. Ломоносова  
Отделение физико-математических наук АН СССР  
Отделение технических наук АН СССР  
Математический институт АН СССР  
Институт автоматки и телемеханики АН СССР  
Геофизический институт АН СССР  
Московское математическое общество



Рукопись некролога

**ДОКЛАДЫ, ПРОЧИТАННЫЕ И ОБСУЖДЁННЫЕ  
НА ЗАСЕДАНИЯХ БОЛЬШОГО СЕМИНАРА  
А.А. ЛЯПУНОВА В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**1954/55 учебный год**

- 15.X 1954. А. Эттингер: Программа выработки условных рефлексов. (Докладчик не установлен).
- 23.X 1954. *Т.Д. Вентцель*. Сообщение о вычислительных машинах «Уайрлвинд» и ЮНИВАК.
- 5.XI 1954. *Э.З. Любимский*. Первая программирующая программа.
- 12.XI 1954. *В.С. Штаркман*. Контроль программ в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР.
- 26.XI 1954. *В.В. Войтишек*. «Мышь» Шеннона.
- 3.XII 1954. *А.А. Ляпунов*. Неарифметическое использование вычислительных машин.
- 10.XII 1954. *М.Г. Гаазе-Рапопорт*. Накопители и модели памяти.
- 17.XII 1954. *В.С. Штаркман*. Статья Гольдстейна о вычислительной машине на типовых элементах. *Г.П. Багриновская*. О машине с минимальным количеством операций.
- 24.XII 1954. *Л.В. Канторович*. Работы по программированию в Ленинграде.
- 7.III 1955. Реферирование статьи А.У. Течера «ЦВМ для статистических испытаний». (Докладчик не установлен).
- 4.IV 1955. *Н.Н. Рикко*. Вычисление программ на ЭВМ. Реферат диссертационной работы Г. Рутисхаузера.
- 11.IV 1955. Продолжение доклада Н.Н. Рикко.

**1955/56 учебный год**

- 10.X 1955. *А.А. Ляпунов*. Об основных проблемах кибернетики.
- 24.X 1955. *А.А. Ляпунов, Л.В. Крушинский и др.* Условные рефлексы и их моделирование.
- 31.X 1955. *А.И. Китов*. Имитация самоорганизующихся систем с помощью ЭВМ (реферат работы Б.Дж. Ферли и У.А. Кларка).

14.XI 1955. *А.А. Ляпунов*. Алгоритмическая схема элементарного механизма мышления.

21.XI 1955. *А.П. Ершов*. О моделировании процесса выработки условных рефлексов на вычислительной машине ЭДЗАК.

12.XII 1955. *А.А. Ляпунов*. Понятие о вероятностных процессах. Моделирование выработки условных рефлексов в виде марковского процесса.

19.XII 1955. *И.М. Фейгенберг*. Дальнейшее развитие экспериментов по изучению более сложных условных рефлексов. Усложнённая логическая структура условного рефлекса.

26.XII 1955. Моделирование условных рефлексов (обсуждение).

13.II 1956. *А.А. Ляпунов*. О соотношении между дискретным и непрерывным в биологических процессах.

20.II 1956. *И.А. Полетаев*. О возможности моделирования процессов запредельного торможения с помощью электронных схем.

12.III 1956. *А.А. Ляпунов*. Генетические вопросы кибернетики.

2.IV 1956. *А.А. Ляпунов*. Направленные и случайные составляющие движения живых существ (о работах Н.И. Кобозева).

16.IV 1956. *А.А. Ляпунов*. Случайные события, величины и процессы и некоторые биологические процессы, с ними связанные.

7.V 1956. *А.А. Ляпунов*. О некоторых статистических вопросах кибернетики и биологии.

### 1956/57 учебный год

21.IX 1956. *А.А. Ляпунов*. О кибернетике.

28.IX 1956. *И.А. Полетаев*. Сообщение о книге Ф.М. Морза и Дж.Б. Кимбелла «Методы исследования операций».

6.X 1956. *Ю.А. Шрейдер*. О некоторых вопросах обучаемости.

12.X 1956. *Ю.Т. Медведев*. Об изображении событий в автоматах.

26.X 1956. *Л.Б. Емельянов-Ярославский*. О моделировании работы нервной системы.

2.XI 1956. *О. Завидельский*. Реферат книги Д. Блекуэла и М.А. Гиршика «Теория игр».

9.XI 1956. *Н.П. Бусленко*. О статье У.Р. Эшби «Схема усилителя мыслительных способностей»; работа гомеостата, близость гомеостата к работе нервной системы.

16.XI 1956. *Н.В. Тимофеев-Ресовский*. О принципе усилителя.

30.XI 1956. *С.В. Яблонский*. Реферат статьи Дж.Т. Калбертсона «Некоторые неэкономичные роботы».

7.XII 1956. *М.Л. Цетлин*. Реферат статьи Дж. фон Неймана «Вероятностная логика и синтез надёжных организмов из ненадёжных компонент».

14.XII 1956. *Р.Р. Васильев*. О модели черепахи.

21.XII 1956. *В.Я. Берлас*. Реферат книги «Математическая мысль в общественных науках».

8.II 1957. *В.С. Гурфинкель*. Управляющие элементы нервной системы.

15.II 1957. *А.А. Малиновский*. Об управляющих системах в живых организмах.

22.II 1957. *И.А. Полетаев*. Сообщение по материалам части II его книги «Сигнал» (готовилась к печати).

1.III 1957. *Ю.А. Шрейдер*. О программировании некоторых игр с неполной информацией (домино, карты). Содоклад Ю.А. Первина.

15.III 1957. *Н.И. Жинкин*. Авторегулировка механизмов речи.

22.III 1957. *Л.Г. Членов*. О некоторых нарушениях деятельности нервной системы на примерах зрительной агнозии.

29.III 1957. *А.А. Ляпунов*. О теоретико-информационном подходе к основам генетики.

5.IV 1957. *С.В. Яблонский*. Некоторые понятия алгебры логики; приложения алгебры логики к синтезу контактных схем.

12.IV 1957. *Н.В. Тимофеев-Ресовский*. О некоторых вопросах эволюционного процесса управляющих систем.

19.IV 1957. *Н.А. Бернштейн*. О координации движений у человека и высших организмов.

26.IV 1957. Обсуждение доклада Н.А. Бернштейна.

14.V 1957. *Л.В. Канторович*. Математические методы в задачах экономического планирования.

17.V 1957. *С.В. Яблонский*. Применение многозначной логики к синтезу электронных схем.

24.V 1957. *Н.Е. Кобринский, Л.М. Шехтман*. О быстродействующей машине для экономического анализа.

### 1957/58 учебный год

27.IX 1957. *С.В. Яблонский*. Понятие кибернетической системы.

4.X 1957. *А.М. Гильман*. Некоторые вопросы алгоритмического проектирования технологических процессов в машиностроительной промышленности.

11.X 1957. *Л.В. Крушинский*. Экстраполяционные рефлексы у животных.



25.X 1957. *Н.Д. Ньюберг*. Кодирование зрительной информации.

15.XI 1957. *В.К. Чичинадзе*. О работах Института автоматики, телемеханики и электроники АН ГССР в области технической кибернетики.

22.XI 1957. *Н.Е. Кобринский, Н.Г. Лебедев*. Информационная машина для обработки государственной хозяйственной информации.

6.XII 1957. Об играх в обучении. (Докладчик не установлен).

20.XII 1957. *Г.В. Савинов*. Модель гомеостата Эшби.

3.I 1958. *Н.В. Тимофеев-Ресовский*. Об эволюции генов.

10.I 1958. *Н.Д. Ньюберг*. Программное управление движением глаз.

14.II 1958. Проводимость нервных волокон. О работах И. Такаки. (Докладчик не установлен).

До мая 1958. *М.А. Герд*. Анализ процессов элементарного мышления.

### 1958/59 учебный год

3.X 1958. *Р.Р. Васильев*. О II Международном конгрессе по кибернетике.

17.X 1958. Обсуждение книги И.А. Полетаева «Сигнал».

31.X 1958. *С.Н. Брайнес, О.Я. Кобринская*. Исследование физиологического механизма сложного рефлекса у крыс в условиях лабиринта.

14.XI 1958. *А.М. Петровский*. Отчёт о командировке в США.

28.XI 1958. *А.А. Ляпунов, С.В. Яблонский*. К вопросу о систематизации основных понятий кибернетики.

12.XII 1958. *И.Я. Аксёнов*. О конференции по автоматизации на железнодорожном транспорте.

26.XII 1958. *Ю.А. Шрейдер*. Пути развития структур вычислительных машин.

26.XII 1958. *А.П. Ершов*. О кибернетическом симпозиуме в Лондоне.

13.II 1959. *М.Г. Гаазе-Рапопорт*. Некоторые вопросы поведения живых организмов.

27.II 1959. *Н.Е. Кобринский*. Кибернетическая проблематика в экономике.

6.III 1959. *А.А. Ляпунов*. Математические методы изучения эволюции.

13.III 1959. *Д.И. Воловой*. Обоснование технических норм веса и скорости движения речных составов с помощью электронных цифровых машин.

10.IV 1959. *Г.В. Савинов*. Электрическое моделирование некоторых самоустанавливающихся систем.

24.IV 1959. *А.А. Ляпунов, О.С. Кулагина, Т.Н. Молошная*. Отчет о Ленинградском Совещании по математической лингвистике.

Май 1959. *Ю.Я. Базилевский*. Сообщение о поездке в США (19.IV–3.V 1959 г.).

### 1959/60 учебный год

23.X 1959. *А.П. Ершов*. О проекте международного языка программирования АЛГОЛ.

30.X 1959. *А.А. Малиновский*. О возможности структурного подхода к некоторым вопросам высшей нервной деятельности.

13.XI 1959. Продолжение доклада А.П. Ершова.

27.XI 1959. *А.А. Ляпунов, А.Г. Маленков*. Логический анализ понятий и методов генетики.

11.XII 1959. Продолжение доклада А.А. Ляпунова и А.Г. Маленкова.

18.XII 1959. *Е.Г. Гольштейн, Д.Б. Юдин*. Задачи и методы линейного программирования (по материалам печатающейся книги).

8.I 1960. *Н.В. Тимофеев-Ресовский*. Дарвинизм и современное естествознание.

19.II 1960. *И.Я. Аксёнов, О.С. Кулагина, А.Д. Смирнов*. О конференции по переработке информации (Париж, 1959).

4.III 1960. *Ю.А. Шрейдер*. О динамическом программировании.

11.III 1960. *Э.И. Аринь*. Программирование самоорганизующихся систем.

8.IV 1960. *С.М. Блинков*. О строении мозга.

20.V 1960. *А.Н. Колмогоров*. О пространственном расположении одномерных комплексов.

### 1960/61 учебный год

30.IX 1960. *А.А. Ляпунов*. О некоторых принципах построения биологических управляющих систем.

14.X 1960. *Л.А. Блюменфельд*. О магнитных и электрических свойствах важнейших биополимеров.

28.X 1960. *Н.М. Эмануэль*. Свободные радикалы и ингибиторы свободно-радикальных процессов в экспериментальной биологии.

18.XI 1960. *Л.В. Чхаидзе*. О моделировании координации произвольных движений человека.

2.XII 1960. *Ф.Н. Ветухновский, Р.Е. Кричевский*. Теория графов и её применение (реферат книги К. Бержа).

16.XII 1960. *Е.В. Гливенко*. Количественная оценка электроэнцефалоскопических данных (сходство биопотенциалов).

6.I 1961. *Н.В. Тимофеев-Ресовский*. Биосфера и эволюция.

17.II 1961. *М.М. Бонгард*. О ценности информации.

3.III 1961. *Р.Х. Зарипов*. Об алгоритмическом описании процесса сочинения музыки.

13.III 1961. *А.А. Ляпунов*. Научное содержание кибернетики.

17.III 1961. *О.С. Кулагина*. Использование вычислительных машин при составлении алгоритмов анализа текстов.

31.III 1961. *М.М. Бонгард*. Моделирование процесса узнавания.

14.IV 1961. *В.К. Чичинадзе*. О гомеостате и некоторых его технических применениях.

12.V 1961. *И.М. Гельфанд, В.С. Гурфинкель, М.Л. Цетлин*. О тактиках управления сложными системами (о решении нерешаемых задач).

### 1961/62 учебный год

6.IX 1961. *К. Штайнбух* (ФРГ). Моделирование нервных процессов.

22.IX 1961. *Ж. Риге* (Франция). О работах французских математиков в области кибернетики.

9.III 1962. *М.Г. Гаазе-Рапопорт*. О некоторых концепциях обучения.

23.III 1962. *Г.А. Дворкин*. О кодировании наследственной информации и механизмах процесса передачи информации при биосинтезе белков.

6.IV 1962. *М.А. Айзерман*. Концепции обучения.

27.IV 1962. *А.А. Ляпунов*. О некоторых работах в области программирования.

### 1962/63 учебный год

26.X 1962. *Л.В. Крушинский*. О моделировании некоторых физиологических процессов (возбуждения и торможения) в нервной системе.

16.XI 1962. *А.И. Китов*. Ассоциативное программирование.

14.XII 1962. *В.С. Гурфинкель*. Биоэлектрическая система управления.

21.XII 1962. *Г. Гриневский* (Польша). О трёх принципах двойственности в кибернетике.

15.II 1963. *Н.В. Тимофеев-Ресовский*. Об элементарных единицах и явлениях на различных уровнях изучения жизни на Земле.

## VII. ПРИЛОЖЕНИЯ

---

1.III 1963. *И.М. Фейгенберг*. О вероятностном прогнозировании в работе мозга и некоторых проявлениях его нарушения.

15.III 1963. *Ю.К. Беляев*. Статистические аспекты теории надёжности.

### **1963/64 учебный год**

21.II 1964. *В.В. Налимов*. Планирование экстремальных экспериментов.

24.IV 1964. *Н.П. Наумов*. Структура и динамика популяций животных.

4.V 1964. *Я.Б. Шор*. Надёжность технических систем.

11.V 1964. *Н.П. Рашевский* (США). Реляционная биология.

### **ДЕЛО СЕСТЁР ЛЯПУНОВЫХ\***

Доктор биологических наук, заведующий отделом систематики и географии растений Ботанического сада МГУ Михаил Георгиевич Пименов:

*В доме Ляпунова витал дух старой русской интеллигенции. Я получил там не только биологическое образование, это было прозрение. Я стал разбираться в людях.*

Доктор биологических наук, заведующий лабораторией генной инженерии растений Института сельскохозяйственной биотехнологии Михаил Фёдорович Шемякин:

*Алексей Андреевич был совершенно незаурядным человеком, сыгравшим огромную роль в моей научной жизни. Невероятно искренний, готовый броситься на помощь по первому зову, таким он был и в науке. Таким мы его узнали и в мрачные лысенковские годы.*

Доктор биологических наук, заведующий кафедрой теории эволюции биологического факультета МГУ Алексей Сергеевич Северцов:

*Этот кружок ввёл нас в нормальную генетику, в круг общения необыкновенно интересных людей. Возникла профессиональная среда, и формировал её Алексей Андреевич. Это был определённый настрой, и если бы не было ляпуновского кружка, мне пришлось бы намного труднее. Я начал заведовать кафедрой с 1972 года и двадцать лет потратил на то, чтобы очистить её от дворянских.*

### **Семейный клан людей науки**

Чтобы события, о которых нам предстоит вспоминать, были понятней, надо представлять себе, что такое наша семья, – начинается разговор Наталия Алексеевна Ляпунова. Длился этот разговор часов пять и мог бы долго не кончаться...

---

\* Беседу провела и записала Екатерина Павлова. Опубликовано в журнале «Знание – сила», № 8, 1998 г. Номер посвящён 50-летию августовской сессии ВАСХНИЛ. Текст воспроизводится с сокращениями и с небольшой авторской правкой. – *Ред.*

– Ляпуновы – старый дворянский род, его история начинается с XVIII века, ну, это то, что древом нарисовано, а на самом деле – от младшего брата Александра Невского, Константина Галицкого с XIII века. Семья большая и на протяжении всех времён очень сплочённая. Мы в родстве с Сеченовыми < ... >, с Хованскими (четырёхкратно), с Куприяновыми, Фигнерами (помните – народо-волка Вера Николаевна Фигнер и знаменитый певец-тенор Николай Николаевич Фигнер), с Крыловыми (Алексей Николаевич Крылов – академик, кораблестроитель), а через них с Капицами... Все они неотделимы от нашей семьи, это – гигантский клан людей из разных областей науки, культуры.

Когда в 1986 году думали отметить столетие бабушки (Елены Васильевны Ляпуновой-Намёткиной, матери Алексея Андреевича) и прикинули, сколько членов нашей семьи в Москве, список пошёл к ста человекам < ... >.

Семья никогда не была богатой, она принадлежала к родовитому, но мелкопоместному дворянству < ... >. Во всех поколениях были земские врачи, люди искусства: музыканты (композитор Сергей Михайлович Ляпунов), художники (Елизавета Александровна Хованская-Ляпунова, бабушка А.А. Ляпунова). А самое главное, уже с XVIII века в роду много учёных: математики, астрономы, химики. Академик Александр Михайлович Ляпунов по сей день принадлежит к десятке самых ярких русских математиков.

### **Открытый дом. «ДНО»**

У нас всегда бывало много гостей, во все времена дом был открыт, – продолжает рассказ Наталия Алексеевна. Окружение родителей – математики школы Лузина, семьи Новиковых, Парийских, Арнольдов, Рашевских. Во всех этих семьях были дети нашего возраста. На лето дачу обычно снимали все вместе, забирались в какую-нибудь глухомань... Никаких особых требований к быту ни у кого не было. После войны снимали дачу в Ямщинах, около Голицына. И там – бесконечные походы в лес, игры. Мы очень любили крокет. Философская игра, между прочим: по площадке ходишь не спеша, бьёшь шар молотком, а тут и общение, и ухаживания... Папа нас собирал около себя, рассказывал обо всём, что нас окружало: наблюдали за муравьями, что-то рассматривали в лупы... < ... >. Взрослые лежали где-нибудь на полянке и философствовали, а мы детской компанией веселились, играли, инсценировали приключения из Жюль Верна...

А в непогоду – собирались у нас, на Хавской, компанией в 10–12 человек. Тут-то и возникло «ДНО» – детское научное общество, так называл его папа, а мы гордо называли его «добровольное

научное общество». Потом стали регулярно собираться по выходным. Из ластика вырезали собственный штамп, по всем правилам организовали домашнюю библиотеку, из которой выдавали книжки членам общества. Появился специальный блокнот, в который я заносила списки присутствующих, темы докладов, которые мы слушали на наших заседаниях, иногда даже вопросы, которые задавали докладчику. Вот первый год: «Записи ведет Н. Ляпунова» (написано моей рукой). Список членов и посещаемость: Дима (Владимир) и Митя (Дмитрий) Арнольды, Дима Струве (друг Димы Арнольда), Зарик Гамбурцев (сын известного геофизика, академика Григория Александровича Гамбурцева), Боря Локшин (друг Зарика), Новиковы Сергей и Андрей (Сергей сейчас академик, а Андрей – трагически погиб), Карик (Оскар) Краузе, Вика Коротевская, Роза Паршева и Инна Забродина (наши одноклассницы), Ниночка Баландина (дочь академика-химика Алексея Александровича Баландина), Ляля и я... В тот год нас было 18 человек. Вот, смотрите, какие были темы докладов: «Строение солнечной системы», «О кометах», «Вулканы», «Молекулярные силы», «Есть ли жизнь на Марсе?», «О муравьях», «Смена сезонов в пустыне»... О каждом заседании можно рассказывать отдельно! Папа приду-



Группа участников «ДНО» (Детское научное общество). 1948–1949 годы. Верхний ряд слева направо: Роза Паршева, Вика Коротевская, Инна Забродина, Карик (Оскар) Краузе, Дима Струве, Дима (Владимир) Арнольд. Нижний ряд слева направо: Ляля (Елена) Ляпунова, Лена Рашевская, Наташа Ляпунова, Лиза Рашевская.

мывал опыты, демонстрации, эксперименты. Незабываемый доклад сделал Дима Арнольд «О волнах». У нас был большой раздвижной стол. Его раздвинули, над «дыркой» поставили аквариум с водой, под него – фонарь для демонстрации диапозитивов. Тогда ещё ни у кого таких фонарей не было, а папа где-то достал. Свет пропускался через воду, и поверхность её фокусировалась на потолок. В аквариуме плавали две пробочки, их надо было тюкнуть, и начинались волны: круговые, встречные, интерференция! И всё это проецировалось на потолок! Дима рассказывает – и тут же наглядная демонстрация. А когда был доклад про молекулярные силы, Коля (Николай Сергеевич Намёткин), папин сводный брат, химик, принёс нам из лаборатории анилин, который мы нагревали с водой в колбе на газу, смотрели, как капли меняют форму, и обсуждали, как распределяются векторы, определяющие поверхностное натяжение. Андрей Новиков, впоследствии математик, делал доклад о происхождении жизни и эволюции человека. А вот план нашего (сестер Ляпуновых) доклада про насекомых. Я была в четвертом, а Ляля – в пятом классе.

В школе у нас преподавала замечательная учительница биологии Людмила Яковлевна Рабинова. Она необыкновенно увлекала детей опытами с прививками. У нас действительно росли кусты картошки, на которых зрели помидоры и цвела петунья, и это, на самом деле, было интересно. И кактусы мы прививали, и собирали семена для мичуринских садов, и делали коллекции, которые даже выставляли на ВДНХ. <...>

Папа общался с генетиками ещё до войны. Когда в тридцатые годы начались дискуссии с Лысенко, он сотрудничал с А.Н. Колмогоровым. В конце тридцатых годов Н.К. Кольцов обратился к Колмогорову с просьбой помочь Юлию Яковлевичу Керкису в обработке материала. Колмогоров предложил папе разобраться в этом. Тогда папа и познакомился со всей кольцовской школой генетиков.<...>. У него была публикация вместе с Керкисом, а другая работа, по расщеплению признаков у шелкопряда, была утеряна при переездах во время войны. Связи с генетиками были не поверхностные, а глубокие, рабочие.<...>

Мы учились в школе, когда прокатился сорок восьмой год, и уже с сорок девятого в школьных учебниках была сплошная «мичуринская биология», Лысенко... В газетах на целые развороты шли статьи об отстранении академика Шмальгаузена от работы на биофаке МГУ, о «победе» над «формальной» генетикой (буржуазным «вейсманизмом-морганизмом»).

В восьмом классе мы с Лялей начали ходить в кружок Петра Петровича Смолина в Дарвиновский музей. Ребята, Новиковы и Арнольды, уже определились как математики. Началось расслое-



ние нашей компании по интересам, и ДНО стало распадаться. Но домашний кружок не исчез, он наполнился новыми друзьями, как и мы, увлекавшимися биологией.

### «Все свои»

К этому времени наши с сестрой биологические интересы настолько углубились, что мы начали заниматься в кружках при университете. <...>

Сначала мы с Лялей вместе занимались в кружке при кафедре зоологии беспозвоночных (его вела дочь зав. кафедрой, впоследствии академика, Льва Александровича Зенкевича, Таня Зенкевич), а потом Ляля стала заниматься ещё и в кружке при кафедре зоологии позвоночных. Вёл его Коля (Николай Николаевич) Воронцов. Он был студентом четвёртого курса, но, кроме того, он был КЮБЗарь, а они все были такие знатоки! (КЮБЗ – кружок юных биологов зоопарка, основанный профессором Мантейфелем). Занятия Коля проводил самые серьёзные, со вскрытиями, с тушками животных, с определителями. До 1948 года на биофаке существовало прекрасное научное студенческое общество (НСО), шла бурная научная жизнь, которую в 48-м году запретили. НСО закрыли, студенты оказались не у дел, и те, кто сохранял преданность науке, стали реализовывать себя в школьных кружках при факультете. <...>

Дома у нас стали собираться ребята из кружка П.П. Смолина: Миша Шемякин, Феликс Дзержинский, Алёша Северцов, Коля Дроздов, Женя Панов, Эза Каляева... Биологией мы много занимались с Петром Петровичем. Но папа решил прочесть нам лекции по генетике: в школе генетику не преподавали, но было ясно, что без неё нельзя! Однако быстро выяснилось, что он не может объяснить нам даже законы Менделя, поскольку мы не знаем основ статистики. Вот тогда и зародились ляпуновские домашние семинары («Ляпуновские четверги»). У нас дома стали появляться и университетские студенты...

С 1948 года на биофаке было запрещено преподавание математики, потому что вся статистика подтверждала справедливость законов Менделя. Но поскольку все биологи были невежественны в математике, профессор мехмата Алексей Андреевич Ляпунов и стал вести домашний семинар по математике для биологов, – поясняет Николай Николаевич Воронцов.

Эти ляпуновские семинары, куда в основном приходили воспитанники Петра Петровича Смолина, были посвящены логическим основам теории вероятностей и созданной на её базе вариационной статистике. Ляпунов объяснял, какие естественнонаучные объекты подлежат статистической обработке, и какие выводы поз-

воляет статистика сделать. А после этого начал читать генетику с основами теории эволюции.

– Я тогда поражалась тому, – говорит Наталья Алексеевна, – откуда папа-математик так глубоко знал эти разделы биологии, спрашивала у него. «Ну, как же этого не знать, это же основы...», – в свою очередь удивлялся Алексей Андреевич.

### На биофаке

*«Где вместо доводов – дубины,  
Где от стыда краснеют стенки,  
Там на дубах растут лещины,  
А на опариных – лысенки».*

(Из фольклора генетиков 50-х годов)

Продолжаем разговор с Натальей Алексеевной.

– Осенью 1954 года мы с сестрой поступили на биофак Московского университета. Времена на биофаке были беспокойные... Только-только начали затухать явные репрессии, биофак был зажат, как в тиски. Хотя Сталин уже умер, но Лысенко-то был в силе. Лишённые возможности работать, наши генетики устраивались, как могли, разговоры об этом у нас дома звучали всё время. Мы не были во всё посвящены, но я теперь понимаю, в каком состоянии был папа.

Очень быстро на курсе выявились студенты, которые интересовались генетикой: Лёва Киселев – сын известного вирусолога Льва Александровича Зильбера, Андрей Антонов, Витя Иванов, Миша Шемякин, Алеша Северцов, всё это были дети из интеллигентных семей. А поскольку мы с Лялей были вдвоем, вокруг нас, как всегда, быстро сложилась компания. Дома продолжились занятия кружка. Теперь папины лекции чередовались с докладами студентов. Помню, что докладывали Старобогатов, Воронцов...

– Я делал доклад, посвящённый евгенике и генетике человека, – уточняет Николай Николаевич.

– Папа к тому времени изложил нам законы так называемой формальной генетики, и ему пришла в голову гениальная идея – просить наших замечательных учёных-генетиков рассказывать о своих работах. По очереди начали докладывать генетики кольцевской школы. Несколько раз выступал Дмитрий Дмитриевич Ромашов, о генетике поведения рассказывал Леонид Викторович Крушинский, что-то докладывал и Дубинин. После каждого доклада накрывался стол, пили чай, обычно нас было человек 12.

Мы и сами стали ездить к разным учёным. В частности, были у Антона Романовича Жебрака и Владимира Владимировича Сахарова на кафедре ботаники фармацевтического института, в гостях дома у Михаила Михайловича Завадовского. Побывали даже у Лысенко. Договорились через секретаря и пришли. Он принял нас в своём огромном кабинете президента ВАСХНИЛ. На вопросы отвечать отказался, но в течение почти трёх часов излагал свои «теории». Это была какая-то феерическая белиберда. После этого мы написали заметку в факультетскую стенгазету «Студенты в гостях у Лысенко». Её нам припомнили как издевательство над Т.Д. А заметка-то состояла из дословных цитат его лекции...

На факультете я сразу оказалась назначенным комсомольским секретарем курса, так как ещё в школе была секретарём комсомольской организации и членом Октябрьского райкома комсомола (а в те времена университет входил в Октябрьский район Москвы). Моя общественная деятельность всегда состояла в том, чтобы сделать жизнь как можно интереснее: походы, соревнования, кружки, газеты... Такой я и пришла на биофак. Мы с Лялей сразу стали любимцами старших, которые все были очень интересными, талантливыми людьми, но занимались главным образом культмассовой работой. В это время наступил расцвет биофаковской самодеятельности. Наукой-то заниматься им не давали, вокруг была какая-то чертовщина лысенковская, переливаясь белок из одного куриного яйца в другое... На кафедрах генетики, дарвинизма – кошмар, да и на других не многим лучше... Куратором нашего курса назначили Митю Сахарова (теперь – хорошо всем известный поэт и бард Дмитрий Сухарёв), Ляля Розанова (писатель и поэт, в будущем член Союза писателей) – аспирант, член факультетского бюро комсомола. И Воронцов тоже здесь, он входит в биофаковскую концертную бригаду, у него красивый баритон...

– Они (лысенковцы) захватили кафедры в 1948 году, – вступает Воронцов. – Невежественная дамочка из мордовской сельхозопытной станции – Фаина Куперман – стала профессором кафедры дарвинизма, жуткая личность – Ной Ильич Фейгинсон – «возглавил» кафедру генетики, на место академика Шмальгаузена пришёл полубразованный журналист из журнала «Яровизация» Федор Андрианович Дворянкин, фанатично преданный Лысенко. Желание протестовать было колоссальным, потому что выносить это было невозможно. В это время было написано знаменитое письмо трёхсот биологов в ЦК против Лысенко. С биофака его подписали три профессора: Борис Александрович Кудряшов, Леонид Викторович Крушинский и Яков Авадьевич Бирштейн. И парторганизация ре-

шила организовать на них охоту. Тогда написали ещё одно письмо в поддержку первому, под которым я собирал подписи и, горжусь этим, собрал больше тридцати подписей профессоров и преподавателей. Среди подписавших письмо были зоологи Борис Степанович Матвеев, Владимир Георгиевич Гептнер, в общем, нравственная соль биофака.

– У нас распределение по кафедрам ещё впереди, – продолжает Наталия Алексеевна, – а пока, летом после первого курса, – практика в Чашниково и, как положено, в конце практики – заключительный костёр. Приехали старшекурсники: Коля Воронцов, Слава Старобогатов, Егор Заварзин (он сейчас академик), Ляля Розанова и с ними папа. Я – организатор, суечусь, у костра идет концерт, предстоит отвалный банкет... И вдруг неожиданно просится выступить «доморощенный хор студентов биофака». Мы, говорят, споём вам частушки. Выходят к костру и поют... Когда я их слушала, то прямо умирала со страха, потому что понимала, что это – кошмар, и что последствия будут. А частушки были такие:

*«Когда Бог протоплазму из хаоса создал, за ним лишь голубь мира сквозь щёлку наблюдал. И кое-кто ещё, о ком болтать не надо, и кое-кто ещё, о ком молчать нельзя».*

(Все знали тогда, что «голубь мира» – это Опарин.)

*«Посадки гнездовые, посевы по стерне, скачки межвидовые похерены втуне. И кое-что ещё, о чём болтать не надо, и кое-что ещё, о чём молчать нельзя».*

*«Из пёнышки – кукушку, из елочки – сосну, зачешешь тут макушку, поверишь в сатану. И в кое-что ещё, о чем болтать не надо...»*

*«Пастера мы прокляли и Моргана сожгли, и в содовом растворе бессмертье обрели. И кое-что ещё, о чём болтать не надо...»*

(Содовый раствор – это «изобретение» Лепешинской).

*«Мы верили, бывало, в живое вещество, теперь оно пропало, с ним кое-кто ещё...»*

*«Из вирусов – кристаллы, бактерии – в грибы, подобные забавы теперь осуждены, и кое-что ещё, о чём болтать не надо...»*

(Это о великих «открытиях» Бошьяна).

<...> Среди исполнителей из девочек была только сестра Ляля. Остальной состав хора: Андрей Антонов, Коля Воронцов, Лёва Киселев, Миша Критский, Алёша Северцов, Егор Заварзин.

Представляете себе! А ведь это 1955 год, Хрущёв ещё не выступал. Вдобавок, после этого они спели гимн морганистов, переданный генетиками из «Катюши»:

*«Ой, ты песня, песня менделистов, ты лети к Трофиму в кабинет. И новатору, гиганту мысли наш формальный передай привет. Пусть он помнит гены и гаметы, хромосом редукцию поймёт, пусть картофель бережёт на лето, а науку – Мендель сбережёт».*

Поднялось что-то невообразимое, писк, визг, вопли: «Позор!». Ведь у костра сидели и преподаватели. Да и факультет тогда был биолого-почвенный, а почвоведы были в основном не москвичи, все воспитанные на агробиологии. В общем – скандал. Утром, когда мы уезжали, меня пока ещё под общий хохот вынесли из лагеря вперед ногами, как покойника. Так закончился первый курс.

Летом папа с мамой ездили на Урал к знакомым и оказались в Ильменском заповеднике. И там, уже перед отъездом в Москву, Алексей Андреевич случайно разговорился на станции с каким-то человеком. И узнаёт от него, что тут, в заповеднике, на берегу озера Большое Миассово, организуется лаборатория, где будет работать Тимофеев-Ресовский, только что освободившийся из сталинских лагерей. «Какой Тимофеев-Ресовский?» – вскричал Алексей Андреевич, который уже читал знаменитую книгу Шредингера «Что такое жизнь?», и из неё знал о знаменитом русском генетике Тимофееве-Ресовском. «Тот самый?! Как, он жив, он у нас?!» А о нём ведь никто ничего не знает! Папа тут же всё выяснил и, приехав в Москву, сразу позвонил Дубинину.

– Вы знаете, что Тимофеев-Ресовский здесь, в России?

– Знаю, – сказал Дубинин, – я уже получил от него письмо. И больше того, собираюсь осенью пригласить его и Елену Александровну в Москву.

– Я вас очень прошу, когда они приедут, пригласите и меня, я очень хочу с ним познакомиться, – попросил Алексей Андреевич.

А поскольку все эти годы папа тесно контактировал с генетиками (участвовал в организации писем в правительство о восставлении генетики), в ноябре знакомство с приехавшими в Москву Тимофеевыми-Ресовскими состоялось. И Алексей Андреевич попросил Николая Владимировича выступить с докладом у нас дома, на что тот с удовольствием согласился. У нас на Хавской Николай Владимирович сделал свой первый открытый публичный доклад после возвращения в Россию. Тема: «Биофизический анализ молекулярного размера гена». Дело было 9 декабря 1955 года. В квартире у нас собралось больше пятидесяти человек (сохранился список участников этого семинара, к сожалению, неполный). Ну, здесь уж пришли все, кто только мог. Дверь в комнату была открыта, люди стояли в прихожей. Сидели в комнате даже на полу. Свободным остался только маленький уголок, по которому взад-

вперёд шагал, докладывая, Николай Владимирович... Мы ещё не знали, что это было последнее заседание ляпуновского кружка.

Один из наших однокурсников возьми, да и Расскажи куратору своей группы на биофаке – какая, мол, интересная жизнь у Ляпуновых, рассказал и про доклад Тимофеева. В их группе, говорит, даже комсомольские собрания по-другому происходят. А у нас с Лялей был такой стиль. Надо провести тематическое комсомольское собрание – мы предлагаем тему «Теория наследственности Менделя–Моргана». Чем не тема для собрания? Группе очень нравится. Народ у нас симпатичный. Проходит одно такое собрание, другое...

Наступил день, когда секретарю парторганизации, Г.В. Добровольскому, поступил донос... События начали разворачиваться с бешеной скоростью.

Во время зимней сессии ко мне подошел Митя Сахаров и сказал, что был на партсобрании, там шёл разговор о неблагополучии в воспитательной работе на факультете, несколько раз как-то загадочно звучала наша фамилия. Тогда я пошла к Добровольскому и прямо спросила его, в чём дело. «Как хорошо, что вы пришли, – сказал Глеб Всеволодович, – а что это у вас там за домашний кружок?» Я откровенно всё ему рассказала, что кружок у нас с детства, что всегда у нас дома собираются интересные люди, мы никогда не делали из этого тайны. Перечислила даже темы докладов. Добровольский меня поблагодарил, теперь, говорит, мне всё стало намного понятнее.

В зимнюю сессию мне ставят «незачет» по истории партии и не допускают к экзаменам. Затем на доске появляется приказ, которым, в числе других, мне объявляется строгий выговор с предупреждением об отчислении за неуспеваемость, хотя я всегда была отличницей. Вскоре нас с Лялей вызывают на комсомольский актив курса, где обсуждают наши домашние семинары.

Меня обвиняют в «двурушничестве» – комсомольский вожак, а дома – тайный кружок (я ведь была членом факультетского бюро комсомола и отвечала за научный сектор). Мы опять пытаемся объяснить, что у нас дома так принято, что никакой тайны из этого никто никогда не делал.

– Что же, вы менделизм-морганизм считаете наукой?

Мы отвечаем: «Лысенко – не наука, это скоро пройдет».

– А вы знаете, что сессия 48-го года полностью поддержала Лысенко?

– Да, знаем, ну и что?

Мы абсолютно чётко понимали, какой громадный урон нанесла сессия 48-го года, какую чудовищную ошибку она совершила.

Мы точно знали, что эта сессия нанесла страшный вред науке и рано или поздно в этом разберутся. Именно так мы и формулировали.

– Значит вы против решений сессии 48-го года?

И тут Ляля, всплыв, топает ногой и говорит: «Да, против». И пошло: «А вы знаете, что доклад Лысенко одобрен ЦК? Вы отдаёте себе отчёт, что это линия нашей партии?»

Выступают возмущённые студенты... Неожиданно оказывается, что на нашем курсе множество ярких противников Тимофеева-Ресовского, «осведомлённых» о его «работе на нацистов». Всё это студенты, которые ещё вчера и фамилии его не знали. Ясно, что кто-то их подготовил. Это вполне мог быть Фейгинсон, особенно опасный тем, что был проводником идей Лысенко, зная настоящую, дрозофилиную генетику...

Начинается буря. Но мы ещё надеемся, что во всём можно разобраться.

### **«Обезьяний процесс»**

В одночасье оказывается подготовленным «персональное дело сестёр Ляпуновых», и в Большой Биологической аудитории биофака назначают собрание. Слух о нём разнёсся по всему университету, пришли студенты с мехмата, с физфака, геологи... То, что пришло очень много народа, моментально идёт в «дело» и используется для обвинения в существовании «разветвлённой организации», специально подготовившей явку людей.

В президиуме – партийные и комсомольские активисты, факультетское начальство.

– Когда я попросил слова и начал говорить в защиту настоящей генетики, – вступает в разговор Николай Николаевич Воронцов, – тогдашний декан биофака, грамотный физиолог, профессор Леонид Григорьевич Воронин задал в аудиторию вопрос: «Неужели нужно вызывать милицию, чтобы убрать отсюда этого распоясавшегося морганиста?» Просят слова и другие. Аудитория переполнена, дело принимает опасный оборот. Тогда всех выставляют за дверь, и обратно пускают по комсомольским билетам только второй курс, но и это около 350 человек.

Собрание хорошо подготовлено. Вот выдержки из проекта решения собрания, сохранившегося в семейном архиве Ляпуновых.

*«Наталья Ляпунова... совершила проступки, несовместимые со званием комсомольца и заслуживающие строгого общественного осуждения...»*



*...Она способствовала и явилась соучастницей организации на дому, за спиной партийной и комсомольской организации и деканата, кружка, который занимался, наряду с изучением статистики, формальной генетикой с приглашением лекторов чуждого нам вейсманистско-морганистского направления в генетике и проявила вредную активность в популяризации этого учения путём вовлечения в кружок новых членов.*

*Будучи секретарём комсомольского бюро курса, она не приняла никаких мер к осуждению участников хора, выступивших на костре в Чашикове с пошлыми частушками, оплевывающими достижения мичуринской науки, видных советских учёных и популяризирующими чуждое нам морганистское направление. Кроме того, эти же частушки, по признанию Н. и Е. Ляпуновых, распевались ими дома в присутствии участников кружка.*

*Идеи, культивируемые кружком, давали повод для вредных, необоснованных толкований по вопросам правильности решений сессии ВАСХНИЛ по вопросам биологической науки.*

*Это способствовало крайне вредному явлению – расколу коллектива курса».*

– В кулуарах этого собрания я познакомился с Сергеем Адамовичем Ковалёвым, – вспоминает Н.Н. Воронцов, – он тогда был аспирантом кафедры биофизики. Как человек свободомыслящий, он пришёл на это судилище и был необыкновенно активен. Я рад, что наша дружба продолжается по сей день.

Наконец все обвинения предъявлены. Особенно злобны студенты отделения почвоведения, но и остальные не отстают. *«Они не поверили нам, советским преподавателям, что мы научим их всему, чему нужно, а захотели узнать что-то сами»* – говорит преподаватель марксизма.

На голосование поставлено исключение из комсомола, что равносильно отчислению из университета с «волчьим» билетом. Но голоса раскололись, и предложение не прошло! Неужели что-то дрогнуло в душах?

По иронии судьбы это разгромное заседание проходило в тот самый вечер, когда Никита Сергеевич Хрущёв выступал на XX съезде со своим докладом о культе личности. В те самые часы...

Из семейного архива Ляпуновых:

*«Выписка из протокола заседания бюро ВЛКСМ биолого-почвенного факультета.*

*За верхоглядство в изучении науки, выразившееся в некритическом отношении к идеям, проводимым на домашнем кружке, за поте-*



*рю комсомольской бдительности, за непринципиальное отношение к общественной работе, что вместе с существованием кружка, привело к расколу курса, за некомсомольское отношение к изучению общественно-политических дисциплин, за плохую учебную дисциплину вынести Н. Ляпуновой выговор с занесением в личное дело и вывести из состава факультетского бюро.»*

С аналогичной формулировкой Е. Ляпуновой вынесен строгий выговор с предупреждением, а секретарю курсового комитета комсомола – Л. Киселеву «выговор без занесения в личное дело».

«Дело» Алексея Андреевича Ляпунова подготовлено и направлено для рассмотрения в парторганизацию мехмата МГУ (Алексей Андреевич вступил в партию в 1943 году, на фронте).

### **После бури**

Генетический кружок в доме Ляпуновых просуществовал с осени 1954 по декабрь 1956 года.

В конце второго курса Ляля вышла замуж за Колю Воронцова и перешла в Ленинградский университет, поскольку Коля в это время был аспирантом Зоологического института в Ленинграде. В течение нескольких лет ему было запрещено появляться на биофаке МГУ.

– На меня послали донос, – вспоминает Воронцов, – но в ЗИНе была приличная парторганизация. Мне потом замдиректора говорил: «Мы не знали, как к вам относиться, но после того как на вас пришел донос с биофака МГУ, мы поняли, что относиться мы к вам должны серьёзно». Здесь, в Ленинграде, это была лучшая аттестация.

А Наташа осталась на биофаке, и ей нужно было выбирать кафедру.

– Я решила пойти на биохимию растений к Белозерскому. У него изучают свойства молекул ДНК, занимаются их нуклеотидным составом, я уже понимаю, что генетику это знать необходимо. Прихожу на собеседование. Кроме Белозерского его проводит кафедральный деятель Серенков, из тех, что пришли на факультет в 48-м году. Он стал спрашивать, зачем я иду на кафедру. Вот, говорю, хотела бы генетикой заниматься, но на кафедру генетики идти сейчас не хочу, а молекула ДНК для генетиков так важна... Серенков всё это слушает. Потом, без меня, началось обсуждение. Мне рассказывали, что во время обсуждения Белозерский просто вышел из себя, рассвирепел, в первый раз его видели в таком состоянии. Стукнул кулаком по столу, закричал на Серенкова: «Я – заведующий кафедрой! Здесь я решаю!». Он ведь понимал всё

прекрасно, хотя на вопросы студентов неизменно отвечал, что ДНК и генетика – это абсолютно разные вещи. Изучение ДНК – это химия макромолекул, с генетикой ничего общего не имеет. Быть может, так он сохранял коллектив, возможность работать. Действительно, к 53-му году они нога в ногу с Чаргафтом подошли к пониманию особенностей нуклеотидного состава ДНК. Пожалуй, даже в школе Белозерского материал был богаче. Меня приняли к нему на кафедру. Я начала ходить на кафедральные семинары. Но когда на мои вопросы мне стали в лицо отвечать всякие тетушки, воспитанные осторожным Белозерским: «При чём здесь генетика, что вы влезаете со своими вопросами!», я махнула на всё это рукой и пошла на кафедру зоологии беспозвоночных, которую благополучно и закончила. «Дело сестёр Ляпуновых» завершилось.

И мы могли бы на этом закончить, но жизнь всё-таки расставила всё по своим местам. Интерес к генетике вырвался, как вода из открытых шлюзов. Повзрослевшие студенты, придя на третий курс, потребовали пересмотра дела. Посыпались извинения. Их принёс даже преподаватель истории партии профессор Утенков, которого, конечно же, «заставили» провалить Наташу Ляпунову на зачёте. Было назначено новое собрание. Ему помешали состояться венгерские события 1956 года, после которых студентов опять вынудили молчать, но это было уже другое молчание.

Николай Николаевич Воронцов, взволнованный воспоминаниями, заканчивает разговор мрачно:

*«Даже на сегодняшний день этот этап истории не пройден, потому что лысенковцы подбирали себе подобных на ведущие посты и в Академии, и повсюду. В широком смысле слова лысенковщина продолжается до сих пор. Понимаете, за эти годы произошло нравственное растление молодежи... Средневековье господствовало в Московском университете и в провинциальных вузах слишком много лет. Мракобесие надолго стало символом нашей науки. Разрушены традиции, прервана связь поколений...»*

Но разве собственной жизнью и поступками наши собеседники не доказали обратное?

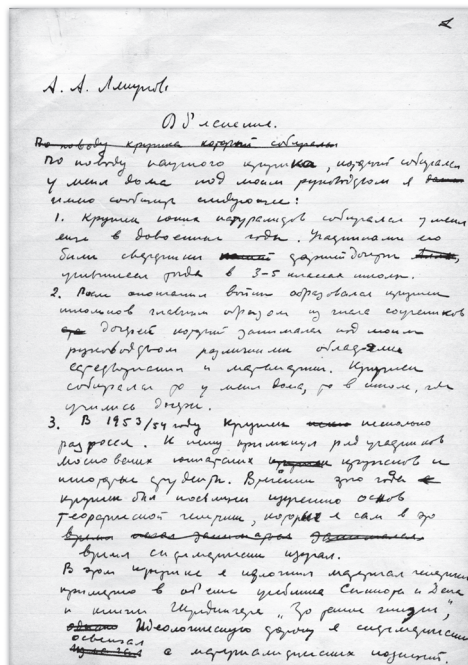
## ОБЪЯСНЕНИЕ

По поводу научного кружка, который собирался у меня дома под моим руководством, я имею сообщить следующее:

1. Кружок юных натуралистов собирался у меня ещё в довоенные годы. Участниками его были сверстники старшей дочери [Аллы], учившейся тогда в 3–5 классах школы.

2. После окончания войны образовался кружок школьников (главным образом, из соучеников дочерей), который занимался под моим руководством различными областями естествознания и математики. Кружок собирался то у меня дома, то в школе, где учились дочери.

3. В 1953/54 году кружок несколько разросся. К нему прикнул ряд участников московских юннатских кружков и некоторые студенты. В течение этого года кружок был посвящён изуче-



Объяснение А.А. Ляпунова

нию основ теоретической генетики, которые я сам в это время систематически изучал. В этом кружке я изложил материал генетики примерно в объёме учебника Синнота и Дена и книги Шредингера «Что такое жизнь? (С точки зрения физика)». Идеологическую сторону я систематически освещал с материалистических позиций.

4. В 1954/55 году, когда мои младшие дочери [Елена и Наталья] учились на I курсе биофака МГУ, кружок был занят изучением основ теории вероятностей и математической статистики, которые для биологов имеют большое значение и которые очень недостаточно излагаются на биофаке. В это время кружок состоял преимущественно из студентов-биологов.

5. В осеннем семестре 1955 года в кружке продолжалось изучение статистики и теории вероятностей. Кроме того, там ставились доклады по различным вопросам теоретического естествознания. В кружке бывало много студентов биологов и геологов, а также бывали научные работники-биологи, преимущественно генетики и математики.

Переходя к оценке деятельности кружка и моей деятельности как его руководителя, я должен сообщить следующее:

1. Я признаю, что я совершил ошибку тем, что вёл кружок дома. В осеннем семестре 1955 года кружок настолько расширился, как по числу участников, так и по характеру тематики, что следовало принять энергичные меры к тому, чтобы перевести его в Университет и организовать совместное руководство кружком с кем-либо из биологов. Впрочем, когда я обращался на биофак, в конце 1955 года, с предложением организовать кружок по математической биологии на факультете при совместном руководстве, это не встретило поддержки. Моя вина в том, что я этого не сделал более настойчиво.

2. Научное направление кружка – теоретическая генетика, теория вероятностей и её применение в биологии, в первую очередь – в генетике, а также научные точки зрения, проводившиеся мною в кружке, я считаю правильными и нужными. В этих областях в иностранной науке имеются сейчас очень крупные успехи, которые очень недостаточно известны у нас и далеко недостаточно оценены. Кроме того, я придаю большое значение установлению контакта между представителями различных естественных наук – биологии, химии, физики и математики – для более полного использования возможностей современных научных методов. Такой контакт может быть легче всего установлен на почве научных кружков.

3. Идеологическая сторона такого сближения разных областей естествознания имеет большое значение. Фактически это сближе-

ние происходит на базе материалистического мировоззрения. Однако наши идеологические противники стараются представить современные успехи науки как подтверждение их идеологии. В кружке я систематически разоблачал необоснованность этой позиции и показывал, что развитие науки всегда подтверждает правильность нашей материалистической идеологии.

По поводу тех обвинений, которые выдвинуты против меня работниками биофака, я считаю необходимым отметить следующее:

1. В вопросах теоретической биологии на биофаке совершенно монополично господствует направление, которое отрицает значительную часть научных достижений мировой науки и игнорирует применение в биологии физико-математических методов.

2. Представители этого направления, в первую очередь, кафедры дарвинизма и генетики, ведут ожесточённую борьбу против того, чтобы молодёжь факультета изучала те области науки, которые им неудобны, и прикрывают это тем, что объявляют эти области идеологически вредными.

3. В подтверждение правильности своих точек зрения они не в состоянии привести убедительных доводов, а основываются либо на ненадёжно поставленных или неправильно обработанных экспериментах, а иногда даже и на подлогах. Примеры таких фактов приведены в выступлении проф. Б.А. Кудряшова на заседании парткома МГУ.

4. Основная точка зрения этого направления сводится к тому, что биологические закономерности в корне отличаются от закономерностей физики и химии, что они по существу непознаваемы и что попытки их изучения с помощью методов точных наук порочны. Эта точка зрения по сути дела является витализмом. Она совершенно несовместима с концепцией диалектического материализма. Именно эта точка зрения защищалась в выступлениях тт. Рубина, Исаева, Дворянкина, Студитского и Куперман на заседании парткома МГУ. Согласиться с такой точкой зрения я не могу.

По поводу утверждения о том, что не может быть, что моя личная точка зрения в биологии верна, а все другие ошибаются, я должен заявить следующее:

Дело в том, что точка зрения в биологии, которую я защищаю, разделяется огромным количеством учёных как у нас, так и за границей. Достаточно указать, что сотни научных работников обратились в прошлом году в ЦК КПСС с просьбой об изменении положения в биологии.

Монопольное положение неовиталистического направления в биологии, которое без оснований называет себя «мичуринским»,

наносит нашей стране огромный ущерб. Достижения мировой (зарубежной) науки в области селекции сель.-хоз. растений и животных, а также бактерий, в области промышленности антибиотиков, изучения таких заболеваний, как рак, лучевая болезнь и др., полученные на базе современной теоретической генетики, имеют огромное значение. Очень большие перспективы открывают новейшие работы в области биохимической генетики. Многие из наших научных работников – биологи, химики, физики, математики – считают необходимым развитие этих работ у нас. Все эти учёные вполне разделяют те научные взгляды, которые я отстаиваю.

Я считаю, что было бы очень желательно создание в МГУ семинара по вопросам математической биологии, в котором встретились бы математики, химики, физики и биологи разных направлений для совместного свободного обсуждения научных вопросов, возникающих на стыке их специальностей.

Наконец, по поводу моей некомпетентности в вопросах биологии.

По специальности я математик, однако, на протяжении моей жизни мне пришлось довольно много заниматься вопросами теоретической биологии.

В 1929–30 годах я работал лаборантом у акад. П.П. Лазарева и принимал участие в работах в области биофизики.

В 1939–41 годах я участвовал в работе группы по математической биологии, которой руководили акад. А.Н. Колмогоров и Н.П. Дубинин. Мне пришлось тогда принимать участие в обработке экспериментов по проверке законов Менделя. Эти обработки показали, что эксперименты подтверждают выводы хромосомной теории наследственности, и что отрицание законов Менделя основано на ошибочной обработке наблюдений. Я анализировал опыты, на основании которых отрицалась внутривидовая борьба, и убедился в неправильности этих выводов.

В последние годы, в связи с работой в области машинной математики и кибернетики, я был вынужден познакомиться со многими работами в области теоретической генетики и убедился в том, что это направление в науке очень плодотворно.

К сожалению, некоторая часть советских учёных неправильно на это реагирует. Вместо того чтобы отделить науку от порочной идеологии и развивать методологические вопросы науки с наших позиций, они склонны нацело отбросить не только враждебную идеологию, но и реальную науку.

*А.А. Ляпунов  
Март 1956 г.*

**ХАРАКТЕРИСТИКА  
заведующего лабораторией теоретической кибернетики  
Института гидродинамики СО АН СССР, члена-корреспондента  
АН СССР, доктора физико-математических наук, профессора  
ЛЯПУНОВА Алексея Андреевича**

Родился в Москве, в 1911 г.,  
русский, член КПСС с 1944 г.

Член-корреспондент АН СССР, доктор физико-математических наук профессор Алексей Андреевич Ляпунов является математиком, известным своими трудами в области классической математики – теории множеств, теории вероятностей и статистики, и в то же время одним из виднейших советских учёных в новых разделах математики и её приложений, прежде всего в математической кибернетике, в вопросах применения электронных вычислительных машин, в математической биологии. Ему принадлежат около 220 статей, из них свыше 100 – оригинальные научные работы. В числе учеников А.А. Ляпунова 7 докторов и около 50 кандидатов. Три ученика в настоящее время являются членами-корреспондентами АН СССР.

Наибольшее число работ А.А. Ляпунова в области чистой математики относится к теории множеств. Ряд работ по аналитическим и Борелевым множествам опубликован ещё в довоенное время. Основные результаты в области теории множеств изложены в его докторской диссертации « $R$ -множества», изданной в виде тома трудов Института им. В.А. Стеклова (Труды, т. 40) и в ряде работ, предшествующих ей и продолжающих её.

Основное содержание этих работ состоит в систематическом и глубоком исследовании т. н. класса  $R$ -множеств и других классов, по преимуществу проективных множеств, порождаемых аналитическими и геометрическими операциями и трансфинитными процессами.

Эти исследования продолжены в работах его учеников.



А.А. Ляпунову принадлежат также существенные работы, относящиеся к теории вероятностей и математической статистике.

А.А. Ляпунов был одним из первых учёных в Советском Союзе, который в связи с появлением электронных вычислительных машин и идей кибернетики сразу оценил их исключительное значение и переключил свои научные интересы на эти новые области.

Его деятельность в этой области существенно способствовала интенсивному развитию и скорому признанию этих важнейших научных направлений, имеющих большое принципиально-теоретическое и прикладное значение, способствовало консолидации и объединению значительных научных сил, по преимуществу молодёжи, как математиков, так и техников, военных специалистов, биологов, лингвистов и др.

В 1958 году Ляпунов создал операторный метод в программировании. Этот метод послужил основой многих дальнейших работ по теории программирования, выполненных его учениками (Подловченко, Кулагина, Янов, Криницкий), и работ по автоматизации программирования.

Операторный метод А.А. Ляпунова широко используется вычислительными центрами Советского Союза. Операторный метод, по существу являющийся прообразом алгоритмических языков программирования, как правило, положен в основу всех методических и учебных пособий по программированию. Можно сказать, что большая часть работ по программированию, выполненных в Советском Союзе, в той или иной степени используют результаты и методы А.А. Ляпунова.

Ряд интересных результатов по машинному переводу и математической лингвистике выполнен А.А. Ляпуновым и его учениками. Фактически А.А. Ляпунов является руководителем наиболее интересных и глубоких работ, выполняемых в этом направлении в Советском Союзе.

А.А. Ляпунову принадлежит ряд глубоких результатов по математической биологии. Здесь особенно следует отметить работы по генетике, математической теории эволюции и, в особенности, разработку кибернетического подхода к описанию процессов жизнедеятельности. Последняя область фактически создана А.А. Ляпуновым. Весьма интересными являются работы А.А. Ляпунова по формализации биологических понятий и внедрению в биологию точных методов исследования.

Особо следует отметить, что А.А. Ляпуновым был выявлен принцип иерархичности строения управляющих систем и процессов управления. В кибернетике этот принцип является одним из



основных и сравним по значимости с центральной идеей кибернетики – идеей обратной связи, причём последняя получает своё раскрытие лишь в рамках этого принципа.

А.А. Ляпунов является редактором одного из популярнейших сборников работ по кибернетике «Проблемы кибернетики».

А.А. Ляпунов является активным членом Национального Совета Комитета по исследованию операций: он председатель секции методологических вопросов исследования операций. А.А. Ляпунов пользуется большой известностью за рубежом. Он награждён Мемориальной медалью Французского Сената.

Наконец, заключая характеристику А.А. Ляпунова, нельзя не отметить его огромную работу по подготовке кадров. Интенсивную работу он вёл в Артиллерийской Академии и в Московском университете, где им впервые были поставлены совершенно новые курсы: программирование, математическая лингвистика, кибернетика. В настоящее время он продолжает эту работу в Новосибирском университете.

А.А. Ляпунов награждён рядом орденов и медалей.

За активное участие в работе научного центра, созданного в Новосибирске, в 1968 году А.А. Ляпунов награждён Орденом Трудового Красного Знамени, а в 1970 г. – Юбилейной медалью, затем в 1971 году, в связи с 60-летием награждён Орденом Ленина.

А.А. Ляпунов ведёт большую общественную работу по пропаганде научных знаний. Он является членом редакционных коллектив журналов: «Математическое просвещение», «Юный математик», «Физико-математический бюллетень» и др.

Всё сказанное говорит, что в лице А.А. Ляпунова мы имеем высококвалифицированного математика, одного из наиболее известных и активно работающих специалистов по новым направлениям чистой и прикладной математики, много сделавшего для их развития.

Директор  
Института гидродинамики СО АН СССР  
академик

/М.А. Лаврентьев/

Секретарь партбюро

/В.А. Тэтянко/

Председатель местного комитета профсоюза  
к.т.н.

/О.В. Соснин/

**ПОЛОЖЕНИЕ  
О СТИПЕНДИИ ИМЕНИ А.А. ЛЯПУНОВА  
В НОВОСИБИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

1. Настоящее положение определяет порядок выплаты стипендий имени А.А. Ляпунова, учреждённых Благотворительным фондом «Образовательная инициатива» при содействии Фонда поддержки механико-математического факультета НГУ.

2. Стипендия имени А.А. Ляпунова учреждена в честь выдающегося учёного, члена-корреспондента АН СССР, математика, основоположника отечественной школы кибернетики и программирования с целью поощрения научно-исследовательской деятельности студентов ММФ НГУ (ранний вход в науку) преимущественно в областях, в которые А.А. Ляпунов внёс фундаментальный вклад.

3. Стипендия А.А. Ляпунова назначается на конкурсной основе студентам механико-математического факультета Новосибирского госуниверситета, выполнившим научные исследования в одной из следующих областей: математический и функциональный анализ, теоретическое программирование, семантический анализ текстов и математическая биология.

4. Претенденты на назначение стипендии А.А. Ляпунова определяются после летней сессии, как правило, начиная с четвёртого курса обучения. Для участия в конкурсе необходимо представление научного руководителя студента по курсовой или дипломной работе или члена Конкурсной комиссии с обоснованием назначения на стипендию и характеристикой учебной и научно-исследовательской деятельности студента.

5. Конкурс на получение стипендии А.А. Ляпунова проводит Конкурсная комиссия, назначаемая совместным решением Благотворительного фонда «Образовательная инициатива» и Фонда поддержки механико-математического факультета НГУ. Состав конкурсной комиссии утверждается деканом ММФ НГУ. Объявление об открытом конкурсе на стипендию А.А. Ляпунова даётся в газете университета или на сайте ММФ НГУ и сайте Фонда поддержки ММФ НГУ не менее чем за месяц до её назначения.

6. По результатам конкурса комиссия принимает решение о назначении стипендии А.А. Ляпунова, которое утверждается Дека-

натом механико-математического факультета НГУ. Назначение стипендии А.А. Ляпунова не лишает студента права на другие стипендии и пособия.

7. Ляпуновские стипендиаты получают соответствующее свидетельство и ежемесячную стипендию в течение одного учебного года с 1 сентября по 30 июня каждого года.

8. На каждый учебный год Благотворительный фонд «Образовательная инициатива» при содействии Фонда поддержки механико-математического факультета НГУ устанавливает две стипендии размером 2500 (две тысячи пятьсот) рублей каждая ежемесячно. Заявления на получение стипендии принимаются до 20 сентября, решение о её назначении принимается в течение месяца. Выплата стипендии начинается с 1 сентября.

9. Ляпуновский стипендиат должен:

- активно заниматься научно-исследовательской работой. Особо поощряются наличие публикаций, выступления с докладами на семинарах, конференциях и проч.;
- предоставлять учредителям премии по их требованию информацию о своей учебной, научной и общественной деятельности.

10. Повторное назначение стипендии А.А. Ляпунова возможно только при выполнении студентом требований п. 9 настоящего Положения.

11. Стипендия может быть отменена раньше установленного срока за поступки, порочащие звание ляпуновского стипендиата. Решение об отмене выплаты стипендии принимается Благотворительным фондом «Образовательная инициатива» и Фондом поддержки механико-математического факультета НГУ совместно.

### **Стипендия имени члена-корреспондента АН СССР А.А. Ляпунова**

#### *Стипендию в 2009–2010 учебном году получили*

1. **Леонова Татьяна Игоревна**, 2 курс магистратуры  
(научные руководители: доц. Э.А. Бибердорф, Ф.А. Колпаков).
2. **Седалищев Владимир Викторович**, 1 курс магистратуры  
(научный руководитель: доц. А.Г. Качуровский).

#### *Стипендию в 2008–2009 учебном году получили*

1. **Колпаков Александр**, гр.4121  
(научные руководители: проф., д.ф.-м.н. А.Д. Медных,  
д.ф.-м.н. А.Ю. Веснин).
2. **Чукаева Анна Вадимовна**, гр. 5121  
(научный руководитель: проф. С.К. Водопьянов).

*Стипендию в 2007–2008 учебном году получили*

1. **Колпаков Александр**, гр.4121

(научные руководители: проф., д.ф.-м.н. А.Д. Медных,  
д.ф.-м.н. А.Ю. Веснин).

2. **Тараскина Анна**, магистрант

(науч. руководители: к.ф.-м.н. Е.С. Черемушкин,  
к.ф.-м.н. Ф.А. Мурзин).

## **ПРАЗДНИК НА УЛИЦЕ ЛЯПУНОВА В НОВОСИБИРСКОМ АКАДЕМГОРОДКЕ**

*Письмо мэру г. Новосибирска  
В.Ф. Городецкому*

### *Глубокоуважаемый Владимир Филиппович,*

Алексей Андреевич Ляпунов – яркий представитель науки 20-го века.

Круг его интересов охватывал множество проблем современной математики и информатики, таких как теория множеств, выпуклый анализ, общие вопросы кибернетики, теоретическое программирование, математическая статистика, теория стрельбы (ею А.А. Ляпунов начал заниматься, находясь в действующей армии, в 1942 г. он, отказавшись от брони, пошёл добровольцем на фронт и служил командиром взвода в артиллерии), математическая лингвистика и машинный перевод, кибернетические вопросы биологии – математическое (информационное) моделирование в биологии, а также философские и методологические проблемы науки, проблемы нетрадиционного образования. Математизация науки – это постоянно действующая установка Алексея Андреевича.

А.А. Ляпунов был наделён даром предчувствовать, что будет нужно науке в будущем, поэтому он уделял львиную долю своего времени и сил созданию и становлению новых научных направлений.

В 1953 г. он организует в МГУ семинар по программированию, а в 1954 г. семинар по исследованию проблем расширения возможных областей применения вычислительных машин. В 1955–1956 гг. под его руководством работает семинар по вопросам, смежным для кибернетики и физиологии. Особенно большую роль в координации работ и формировании новых направлений исследований сыграл междисциплинарный семинар по кибернетике, организованный А.А. Ляпуновым в МГУ в 1954 г. Семинар объединил учёных различных специальностей. Он стал центром зарождения кибернетической мысли в нашей стране. Из числа регулярных

участников семинара и учеников А.А. Ляпунова вышли известные учёные в области теоретической и прикладной кибернетики: А.П. Ершов, Ю.И. Журавлёв, Н.П. Бусленко, О.С. Кулагина, Р.И. Подловченко, М.Л. Цетлин, Ю.И. Янов и многие другие.

Научная деятельность Алексея Андреевича в области кибернетики началась с разработки операторного метода программирования. Его операторный метод был основой первых работ по системному и теоретическому программированию в нашей стране. На операторном методе А.А. Ляпунова основывались входные языки первых советских трансляторов – программирующих программ. Приложение принципов кибернетики к теоретическому описанию явлений жизни было одним из главных направлений научной деятельности А.А. Ляпунова.

Одним из первых оценив общественную значимость новой науки, А.А. Ляпунов уделял большое внимание пропаганде и распространению идей кибернетики. Он основал издание серии сборников «Проблемы кибернетики», создал и редактировал серию книг «Кибернетика в монографиях», организовал публикацию переводов лучших работ зарубежных авторов в серии «Кибернетический сборник».

В 1959 г. по инициативе А.А. Ляпунова при Президиуме АН СССР создаётся Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика». По предложению А.А. Ляпунова председателем Научного совета назначается академик А.И. Берг, а А.А. Ляпунов становится его заместителем.

Начиная с 1961 года Алексей Андреевич работал в Институте математики Сибирского отделения АН СССР, где фактически создал отделение кибернетики. Он основал в Новосибирском университете кафедру теоретической кибернетики, которой руководил до конца своей жизни.

Значительность вклада А.А. Ляпунова в информатику давно признана в нашем отечестве. Первым шагом в международном признании заслуг Алексея Андреевича в этой области явилось присуждение ему в 1996 году (посмертно) медали “Computer Pioneer”. На обратной стороне этой медали надпись: «Компьютерное общество признало Алексея Андреевича Ляпунова основателем советской кибернетики и программирования». Эта награда присуждена одной из самых авторитетных профессиональных организаций в сфере высоких технологий – IEEE Computer Society.

А.А. Ляпунов в течение многих лет занимался работой с детьми в области математического образования. В Московском университете он был одним из организаторов математических олим-

пиад для старшекласников. С 1957 по 1961 год он являлся одним из редакторов ежегодных сборников «Математическое просвещение», оказавших значительное влияние на развитие преподавания математики, особенно в общеобразовательной школе. Он был одним из инициаторов создания в 1962 г. первой в нашей стране Физико-математической школы-интерната при Новосибирском университете, первым заместителем председателя её Учёного совета, определившим основные принципы обучения в школе нового типа, и активным лектором. Он был также одним из организаторов Всесибирских математических олимпиад и летних физматшкол в Академгородке.

В 1964 году А.А. Ляпунов был избран членом-корреспондентом АН СССР по отделению математики. Научные, педагогические и организаторские заслуги А.А. Ляпунова отмечены правительственными наградами. Он был награждён орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени и орденом «Знак Почета». За участие в боях по освобождению Крыма А.А. Ляпунов был награждён орденом Красной Звезды.

Богатое наследие его планов и идей ещё многие годы будет служить развитию науки.

Изложенное выше убедительно свидетельствует о том, что немного найдется в нашей стране людей, сделавших столь много для славы и процветания Отечества, как Алексей Андреевич Ляпунов.

В связи с вышеизложенным, Конференция приняла решение: обратиться к Вам с ходатайством о присвоении имени А.А. Ляпунова, выдающегося учёного и гражданина России, безымянной улице, идущей от второго корпуса НГУ к Физико-математической школе (ныне СУНЦ при НГУ).

Председатель Организационного комитета Конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения А.А. Ляпунова	академик Шокин Ю.И.
Учёный секретарь Конференции	к.ф.-м.н. Барахнин В.Б.

**МЭРИЯ**  
**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

От 26.11.2004.

г. Новосибирск

№ 1333

О наименовании улицы в  
Советском районе

Принимая во внимание ходатайство Новосибирского государственного университета, администрации Советского района, на основании решения городской комиссии по наименованиям от 15.09.2004 № 19, руководствуясь статьей Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», **ПОСТАНОВЛЯЮ:**

1. Присвоить улице в Советском районе наименование Ляпунова в честь выдающегося математика, одного из организаторов и преподавателей Физико-математической школы Ляпунова Алексея Андреевича.

2. Администрации Советского района в течение двух месяцев установить соответствующие аншлаги.

3. Комитету по земельным ресурсам и землеустройству г. Новосибирска включить в единый реестр адресных наименований г. Новосибирска улицу Ляпунова с кодом 093550.

4. Ответственность за исполнение постановления возложить на начальника департамента образования, культуры, спорта и молодёжной политики мэрии Афанасьева В.А.

Мэр



В.Ф. Городецкий



**ПАМЯТНАЯ MEMОРИАЛЬНАЯ ДОСКА  
НА ЗДАНИИ ФМШ**

## Улица имени А.А. Ляпунова



**В** новосибирском Академгородке появилась новая улица — имени выдающегося ученого-математика А.А. Ляпунова.

Алексей Андреевич приехал в строящийся Академгородок из Москвы среди первых ученых и стал одним из организаторов НГУ и ФМШ.

На митинге, посвященном присвоению улице (на ней находятся Лабораторный корпус НГУ и корпуса ФМШ) имени А.А. Ляпунова и открытию памятной мемориальной доски перед собравшимися фэмэшатами, преподавателями и сотрудниками школы выступили чл.-корр. РАН Н. Диканский, ректор НГУ, А. Никитин, директор СУНЦ НГУ, А. Гордиенко, глава районной администрации, Г. Фридман («Сибирская Сотовая связь»), выпускник ФМШ 1964 г., один из учеников А.А. Ляпунова и др. Они рассказали о жизни ученого, его вкладе в науку, организаторской деятельности. Приехавшие из Москвы дочери А.А. Ляпунова Наталья Алексеевна и Елена Алексеевна, доктора биологических наук, поблагодарили сибиряков за память об отце.

Фото Ю. Анциферова



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР**

**им. А.А. Дородницына**

119991, Москва, ГСП-1, ул. Вавилова, 40. Для телеграмм: Москва, 117333, ВЦ РАН  
Тел.: 135-24-89, 135-04-40 ФАКС: 135-61-59

№ \_\_\_\_\_

На № \_\_\_\_\_

Директору ф-м. школы  
им. М.А.Лаврентьева  
А.А.Никитину

Глубокоуважаемый Александр Александрович!

От имени секции прикладной математики и информатики РАН и от себя лично поздравляю коллектив вашей школы и всех участников торжественной встречи с долгожданным событием: увековечиванием памяти замечательного русского ученого Алексея Андреевича Ляпунова.

Он был одним из основателей отечественной кибернетики, воспитал плеяду крупных ученых, труды которых на протяжении многих лет определяли лиц многих направлений прикладной математики, информатики и кибернетики.

Алексей Андреевич был одним из отцов-основателей 1-й в России Новосибирской физико-математической школы. Его работы по теории программирования, машинного перевода, математической биологии вошли в золотой фонд российской и мировой науки.

Руководитель секции «Прикладная Математика и информатика» РАН:

Академик Журавлев Ю.И



DIBNER  
INSTITUTE  
FOR THE HISTORY  
OF SCIENCE AND  
TECHNOLOGY

617-253-8721  
FAX: 617-253-9858

DIBNER BUILDING  
MIT E86-100  
58 MEMORIAL DRIVE  
CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS 02139

Директору ФМШ  
члену-корреспонденту Академии педагогических наук  
профессору Никитину А. А.

Уважаемый Александр Александрович!

С большой радостью я узнал о наименовании улицы в Академгородке в честь Алексея Андреевича Ляпунова. Здесь в США работы Алексея Андреевича, его неутомимая деятельность на ниве кибернетики и преподавания хорошо известны. В 1996 году Американское Компьютерное общество при Институте инженеров в области электроники и электротехники удостоило память Алексея Андреевича медалью «пионера-первопроходца в области вычислительной техники» за его заслуги в основании и развитии кибернетики и программирования в Советском Союзе. «Проблемы кибернетики» под его редакцией можно найти в крупнейших университетских библиотеках США. Российская школа программирования приобрела высочайшую репутацию во всем мире во многом благодаря настойчивым усилиям Алексея Андреевича по воспитанию молодых ученых.

Мне посчастливилось изучить жизнь и деятельность Алексея Андреевича в процессе моей работы в Массачусетском Технологическом институте над докторской диссертацией по истории советской кибернетики. В 2002 году издательство МТИ выпустило мою книгу "From Newspeak to Cyberspeak: A History of Soviet Cybernetics" в которой центральное место отводилось деятельности Алексея Андреевича. Книга была встречена с большим интересом и получила вторую премию Ассоциации американских славистов за выдающуюся монографию в области гуманитарных наук. Она используется в качестве учебника в курсах по истории науки в ряде американских и европейских университетов, знакомя новые поколения студентов с ролью Алексея Андреевича Ляпунова в развитии отечественной науки.

Насколько мне известно, в США, к сожалению, не называют улицы именами ученых. Мне особенно приятно, что память об Алексее Андреевиче будет жить в имени улицы, по которой он столь часто проходил, подчеркивая огромную роль ученых в создании и развитии культурного потенциала нации.

С самыми теплыми пожеланиями всем участникам церемонии по случаю наименования улицы и открытия мемориальной доски А.А. Ляпунову и в особенности всем учащимся ФМШ,

Вячеслав Герович,  
доктор философии в области истории и социальных исследований науки и техники  
научный сотрудник Дибнеровского института истории науки и техники при  
Массачусетском Технологическом институте

12/IV-05.

*Новосибирск, академгородок,  
ул. им. Ляпунова дом 3 фми  
Директору Никитину*

*Уважаемый Александр Александрович!*

Сердечно поздравляем вас, ваших коллег из ФМШ и НГУ со столь радостным и столь долгожданным событием – присвоением улице, где располагается всеми нами любимая ваша школа, дорогого имени А.А. Ляпунова.

Алексей Андреевич был не только одним из основателей физматшколы, но и одним из ярчайших ее символов. Его образ дорог всем нам, не только как образ великого ученого, выдающегося педагога, самоотверженного организатора науки, но в не меньшей степени как образ личности, обладающей высочайшей нравственностью.

Недаром знавшие его люди, говоря о его гражданских добродетелях, нередко употребляют слово «святой». Повторяю: речь идет о его гражданских, а не религиозных качествах.

В этом отношении образ алексея андреевича не менее драгоценен для воспитания будущих исследователей, чем образ Ляпунова-ученого.

Радуюсь вместе с вами, дорогой александр александрович и желаю Вашим питомцам во всем походить на этого дивного человека, имя которого сегодня по достоинству прославляется в настоящих торжествах.

С наилучшими пожеланиями,

настоятель Свято-Алексиевской пустыни,  
руководитель школ, в том числе  
ФМШ им. А.А. Ляпунова Свято-Алексиевской пустыни,  
в прошлом учащийся ФМШ при НГУ,  
Протоиерей Алексей Василенко

*Глубокоуважаемый Александр Александрович!*

Узнав о замечательном событии – присвоении улице в Академгородке имени Алексея Андреевича Ляпунова, хочу всемерно поддержать Вашу инициативу.

Мне посчастливилось близко знать Алексея Андреевича, работать и общаться с ним.

В первые, самые активные годы развития Академгородка, А.А. Ляпунов сыграл яркую роль в становлении интеллектуальных традиций, в создании самой атмосферы, можно сказать, научного быта в Сибирском отделении Академии.

Эти традиции живы до сих пор, передаваясь в сменяющихся поколениях учёных, и сегодня, в тяжёлые для академической науки времена, они в немалой степени поддерживают горение научной мысли.

Совершенно неопределима была роль Алексея Андреевича в воспитании научной молодёжи, а молодёжью был почти весь Академгородок.

Алексей Андреевич был живым воплощением идеального образа истинного учёного, интеллигента, человека глубокой культуры.

Думаю, для многих он служил эталоном, с которым они сравнивали себя в период становления собственной научной и человеческой судьбы.

Испытываю глубокое удовлетворение в связи с этим событием.

Академик *И.И. Гительзон*

*Многоуважаемый Александр Александрович!*

Позвольте приветствовать собравшихся на торжество по случаю увековечивания памяти моего дорогого учителя, отца российской кибернетики, замечательного педагога и воспитателя Алексея Андреевича Ляпунова и выразить уверенность в непреходящей ценности его вклада в духовную жизнь отечества.

*Подловченко Р.И.  
профессор МГУ*

*Глубокоуважаемый Александр Александрович!*

Мы, ученики и последователи Алексея Андреевича Ляпунова, сотрудники Института прикладной математики РАН, где Алексей Андреевич проработал многие годы, очень обрадованы сообщением о мерах по увековечиванию его памяти, о присвоении его имени улице в Академгородке.

А.А. Ляпунов оставил заметный след в русской культуре и заслужил благодарную память научного сообщества не только своими научными трудами, но и активной педагогической и просветительской деятельностью.

Мы благодарны всем организаторам этих мер, долгие усилия которых привели к успешному результату, и радуемся вместе с вами.

*О.Б. Лупанов, Н.А. Карпова, О.С. Кулагина,  
В.М. Храпченко, Ю.И. Янов, В.И. Левенштейн,  
Ю.А. Виноградов, А.А. Мучник*

**ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ТРУДОВ**

**1934**

Об отделимости аналитических множеств // Докл. АН СССР.– 1934.– Т. 2, № 5.– С. 276–280.– На рус. и фр. яз. Библиогр.: 3 назв.

**1935**

Sur la séparabilité multiple des ensembles mesurables  $B$  // С. г. Séanc. Soc. Sci. Lettres Vars.– 1935.– Т. 28, cl. 3.– P. 118–119.

**1936**

[Задача № 10 о положительной монотонно возрастающей функции] / Сост. // Успехи. мат. наук. – 1936.– Вып. 2.– С. 271.

Contribution à l'étude de la séparabilité multiple // Мат. сб.– 1936.– Т. 1 (43), вып. 4.– С. 503–510: tab.– Рез.: рус.

Sur quelques propriétés des cribles réctilignes et des ensembles " $C$ "// С. г. Séanc. Soc. Sci. Lettres Vars.– 1936.– Т. 29, cl. 3.– P. 1–8.

Пер.: *Банах С.* О мере Хаара // Успехи мат. наук.– 1936.– Вып. 2.– С. 161–167.

**1937**

О некоторых равномерных аналитических дополнениях // Изв. АН СССР. Сер. мат.– 1937.– № 2.– С. 285–305. Рез.: фр. Библиогр.: 6 назв.

О подклассах  $B$ -множеств // Изв. АН СССР. Сер. мат.– 1937.– № 3.– С. 419–426.– Рез.: фр.

**1938**

Об униформизации аналитических дополнений // Мат. сб.– 1938.– Т. 3 (45), вып. 1.– С. 219–223.– Рез.: фр.

**1939**

Некоторые случаи униформизации плоских  $A_1$ - и  $A_2$ -множеств // Изв. АН СССР. Сер. мат.– 1939.– № 1.– С. 41–52.– Рез.: фр. Библиогр.: 10 назв.

Об одном свойстве  $\delta s$ -операций // Изв. АН СССР. Сер. мат.– 1939.– № 4.– С. 407–412.– Рез.: фр. Библиогр.: 6 назв.

О кратной отделимости для  $(A)$ -операции // Изв. АН СССР. Сер. мат.– 1939.– № 5–6.– С. 539–552.– Рез.: фр. Библиогр.: 17 назв.

Исправление к статье «Об униформизации аналитических дополнений» // Мат. сб.– 1939.– Т. 5 (47), вып. 2.– С. 441–445.– Рез.: фр.

Пер.: *Ларс Альфорс.* К теории поверхностей наложения // Успехи мат. наук.– 1939.– Вып. 6.– С. 222–250.

**1940**

О вполне аддитивных вектор-функциях: 1 // Изв. АН СССР. Сер. мат.– 1940.– Т. 4, № 6.– С. 465–478.– Рез.: фр.

О современной математике // Сов. студенчество.– 1940.– № 1.– С. 37–39: ил.– Соавт.: Лаврентьев М.А.

**1941**

О расщеплении гибридов // Докл. АН СССР.– 1941.– Т. 31, № 1.– С. 43–46: черт.– Библиогр.: 8 назв.– Соавт.: Керкис Ю.Я.

Segregation in hybrids // С. г. Acad. Sci. URSS.– 1941.– Vol. 31, N 1.– P. 47–50: fig.– Bibliogr.: 8 ref.– Co-aut.: Kerkis J.J.

**1946**

О вполне аддитивных вектор-функциях: 2 // Изв. АН СССР. Сер. мат.– 1946.– Т. 10, № 3.– С. 277–279.– Рез.: фр.

О кратной отделимости для  $\delta s$ -операций // Докл. АН СССР.– 1946.– Т. 53, № 5.– С. 399–402.– Библиогр.: 18 назв.

Séparabilité multiple pour le des opérations  $\delta s$  // С. г. Acad. Sci. URSS.– 1946.– Vol. 53, N 5.– P. 395–398.– Bibliogr.: 18 ref.

О кратной отделимости // Успехи мат. наук.– 1946.– Т. 1, вып. 3–4.– С. 197–198.

**1947**

Об  $R$ -множествах // Докл. АН СССР.– 1947.– Т. 58, № 9.– С. 1887–1890.– Библиогр.: 6 назв.

О регулярно разложимых проективных множествах // Мат. сб.– 1947.– Т. 20 (62), вып. 1.– С. 179–196.– Рез.: фр. Библиогр.: 13 назв.

Об одном семействе проективных множеств // Успехи мат. наук.– 1947.– Т. 2, вып. 1.– С. 224–225.– Библиогр.: 4 назв.

Теория  $R$ -множеств // Успехи мат. наук.– 1947.– Т. 2, вып. 3.– С. 191.

**1948**

Дескриптивная теория множеств // Математика в СССР за 30 лет, 1917–1947.– М.; Л., 1948.– С. 243–255.– Соавт.: Новиков П.С.

Метрическая теория функций действительного переменного // Там же.– С. 256–287.– Соавт.: Бари Н.К., Меньшов Д.Е., Толстов Г.П.

Новое определение некоторых классов множеств // Докл. АН СССР.– 1948.– Т. 59, № 5.– С. 847–848.– Библиогр.: 4 назв.

Об измеримости некоторых множеств // Успехи мат. наук.– 1948.– Т. 3, вып. 1.– С. 205.

Об эффективной измеримости // Успехи мат. наук.– 1948.– Т. 3, вып. 2.– С. 224.

**1949**

Об операциях, приводящих к измеримым множествам: Автореф. дис. на соиск. учён. степ. д-ра физ.-мат. наук.– М.: Ин-т математики им. В.А. Стеклова АН СССР, 1949.– 6 с.



О непрерывных отображениях  $A$ -множеств // Изв. АН СССР. Сер. мат.– 1949.– Т. 13, № 1.– С. 61–64.

Об эффективной измеримости // Изв. АН СССР. Сер. мат.– 1949.– Т. 13, № 4.– С. 357–362.– Библиогр.: 5 назв.

О теоретико-множественных операциях, сохраняющих измеримость // Докл. АН СССР.– 1949.– Т. 65, № 5.– С. 609–612.– Библиогр.: 7 назв.

О  $\delta s$ -операциях, сохраняющих измеримость и свойство Бэра // Мат. сб.– 1949.– Т. 24 (66), вып. 1.– С. 119–127.– Библиогр.: 13 назв.

Об операциях, приводящих к измеримым множествам // Успехи мат. наук.– 1949.– Т. 4, вып.3.– С. 125.

### 1950

К вопросу о повторяемости землетрясений // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз.– 1950.– Т. 14, № 6.– С. 547–552: рис., табл.– Библиогр.: 8 назв.– Соавт.: Фандюшина С.М.

Введение [к циклу статей по дескриптивной теории множеств] // Успехи мат. наук.– 1950.– Т. 5, вып. 5.– С. 11–13.

Теория  $A$ -множеств // Там же.– С. 45–108.– Библиогр.: 29 назв.– Соавт.: Арсенин В.Я.

$B$ -функция // Там же.– С. 109–119.

Об эквивалентности семейств множеств // Успехи мат. наук.– 1950.– Т. 5, вып. 6.– С. 143–144.– Библиогр.: 3 назв.

Определение главных показателей преломления двуосного кристалла в произвольно-ориентированной призме // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва.– 1950.– Ч. 79, вып. 2.– С. 103–112, 2 л. номогр.: рис.– Библиогр.: 3 назв.– Соавт.: Островский И.А., Пентковский М.В.

Об основных понятиях теории вероятностей в применении к теории стрельбы // Арт. журн.– 1950.– № 6. – С. 25–27.

Н.Н. Лузин: [Некролог] // Известия.– 1950.– 3 марта.– [Без подписи].

### 1951

О выборе из конечного числа законов распределения // Успехи мат. наук.– 1951.– Т. 6, вып. 1.– С. 178–186.

О стрельбе на постоянных установках // Тр. Арт. акад. им. Ф.Э. Дзержинского.– 1951.– [Т.] 15.– С. 84–92.

Рец.: *Sierpinski M.W.* Les ensembles projectifs et analytiques. [Проективные и аналитические множества]. “Memorial des sciences mathématiques”. Fasc. 112. Paris, 1950 // Новые кн. за рубежом.– 1951.– № 2.– С. 46–47.

### 1952

Петр Сергеевич Новиков: (К 50-летию со дня рождения) // Успехи мат. наук.– 1952.– Т. 7, вып. 2.– С. 193–196, 1 л. портр.

О лжематематических «размышлениях» господина Ричардсона: [по поводу ст. Л.Р. Ричардсона «Может ли гонка вооружений кончиться без войны», опубли. в англ. журн. “Nature”] // Природа.– 1952.– № 5.– С. 127–128.– Соавт.: Мигиренко Г.С.

О точности топографических работ // Тр. Арт. акад. им. Ф.Э. Дзержинского.– 1952.– [Т.]16.– С. 65–84.

Турнир юных математиков // Пионер. правда.– 1952.– 15 янв., 18 янв., 25 янв., 15 февр., 29 февр., 7 марта, 11 марта, 21 марта, 25 апр., 4 мая, 6 мая, 13 мая, 16 мая.– Соавт.: Соболев С.Л., Новопокровский Н.Н.

### 1953

$R$ -множества.– М.: Изд-во АН СССР, 1953.– 68 с.– (Тр. Мат. ин-та им. В.А. Стеклова АН СССР; [Т.] 40).– Библиогр.: 33 назв.

О признаках вырождения для  $R$ -множеств // Изв. АН СССР. Сер. мат.– 1953.– Т. 17, № 6.– С. 563–578.– Библиогр.: 10 назв.

О классификации  $R$ -множеств // Мат. сб.– 1953.– Т. 32 (74), вып. 2.– С. 255–262.– Библиогр.: 7 назв.

Отделимость и неотделимость  $R$ -множеств // Мат. сб.– 1953.– Т. 32 (74), вып. 3.– С. 515–532.– Библиогр.: 13 назв.

### 1954

Рец.: Первый том сочинений Н.Н. Лузина: [Лузин Н.Н. Собрание сочинений. Т. 1. М., 1953. 399 с.] // Вестн. АН СССР.– 1954. № 1.– С. 126–127.

### 1955

Arbeiten zur deskriptiven Mengenlehre.– Berlin: Dt. Verl. der Wiss., 1955.– 108 S.– Co-aut.: Stschegolkow E.A., Arsenin W.J.

Авт. след. разд.: Einleitung. S. 1–3; Die Theorie der A-Mengen. S. 35–93. Co-aut.: Arsenin W.J.; B-Funktion. S. 94–104.

Дескриптивная теория множеств // Математика в СССР за 30 лет, 1917–1947.– Пекин, 1955.– С. 70–98.– На кит. яз.– Соавт.: Новиков П.С.

Об одном критерии для проверки интерпретации гравитационных наблюдений // Докл. АН СССР.– 1955.– Т. 102, № 2.– С. 265–266: рис.– Библиогр.: 4 назв.

Людмила Всеволодовна Келдыш: (К пятидесятилетию со дня рождения) // Успехи мат. наук.– 1955.– Т. 10, вып. 2.– С. 217–223, 1 л. портр.– Библиогр. «Список печатных работ Л.В. Келдыш»: 24 назв.– Соавт.: Александров П.С.

Основные черты кибернетики // Вопр. философии.– 1955.– № 4.– С. 136–148.– Соавт.: Соболев С.Л., Китов А.И.

Использование вычислительных машин для перевода с одного языка на другой // Природа.– 1955.– № 8.– С. 83–85: табл.– Соавт.: Кулагина О.С.

Об одном способе прямой засечки точек // Изв. Арт. акад. им. Ф.Э. Дзержинского.– 1955.– Т. 91.– С. 151–155.

Графическое решение задач обратной засечки точек // Там же.– 155–159.

### 1956

Автоматизация перевода с одного языка на другой.– М.: Изд-во АН СССР, 1956.– 35 с.– Библиогр.: 5 назв.– Соавт.: Панов Д.Ю., Мухин И.С.

То же // Труды сессии по научным проблемам автоматизации производства.– М., 1956.– С. 181–214.– Соавт.: Панов Д.Ю., Мухин И.С.

Математические вопросы теории счётных машин // Труды сессии АН СССР по автоматизации.– М., 1956.– С. 100–131.– Соавт.: Келдыш М.В., Шура-Бура М.Р.

Выступление о кибернетике // Там же.– С. 148.

Об интерференции сейсмических колебаний // Сборник, посвящённый памяти академика П.П. Лазарева.– М., 1956.– С. 363–372.

О логических схемах программ // Конференция «Пути развития советского математического машиностроения и приборостроения». Секция универс. цифровых машин, Москва, 12–17 марта 1956 г.– М., 1956.– Ч. 3.– С. 5–8.– Соавт.: Янов Ю.И.

О кибернетике // Труды III Всесоюзного математического съезда, Москва, июнь–июль 1956.– М., 1956.– Т. 2: Крат. содержание обзор. и секц. докл.– С. 76–77.– Соавт.: Китов А.И., Яблонский С.В., Полетаев И.А.

Об операциях над множествами, допускающих трансфинитные индексы // Там же.– С. 124–125.– Библиогр.: 6 назв.

О логических схемах программ // Труды III Всесоюзного математического съезда, Москва, июнь–июль 1956.– М., 1956.– Т. 1: Секц. докл.– С. 193.

То же // Труды конференции по программированию: Тез. докл.– М., 1956.– С. 52.– Соавт.: Янов Ю.И.

Математические вопросы теории счётных машин // Вестн. АН СССР.– 1956.– № 11.– С. 16–37: табл.– Соавт.: Келдыш М.В., Шура-Бура М.Р.

Об операциях над множествами, допускающих трансфинитные индексы: [Докл. на заседании Моск. мат. о-ва, 27 сент. 1955 г.] // Успехи мат. наук.– 1956.– Т. 11, вып. 1.– С. 243–244.– Библиогр.: 6 назв.

О кибернетике // Успехи мат. наук.– 1956.– Т. 11, вып. 2.– С. 237.

О расширении теоретико-множественных операций // Успехи мат. наук.– 1956.– Т. 11, вып. 5.– С. 237–238.

Основные проблемы машинного перевода (вводная статья) // Вопр. языкознания.– 1956.– № 5.– С. 107–111.– Соавт.: Кузнецов П.С., Реформатский А.А.

Trăsăturile fundamentale ale ciberneticii // Anal. rom.-sov. Ser. Matematică – fizică.– 1956.– An. 10, N 3.– P. 80–97: fig.– Co-aut.: Sobolev S.L., Kitov A.I.

Ред.: Автоматы: Сб. ст.: Пер. с англ.– М.: Изд-во иностр. лит., 1956.– 403 с.

От редактора перевода // Там же.– С. 5–6.

## 1957

Кибернетика и естествознание.– М.: Изд-во АН СССР, 1957.– 26 с.– (Материалы к Всесоюз. совещ. по филос. вопр. естествознания).– Соавт.: Соболев С.Л.

Об операциях над множествами, допускающих трансфинитные индексы // Тр. Моск. мат. о-ва.– 1957.– Т. 6.– С. 195–230.– Библиогр.: 16 назв.

Начальные сведения о решении задач на электронных вычислительных машинах // Мат. просвещение.– 1957.– Вып. 1.– С. 57–74: рис., табл.– Соавт.: Шестопап Г.А.

Об алгоритмическом описании процессов управления // Мат. просвещение.– 1957.– Вып. 2.– С. 81–95: рис.– Соавт.: Шестопап Г.А.

Действительные числа: (Преподавание в высш. шк. с большой программой математики) // Там же.– С. 149–156: рис.

Крупный вклад в математику: [К присуждению Ленинской премии П.С. Новикову за работу «Об алгоритмической неразрешимости проблемы тождества слов в теории групп»] // Природа.– 1957.– № 8.– С. 54–56: портр.– Соавт.: Яблонский С.В.

В зародышевой клетке содержится наследственная информация, закодированная при помощи каких-то микроструктур: [Беседа] // Техника – молодежи.– 1957.– № 6.– С. 8.

Необходима выработка общего языка между математиками, физиками, химиками и биологами: [Беседа] // Там же.– С. 11.– Соавт.: Тимофеев-Ресовский Н.В.

Наука ли кибернетика?: [По поводу материалов, посвящ. кибернетике, опубли. в журн. «Знание – сила», 1956, № 7] // Знание – сила.– 1957.– № 3.– С. 48.

Ред.: Математическое просвещение. Математика, её преподавание, приложения и история / Под ред. А.А. Ляпунова, Я.С. Дубнова и А.И. Маркушевича.– М.: Физматгиз, 1957.– Вып. 1–2.

Вып. 1. 288 с. От редакции. С. 3–5; Вып. 2. 320 с.

### 1958

О работах по машинному переводу МИАН СССР // Тезисы конференции по машинному переводу.– М., 1958.– С. 18–20.– Соавт.: Кулагина О.С.

О некоторых общих вопросах кибернетики // Пробл. кибернетики.– 1958.– Вып. 1.– С. 5–2.

О логических схемах программ // Там же.– С. 46–74: табл.

О математических проблемах кибернетики // Изв. вузов. Математика.– 1958.– № 5.– С. 166–174.– Библиогр.: 41 назв.

Об алгоритмах для переработки информации // Изв. вузов. Радиофизика.– 1958.– С. 106–109.– Библиогр.: 7 назв.

Кибернетика и естествознание // Вопр. философии.– 1958.– № 5.– С. 127–138.– Соавт.: Соболев С.Л.

Кибернетика и её будущее // Моск. пропагандист.– 1958.– № 1.– С. 69–73.

Начални сведения за решаването на задачи с електронни сметачни машини // Физ.-мат. списание.– 1958.– Т. 1, кн. 3–4.– С. 136–153.– Соавт.: Шестопап Г.А.

Предисловие // Блекуэлл Д., Гиршик М.А. Теория игр и статистических решений: Пер. с англ.– М., 1958.– С. 5–8.

Ред.: Математическое просвещение. Математика, её преподавание, приложения и история / Под ред. А.А. Ляпунова, Я.С. Дубнова и А.И. Маркушевича.– М.: Физматгиз, 1958.– Вып. 3.– 320 с.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.]– М.: Физматгиз, 1958.– Вып. 1.– 268 с.

От редакции // Там же.– С. 4.

### 1959

Вопросы советской науки. Общие вопросы кибернетики.– М.: Изд-во АН СССР, 1959.– 28 с.– Литогр. изд.– Совм. с др.

Кибернетика и естествознание // Философские проблемы современного естествознания: Тр. Всесоюз. совещ. по филос. вопр. естествознания.– М., 1959.– С. 237–267.– Соавт.: Соболев С.Л.

Дескриптивная теория множеств // Математика в СССР за 40 лет, 1917–1957.– М., 1959.– Т. 1: Обзор. ст.– С. 27–34.– Соавт.: Козлова З.И.

Математические исследования, связанные с эксплуатацией электронных вычислительных машин // Там же.– С. 857–877.

Кибернетика и её практическое применение // Для вас, товарищи ... Ст. и очерки из сер.: «Расширяйте свой кругозор».– М., 1959.– С. 26–32.– (Б-чка «Красной звезды»; № 22 (34)).– Соавт.: Фиников Б.И.

Некоторые вопросы математической лингвистики, возникающие на почве машинного перевода // Труды конференции по математической лингвистике: Тез. докл.– Л., 1959.– С. 3.– Совм. с др.

О роли математики в среднем образовании // Мат. просвещение.– 1959.– Вып. 4.– С. 152–154.

Основные задачи и методы кибернетики // Мор. сб.– 1959.– № 12.– С. 32–43.– Соавт.: Прохоров А.И., Фиников Б.И.

Despre unele probleme generale ale ciberneticii // Anal. rom.-sov. Ser. Matematică-fizică.– 1959.– An. 13, N 3.– P. 10–28.

Despre descrierea algoritmică a proceselor de comandă // Ibid.– P. 29–42: fig.– Co-aut.: Şestopal G.A.

Кибернетика и её практическое применение // Красная звезда.– 1959.– 25 июля.– Соавт.: Фиников Б.И.

Ред.: Математическое просвещение. Математика, её преподавание, приложения и история / Под ред. А.А. Ляпунова и др.– М.: Физматгиз, 1959.– Вып. 4.– 320 с.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.]– М.: Физматгиз, 1959.– Вып. 2.– 323 с.

От редакции // Там же.– С. 5.

### 1960

Современные проблемы кибернетики // Кибернетика и автоматизация транспортных процессов: Сб. ст.– М., 1960.– С. 69–79.– Библиогр.: 34 назв.

О фундаменте и стиле современной математики: (По поводу ст. Н. Бурбаки [«Архитектура математики»]) // Мат. просвещение.– 1960.– Вып. 5.– С. 113–115.

Теоретические и практические проблемы кибернетики // Мор. сб.– 1960.– № 2.– С. 33–56.– Соавт.: Берг А.И., Яблонский С.В.

Радиоэлектронику – на службу управлению народным хозяйством // Коммунист.– 1960.– № 9.– С. 21–28.– Соавт.: Берг А., Китов А.

Ред.: Кибернетический сборник. 1: Сб. пер. / Под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова.– М.: Изд-во иностр. лит., 1960.– 290 с.

Предисловие // Там же.– С. 5–8.

Ред.: Математическое просвещение. Математика, её преподавание, приложения и история / Под ред. А.А. Ляпунова и др.– М.: Физматгиз, 1960.– Вып. 5.– 304 с.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.]– М.: Физматгиз, 1960.– Вып. 3–4.

Вып. 3. 282 с. От редакции. С. 4; Вып. 4. 257 с. От редакции. С. 4.

### 1961

Теоретические проблемы кибернетики: Крат. содержание докл. на Объед. теорет. конф. филос. (методол.) семинаров.– М.: [Науч. совет по филос. вопр. естествознания и парт. комитет Президиума АН СССР], 1961.– 31 с., 2 л. табл.– Ротапр.– Соавт.: Яблонский С.В.

Требования, предъявляемые преподаванию математики во втузе в связи с развитием кибернетики и машинной математики // Проблемы преподавания высшей математики в высших технических учебных заведениях: (По материалам совещ. зав. кафедрами высш. математики втузов, май 1959 г.)– М., 1961.– С. 46–59.

Теоретические основы машинного перевода на русский язык // Исследования по славянскому языкознанию.– М., 1961.– С. 374–382.– Соавт.: Кулагина О.С., Мельчук И.А., Молошная Т.Н.

О строении управляющих систем живой природы // Взаимодействие наук при изучении явлений жизни.– М., 1961.– С. 18–24.

О возможностях автоматизации управления народным хозяйством: [Докл., прочит. на секции кибернетики Всесоюз. совещ. по вычисл. математике и вычисл. технике в нояб. 1959 г.] // Пробл. кибернетики.– 1961.– Вып. 6.– С. 83–100.– Соавт.: Берг А.И., Китов А.И.

Электронные счётные машины и нервная система: [Докл. на семинаре Ин-та биофизики] // Вопр. философии.– 1961.– № 1.– С. 152–154.

Кибернетика в технике и экономике // Вопр. философии.– 1961.– № 9.– С. 79–88.– Соавт.: Китов А.И.

Некоторые вопросы математической лингвистики, возникающие в связи с машинным переводом: [Докл. на Совещ. по мат. лингвистике в Ленинграде в 1959 г.] // Маш. пер. и прикл. лингвистика.– 1961.– Вып. 6.– С. 19–37.– Соавт.: Багриновская Г.П., Кулагина О.С., Молошная Т.Н.

Кибернетика и живой организм // Моск. правда.– 1961.– 13 окт.

Предисловие к русскому изданию // *Льюс Р.Д., Райфа Х.* Игры и решения: Введение и крит. обзор: Пер. с англ.– М., 1961.– С. 5–9.

Ред.: Кибернетический сборник. 2: Сб. пер. // Под ред. А.А. Ляпунова и др.– М.: Изд-во иностр. лит., 1961.– 267 с.

Ред.: Кибернетический сборник. 3: Сб. пер. // Под ред. А.А. Ляпунова и др.– М.: Изд-во иностр. лит., 1961.– 232 с.

Ред.: Математическое просвещение. Математика, её преподавание, приложения и история // Под ред. А.А. Ляпунова и др.– М.: Физматгиз. 1961.– Вып. 6.– 374 с.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.]– М.: Физматгиз. 1961.– Вып. 5–6.

Вып. 5. 294 с. От редакции. С. 5; Вып. 6. С. 304. От редакции. С. 4.

## 1962

Курс лекций по математическому анализу.– Новосибирск: Изд-во НГУ, 1962.– Ч. 1.– 45 с.– Ротапр.

Об управляющих системах живой природы и общем понимании жизненных процессов.– М.: Изд-во АН СССР, 1962.– 35 с.– Ротапр.

О некоторых вопросах обучения автоматов: (Тезисы) // Принципы построения самообучающихся систем.– Киев, 1962.– С. 115–118.

Математические проблемы современной кибернетики // Изв. СО АН СССР.– 1962.– № 5.– С. 3–13.– Соавт.: Соболев С.Л.

К алгебраической трактовке программирования // Пробл. кибернетики.– 1962.– Вып. 8.– С. 235–241.– Библиогр.: 28 назв.

Логический анализ строения наследственной информации // Там же.– С. 293–308.– Соавт.: Маленков А.Г.

Научное содержание кибернетики // Мор. сб.– 1962.– № 3.– С. 23–31.– Соавт.: Китов А.И.

Задачи профессора А.А. Ляпунова: 1. Климат Земли становится мягче? 2. Загадка топаза // Техника – молодежи.– 1962.– № 8.– С. 32.– (Подумайте, докажите).

Не забывайте, что существует цепная реакция передачи знаний // Техника – молодежи.– 1962.– № 11.– С. 15.

Über einige allgemeine Fragen der Kybernetik // Probl. Kybernetik.– 1962.– Bd 1.– S. 1–22: Tab.

Über logische Programm-Schemata // Ibid.– S. 53–86: Il., Tab.

За цепную реакцию в науке // За науку в Сибири.– 1962.– 17 апр.– С. 3–4.

Почему возросла роль математики? // Сов. Сибирь.– 1962.– 15 июня.

Школа – наука – труд // За науку в Сибири.– 1962.– 18 июля. С. 2–3.– [Без подписи].

[Выступление на открытии летней физматшколы] // Там же.– С. 4.– (Кадры будущей науки).

Мы на вас надеемся: [Пожелания участникам летней физ.-мат. шк.) // За науку в Сибири.– 1962.– 1 авг.– С. 2.– (Упорный труд).

Будущие юнги большой науки // Веч. Новосибирск.– 1962.– 24 сент.– Фот.

[Выступление в прениях на общем партийном собрании СО АН СССР: Крат. излож.] // За науку в Сибири.– 1962.– 26 сент.– С. 3.– Фот.

Помощник и друг – кибернетика // Веч. Новосибирск.– 1962.– 19 окт.– Портр.

Учебное заведение нового типа: [Физ.-мат. училище] // За науку в Сибири.– 1962.– 24 окт.– С. 2.– Портр.

Из задачи III тура Всесибирской физико-математической олимпиады школьников по физике и математике // Там же.– [Подпись: Оргкомитет олимпиады].

Полезный разговор: [О симпоз. молодых ученых в Ин-те математики СО АН СССР] // Веч. Новосибирск.– 1962.– 19 нояб.

Будущие физики, математики, химики: [К открытию Физ.-мат. училища при СО АН СССР] // Сов. Сибирь.– 1962.– 31 окт.

Ред.: Кибернетический сборник. 4: Сб. пер. / Отв. ред. А.А. Ляпунов, О.Б. Лупанов и Н.Н. Рикко.– М.: Изд-во иностр. лит., 1962.– 256 с.

Ред.: Кибернетический сборник. 5: Сб. пер. / Отв. ред. А.А. Ляпунов, О.Б. Лупанов и Н.Н. Рикко.– М.: Изд-во иностр. лит., 1962.– 316 с.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.] / Отв. ред.– М.: Физматгиз, 1962.– Вып. 7–8.

Вып. 7. 235 с.; Вып. 8. 354 с.

Ред.: Probleme der Kybernetik / Wiss. Red. der rus. Ausgabe A.A. Ljapunow.– Berlin: Akad.– Verl., 1962.– Bd 1.– 326 S.

### 1963

Курс лекций по математическому анализу. Ч. 3: Интегральное исчисление.– Новосибирск: Изд-во НГУ, 1963.– 34 с.– Ротапр.

Теорема Бэра: Лекция.– Новосибирск: Изд-во НГУ, [1963].– 9 с.– Ротапр.

Об операциях над множествами // V Всесоюзный коллоквиум по общей алгебре: Рез. сообщ. и докл.– Новосибирск, 1963.– С. 37.

Теоретические проблемы кибернетики // Пробл. кибернетики.– 1963.– Вып. 9.– С. 5–22, 1 л. табл.– Соавт.: Яблонский С.В.

Об управляющих системах живой природы и общем понимании жизненных процессов // Пробл. кибернетики.– 1963.– Вып. 10.– С. 179–193.

Об операциях над множествами // Алгебра и логика.– 1963.– Т. 2, вып. 2.– С. 47–56.– Библиогр.: 9 назв.

Факел таланта: Развитие математики и подготовка кадров // Известия.– 1963.– 24 марта.– Воскр. вып.– (Полемика).– Совм. с др.

Математика дружит с лингвистикой // Веч. Новосибирск.– 1963.– 18 июня.– Соавт.: Гладкий А.

Ред.: Кибернетический сборник. 7: Сб. пер. / Под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова.– М.: Изд-во иностр. лит., 1963.– 259 с.

Ред.: Конспект курса математики. Вып. 1: Учение о функциях.– Новосибирск: СО АН СССР, 1963.– 53 с.– Ротапр.



Ред.: Конспект курса математики. Вып. 2: Дискретная математика и алгебра многочленов.– Новосибирск: СО АН СССР, 1963.– 67 с.– Ротапр.

Ред.: Конспект курса математики. Вып. 3: Геометрия на плоскости.– Новосибирск: СО АН СССР, 1963.– 64 с.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.] / Отв. ред.– М.: Физматгиз, 1963.– Вып. 9–10.

Вып. 9. 359 с.; Вып. 10. 286 с.

Ред.: Учебное пособие по математике (для учащихся физ.-мат. шк.).– Новосибирск: СО АН СССР, 1963.– 70 с.– Ротапр.

### 1964

Кибернетика и естествознание // Диалектика в науках о неживой природе. (Физико-математические науки).– М., 1964.– С. 86–103.– Соавт.: Соболев С.Л.

Об управляющих системах живой природы // О сущности жизни.– М., 1964.– С. 66–80.

О теоретических проблемах кибернетики // Кибернетика, мышление, жизнь.– М., 1964.– С. 62–75.– Соавт.: Яблонский С.В.

О строении управляющих систем живой природы // Там же.– С. 177–181.

Обзор проблематики кибернетики // Труды IV Всесоюзного математического съезда, Ленинград, 3–12 июля 1961.– Л., 1964.– Т. 2: Секц. докл.– С. 90–91.

О теоретических вопросах программирования // Там же.– С. 92. Приветственное слово [участникам симпозиума по патологии] // Механизмы склеротических процессов и рубцевания: Материалы симпоз. Новосибирск, 24–28 февр. 1964 г.– Новосибирск, 1964.– С. 11–12.

[Выступление в прениях на симпозиуме по патологии] // Там же.– С. 75–78.

О биогеоэкологическом уровне управления в рамках биосферы // Пробл. кибернетики.– 1964.– Вып. 11.– С. 147–151.– Соавт.: Стебаев И.В.

О вполне аддитивных вектор-функциях: 3. (Об одной задаче Ю.Ч. Неймана) // Пробл. кибернетики.– 1964.– Вып. 12.– С. 165–168.– Библиогр.: 6 назв.

То же: 4. // Там же.– С. 169–179.– Библиогр.: 16 назв.

[Задачи олимпиады] // За науку в Сибири.– 1964.– 9 марта.– С. 3.– [Без подписи].

Некоторые черты строения современной научной теории: [Выступление на 2 симпозиуме молодых ученых] // За науку в Сибири.– 1964.– 23 марта.– С. 2.

За единство предмета и метода // За науку в Сибири.– 1964.– 14 дек.– С. 2.

Ред.: Кибернетический сборник. 8: Сб. пер. / Под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова.– М.: Мир, 1964.– 235 с.

Ред.: Кибернетический сборник. 9: Сб. пер. / Под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова.– М.: Мир, 1964.– 270 с.

Ред.: Мельчук И.А. Автоматический синтаксический анализ. Т. 1: Общие принципы. Внутрисегментный синтаксический анализ / Под общ. ред. А.А. Ляпунова и О.С. Кулагиной.– Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1964.– 359 с.– (Сер. Кибернетика в монографиях; Вып. 1).

Предисловие // Там же.– С. 5–6.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.] / Отв. ред.– М.: Наука, 1964.– Вып. 11–12.

Вып. 11. 279 с.; Вып. 12. 259 с.

### 1965

О вполне аддитивных вектор-функциях: 3. (Об одной задаче Ю.Ч. Неймана) // Пробл. кибернетики.– 1965.– Вып. 12.– С. 165–168.– Библиогр.: 6 назв.

То же: 4. // Там же.– С. 169–179.– Библиогр.: 16 назв.

Школа нового типа: [Двухгодич. физ.-мат. и хим. шк.-интернат при НГУ] // Наука и просвещение.– 1965.– Вып. 1.– С. 2–7.– Ротапр.– Соавт.: Ширков Д.В., Соколовский Ю.И.

Наболевшие вопросы математического образования // Там же.– С. 65–98.

Zur algebraischen Behandlung der Programmierung // Probl. Kybernetik.– 1965.– Bd 8.– S. 233–242.– Bibliogr.: 28 ref.

Logische Analyse der Struktur der Erbinformationen // Ibid.– S. 313–333.– Co-aut.: Malenkov A.G.

[О физматшколе при НГУ: Беседа] // Камчат. комсомолец.– 1965.– 13 янв.– (Слово – учёным!).

Первенцы физматшколы в вузах: [Беседа] // За науку в Сибири.– 1965.– 6 дек.– С. 2.

Дискретный анализ: [О работе Ю.И. Журавлёва, выдвинутой на соискание Ленинской премии 1966 года] // За науку в Сибири.– 1965.– 20 дек.– С. 3.

Ред.: Вопросы теоретической кибернетики: [Респ. межвед. сб.] / Чл. редкол. сер.– Киев: Наук. думка. 1965.– 211 с.– (АН УССР. Кибернетика и вычисл. техника).

Ред.: Кибернетика / Чл. редкол.– Киев: Наук. думка, 1965.– Т. 1.– 102 с.

Ред.: Кибернетическая техника: [Респ. межвед. сб.] / Чл. редкол. сер.– Киев: Наук. думка, 1965.– 166 с.– (АН УССР. Кибернетика и вычисл. техника).

Ред.: Кибернетический сборник. Нов. сер. Вып. 1: [Сб. пер.] / Под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова.– М.: Мир, 1965.– 314 с.

Ред.: Наука и просвещение: Науч.-пед. сб. Науч. совета по пробл. образования СО АН СССР / Чл. редкол.– Новосибирск: СО АН СССР, 1965.– Вып. 1–2. Вып. 1. 98 с.; Вып. 2. 172 с.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.], Отв. ред.– М.: Наука, 1965.– Вып. 12–15. Вып. 12. 259 с.; Вып. 13. 251 с.; Вып. 14. 307 с.; Вып. 15. 292 с.

Ред.: Сложные системы управления: [Респ. межвед. сб.], Чл. редкол. сер.– Киев: Наук. думка, 1965.– 175 с.– (АН УССР. Кибернетика и вычисл. техника).

Ред.: Читающие автоматы и распознавание образов: [Респ. межвед. сб.] / Чл. редкол. сер.– Киев: Наук. думка. 1965.– 288 с.– (АН УССР. Кибернетика и вычисл. техника).

Ред.: Probleme der Kybernetik / Wiss. Red. der rus. Ausgabe.– Berlin: Akad.– Verl., 1965.– Bd 8.– 396 S.

## 1966

Математическая интерпретация биологических закономерностей // Математическое моделирование жизненных процессов: Материалы к конф.– М., 1966.– С. 5–16.

К вопросу о моделировании эволюционного процесса // Пробл. кибернетики.– 1966.– Вып. 16.– С. 147–169; рис., табл.– Библиогр.: 13 назв.– Соавт.: Кулагина О.С.

Памяти М.Л. Цетлина // Пробл. кибернетики.– 1966.– Вып. 17.– С. 259: портр.– Без подписи.

О некоторых особенностях строения современного теоретического знания // Вопр. философии.– 1966.– № 5.– С. 39–50.– Рез.: англ. с. 184.

Лауреаты Ленинских премий [1966 г.: Ю.И. Журавлёв, О.Б. Лупанов, С.В. Яблонский] // Математика в шк.– 1966.– № 6.– С. 2–5: портр.

Theoretische Probleme der Kybernetik // Probl. Kybernetik.– 1966.– Bd 6.– S. 3–31.

Науке вопреки: [О зональной науч. конф. преподавателей географии и биологии пединститутов Западной Сибири] // Учит. газ.– 1966.– 24 марта.– (Письмо в ред.)– Соавт.: Керкис Ю., Голубовский М.

Ред.: Кибернетический сборник. Нов. сер. Вып. 2: Сб. пер. / Под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова.– М.: Мир, 1966.– 231 с.

Ред.: Кибернетический сборник. Нов. сер. Вып. 3: Сб. пер./ Под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова.– М.: Мир, 1966.– 243 с.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.] / Отв. ред.– М.: Наука, 1966.– Вып. 16–17.

Вып. 16. 248 с., 1 л. портр. От редакции. С. 8; Вып. 17. 268 с.

Ред.: *Ратнер В.А.* Генетические управляющие системы / Общ. ред.– Новосибирск: Наука, 1966.– 181 с.– (Сер. Кибернетика в моногр., Вып. 3).

Ред.: Сложные системы управления: [Респ. межвед. сб.] / Чл. редкол. сер.– Киев: Наук. думка, 1966.– 185 с.– (АН УССР. Кибернетика и вычисл. техника).

## 1967

К вопросу о программировании машинного перевода // Тезисы докладов конференции по машинному переводу.– Ереван, 1967.– С. 87–90.– Соавт.: Багриновская Г.П.

О логико-методологическом исследовании науки // Проблемы исследования структуры науки: (Материалы к симпозию).– Новосибирск, 1967.– С. 4–7.– Ротапр.

О формализации понятия программы // Кибернетика.– 1967.– № 5.– С. 40–57.– Библиогр.: 52 назв.– Соавт.: Ершов А.П.

Un campus en Sibérie // Atomes.– 1967.– N 247.– P. 567–572: il. Confidences d'un visionnaire qui a les pieds sur terre: Le fabuleux avenir de la Sibérie // La vie ouvrière.– 1967.– 25 oct.– N 1208.– P. 44: fot.

Предисловие // Эмме А.М. Биологические часы.– Новосибирск, 1967.– С. 5–6.

Памяти Сукачёва: [Некролог] // За науку в Сибири.–1967.– 14 марта.– С. 2.– Совм. с др.

Академик А.И. Мальцев: [Некролог] // За науку в Сибири.– 1967. 11 июля.– С. 2.– Совм. с др.

Ред.: Анализ электрических цепей и электро-магнитных систем: [Респ. межвед. сб.] / Чл. редкол.– Киев: Наук. думка. 1967.– 148 с.– (АН УССР. Кибернетика и вычисл. техника).

Ред.: *Иорданская Л.Н.* Автоматический синтаксический анализ. Т. 2: Межсегментный синтаксический анализ / Общ. ред. А.А. Ляпунова, О.С. Кулагиной.– Новосибирск: Наука, 1967.– 231 с.– (Сер. Кибернетика в моногр.; Вып. 2).

Ред.: Кибернетический сборник. Нов. сер. Вып. 4: Сб. пер. / Под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова.– М.: Мир, 1967.– 288 с.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.]– М.: Наука, 1967.– Вып. 18–19.

Вып. 18. 316 с.; Вып. 19.– 315 с.

### 1968

О математическом подходе к изучению жизненных явлений // Математическое моделирование жизненных процессов.– М., 1968.– С. 65–107.– Библиогр.: 32 назв.

О роли математики в современной человеческой культуре // Математизация знания: (Материалы к конф.).– М., 1968.– С. 24–54.– Ротапр.

К вопросу о моделировании эволюционного процесса с учётом отбора: 1 // Пробл. кибернетики.– 1968.– Вып. 20.– С. 257–262: табл.– Соавт.: Булгакова Т.И., Кулагина О.С.

Система образования и систематизация наук // Вопр. философии.– 1968.– № 3.– С. 38–50: схем.

Об изучении балансовых соотношений в биогеоценозе (попытка математического анализа) // Журн. общ. биологии.– 1968.– Т. 29, № 6.– С. 629–644.– Библиогр.: 20 назв.

О преподавании физико-математических и естественных наук в физматшколе при НГУ // Наука и просвещение.– 1968.– Вып. 2.– С. 1–18.– На обл. г. изд. 1969. Ротапр.

Второй Всесоюзной конференции по программированному обучению и техническим средствам обучения // Там же.– С. 157–160.– Ротапр.

[Письмо в редакцию журнала по поводу статьи М.Д. Голубовского «Человек: генетика, эволюция», опубл. в № 7 за 1966 г.] // Химия и жизнь.– 1968.– № 1.– С. 5–6.

Юбилей математика: [К 60-летию акад. С.Л. Соболева] // Огонёк.– 1968.– № 42.– С. 4: портр.

[Выступление на годичном общем собрании СО АН СССР] // За науку в Сибири.– 1968.– 20 февр.– С. 3.– Портр.– (Большая встреча сибирских ученых).

Современник и школа: [ФМШ – 5 лет] // За науку в Сибири.– 1968.– 2 апр.– С. 3.

Кибернетика и её кадры // Сов. Сибирь.–1968.– 14 апр.

[О работе кафедры теоретической кибернетики НГУ] // За науку в Сибири.– 1968.– 4 июня.– С. 4.– (Новосибирск-90, НГУ, приёмная комиссия. «Царица наук»).

Конференция: «Математизация знаний» [11–14 июля 1968 г., Новосибирск: Беседа] // За науку в Сибири.– 1968.– 9 июля.– С. 1, 2.– Портр.

О роли математики в современной культуре // За науку в Сибири.– 1968.– 23 июля.– С. 3.

Новые требования к научной теории // За науку в Сибири.– 1968.– 30 июля.– С. 2–3.

Ред.: Вопросы проектирования и использования электронных управляющих машин: [Респ. межвед. сб.] / Чл. редкол. сер.– Киев: Наук. думка, 1968.– 168 с.

Ред.: Кибернетический сборник. Нов. сер. Вып. 5: Сб. пер. / Ред. А.А. Ляпунов и О.Б. Лупанов.– М.: Мир, 1968.– 208 с.

Ред.: Математическое моделирование жизненных процессов / Чл. редкол.– М.: Мысль, 1968.– 284 с.

Ред.: Наука и просвещение: Науч.-пед. сб. / Чл. редкол.– Новосибирск: [Науч. совет по пробл. образования СО АН СССР], 1968.– Вып. 2.– 173 с.– На обл. г. изд. 1969. Ротапр.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.]. – М.: Наука, 1968.– Вып. 20.– 319 с.

От редакции // Там же.– С. 8.

Ред.: *Шмальгаузен И.И.* Кибернетические вопросы биологии // Под общ. ред. Р.Л. Берг и А.А. Ляпунова.– Новосибирск: Наука, 1968.– 224 с.– (Кибернетика в моногр.; 4).

Предисловие // Там же.– С. 5–13.– Соавт.: Берг Р.Л.

## 1969

Исследование операций и анализ развития науки // Проблемы общей и социальной прогностики / Под общ. ред. А.М. Румянцева.– М., 1969.– Вып. 2: Исследование операций.– С. 3–7.– (Информ. бюл. / Науч. совет по пробл. конкрет. социал. исслед. АН СССР. Материалы и сообщ.; № 14(29)).

[Выступление на Всесоюзной конференции «Математизация знания», Новосибирск, 11–14 июля 1968 г.: Крат. излож.] // Информ. материалы.– 1969.– № 1.– С. 24–25.

Математика и современность // Неделя.– 1969.– 6 апр.– № 14.– С. 4–5: фот.– (Мышление XX в.).

Слово входящему: [Лекция для первокурсников страны] // Комс. правда.– 1969.– 31 авг.– (Актовая лекция).

Ред.: Кибернетика и вычислительная техника. Вып. 3: Распознавание образов: [Сборник] / Чл. редкол.– Киев: Наук. думка, 1969.– 221 с.

Ред.: Кибернетический сборник. Нов. сер. Вып. 6: Сб. пер. / Под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова.– М.: Мир, 1969.– 264 с.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.]– М.: Наука, 1969.– Вып. 21.– 261 с.

Ред.: Системные исследования: Ежегодник / Чл. редкол.– М.: Наука, 1969.– 201 с.

### 1970

О рассмотрении биологии с позиции изучения живой природы как большой системы // Проблемы методологии системного исследования.– М., 1970.– С. 184–226.

Дескриптивная теория множеств // История отечественной математики: В 4-х т.– Киев, 1970.– Т. 4, кн. 2: 1917–1967.– С. 393–409: фот.– Соавт.: Козлова З.И.

В чём состоит системный подход к изучению реальных объектов сложной природы // Управляемые системы: Сб. тр.– Новосибирск, 1970.– Вып. 6.– С. 44–56.– Библиогр.: 11 назв.

Об управляющих системах живой природы и понимании жизненных процессов // Проблемы методологии и логики наук.– Томск, 1970.– С. 3–17.– (Учён. зап. Томск. гос. ун-та; № 85, вып. 6).

[Выступление на международной дискуссии «Программирование в 70-х годах»] // ВКП-2: Тр. II Всесоюз. конф. по программированию: Докл. иностр. участников. Междунар. дискуссия «Программирование в 70-х годах». Новосибирск, 3–6 февр. 1970.– Новосибирск, 1970.– С. 113–115.

Analiză logică a structurii informației ereditare // Materialismul dialectic și științele moderne. Vol. 13: Logică științei, 1970.– P. 349–374.– Опис. по отт.– Со-авт.: Malenkov A.G.

О накрытии  $A$ -множеств и кратной отделимости // Докл. АН СССР.– 1970.– Т. 190. № 4.– С. 775–776.– Библиогр.: 7 назв.

К вопросу о моделировании эволюционного процесса с учётом отбора: 2 // Пробл. кибернетики.– 1970.– Вып. 23.– С. 247–260: рис.– Соавт.: Булгакова Т.И., Кулагина О.С.

К вопросу об интертеории математики // Вопр. философии.– 1970.– № 5.– С. 48–56.

Широкое проникновение математики // Техника и вооружение.– 1970.– № 4.– С. 31–32.

Путь в науку: [Беседа] // Моделист – конструктор.– 1970.– № 7.– С. 4: фот.

Будет ли изучен опыт Никитиных? // Лит. газ.– 1970.– 30 сент.– С. 2.– Соавт.: Соколовский Ю.

Запас учительских знаний // Правда.– 1970.– 27 окт.– Соавт.: Соколовский Ю.

Ред.: Исследования по кибернетике: Сб. ст.– М.: Сов. радио, 1970.– 240 с.

Предисловие редакции // Там же.– С. 3.– Без подписи.

Ред.: Кибернетический сборник. Нов. сер. Вып. 7: Сб. пер. / Под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова.– М.: Мир, 1970.– 237 с.

Ред.: Некоторые вопросы автоматизации программирования: (Сб. тр.) / Науч. ред. А.А. Ляпунов и Г.П. Багриновская.– Новосибирск: Наука, 1970.– 166 с.– Ротапр.

Предисловие // Там же.– С. 3–5.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.]– М.: Наука, 1970.– Вып. 22.– 298 с.

Ред.: Системные исследования: Ежегодник, 1970 / Чл. редкол.– М.: Наука, 1970.– 207 с.

## 1971

О кибернетических вопросах биологии // О некоторых вопросах кодирования и передачи информации в управляющих системах живой природы: Сб. тр. лаб. теорет. кибернетики.– Новосибирск, 1971.– С. 3–98: табл.– Библиогр.: 35 назв.– Соавт.: Беликова М.А.

Системный подход к изучению круговорота вещества и потока энергии в биогеоценозе // Там же.– С. 99–198: рис., табл.– Соавт.: Титлянова А.А.

В чём состоит системный подход к изучению реальных объектов сложной природы? Исследование систем: (Материалы Всесоюз. симпозиума) [Москва, янв. 1969 г.]– М., 1971.– С. 4–22.– Библиогр.: 11 назв.

О некоторых методологических вопросах, относящихся к машинному переводу // О некоторых вопросах теоретической кибернетики и алгоритмах программирования.– Новосибирск, 1971.– С. 67–94.– Библиогр.: 19 назв.– Ротапр.– Соавт.: Кулагина О.С., Багриновская Г.П.

О задачах математической лингвистики // Там же.– С. 95–110.– Библиогр.: 7 назв.– Соавт.: Багриновская Г.П.

О построении математической модели балансовых соотношений в экосистеме тропических вод океана // Функционирование пелагических сообществ тропических районов океана. По материалам 44-го рейса научно-исследовательского судна «Витязь».– М., 1971.– С. 13–24.– Рез.: англ. Библиогр.: 6 назв.

Связь между строением и происхождением управляющих систем // XIII Международный конгресс по истории науки. Секция № 1. Подсекция: История и перспективы развития системного подхода и общей теории систем.– М., 1971.– С. 33.

Лауреат золотой медали имени М.В. Ломоносова профессор А. Данжуа: [Предисл. и пер. докл. с фр.] // Вестн. АН СССР.–1971.– № 5.– С. 57–64.– Без подписи.

К вопросу о моделировании эволюционного процесса с учётом отбора: II // Пробл. кибернетики.– 1971.– Вып. 23.– С. 247–260: рис., табл.– Соавт.: Булгакова Т.И., Кулагина О.С.

Пётр Сергеевич Новиков: (К 70-летию со дня рождения) // Успехи мат. наук.– 1971.– Т. 26, вып. 5.– С. 231–239, 1 л. портр.– Без подписи.

Биогеоценозы и математическое моделирование // Природа.– 1971.– № 10.– С. 38–41: портр.

Не обеднять музыкальную жизнь // Веч. Новосибирск.– 1971.– 19 янв.– Соавт.: Тимофеев К.А., Хвостова В.В.

Педагогический эксперимент абсолютно необходим...: [Беседа] // За науку в Сибири.– 1971.– 20 янв.– С. 4–5.– Портр.

В ногу с научным прогрессом // Учит. газ.– 1971.– 20 февр.

Объединённый семинар по кибернетике // За науку в Сибири.– 1971.– 20 окт.– С. 2.

Ред.: Исследование систем: (Материалы Всесоюз. симпоз.) [Москва, янв. 1969 г.] / Чл. ред.– М.: Науч. совет по филос. вопр. естествознания, 1971.– 256 с.

Ред.: Кибернетический сборник. Нов. сер. Вып. 8: Сб. пер. / Под ред. А.А. Ляпунова и О.Б. Лупанова.– М.: Мир, 1971.– 244 с.

Ред.: О некоторых вопросах кодирования и передачи информации в управляющих системах живой природы: Сб. тр. лаб. теорет. кибернетики / Науч. ред. А.А. Ляпунов и И.А. Беликов.– Новосибирск: [Ин-т гидродинамики СО АН СССР], 1971.– 220 с.

Ред.: О некоторых вопросах теоретической кибернетики и алгоритмах программирования / Под ред. А.А. Ляпунова и Г.П. Багриновской.– Новосибирск: Ин-т гидродинамики СО АН СССР, 1971.– 210 с.– Ротапр.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.]– М.: Наука, 1971.– Вып. 23–24.

Вып. 23. 301 с.; Вып. 24. 244 с.

Ред.: Системные исследования: Ежегодник, 1970 // Чл. редкол.– М.: Наука, 1971.– 278 с.

## 1972

О некоторых методологических вопросах, относящихся к машинному переводу // Математизация научного знания.– М., 1972.– вып. 5: Материалы в помощь филос. семинарам.– С. 61–97.– Библиогр.: 19 назв.– Соавт.: Багриновская Г.П., Кулагина О.С.

В чём состоит системный подход к изучению реальных объектов сложной природы? // Системные исследования: Ежегодник, 1971.– М., 1972.– С. 5–17.– Библиогр.: 11 назв.

[Выступления в прениях на симпозиуме по теории программирования] // Теория программирования: Тр. симпоз. Новосибирск,



7–11 авг. 1972 г.– Новосибирск, 1972.– Ч. 1.– С. 31, 34–35, 108–109, 185–186, 199.

О специализированных системах программирования для научных исследований // Там же.– С. 110–118.

[Выступления в прениях по докладам на симпозиуме по теории программирования] // Теория программирования: Тр. симпоз. Новосибирск, 7–11 авг. 1972 г.– Новосибирск, 1972.– Ч. 2.– С. 133–134, 168, 169, 253–256, 260–261.

О синхронном и эволюционном подходе к проблеме классификации // Тезисы докладов I Всесоюзной конференции по исследованию операции.– Минск, 1972.– С. 41–47.

Подход к математическому моделированию ренин-альдостероновой системы // Актуальные проблемы физиологии, биохимии и патологии эндокринной системы: Тез. докл. Всесоюз. съезда эндокринологов, 8–12 окт. 1972 г.– М., 1972.– С. 166–167.– Соавт.: Поляк М.Г., Колчанов Н.А., Нишанов В.К.

О кибернетических вопросах биологии // Пробл. кибернетики.– 1972 г.– Вып. 25.– С. 5–39.– Библиогр.: 51 назв.

Системный подход к математическому моделированию эндокринной системы и системы кровообращения // Там же.– С. 205–215: рис., табл.– Библиогр.: 14 назв.– Соавт.: Беликова М.А., Старовойтова Э.В.

[Выступление на читательской конференции в Новосибирске. Янв. 1972: Крат. излож.] // Вопр. философии.– 1972.– № 5.– С. 163.

Онтодидактика в математике // За науку в Сибири.– 1972.– 20 сент.– С. 4–5.

Как стать эрудитом? // Сов. Россия.– 1972.– 4 окт.– Ил.– Соавт.: Соколовский Ю.И.

Математика во втузе: онтодидактические проблемы // Энергия.– 1972.– 4 окт., 11 окт., 18 окт.

Экзамен держат ... инженеры // Правда.– 1972.– 12 дек.– Соавт.: Холмецкий С.– (Новое в высш. шк.).

Ред.: Исследование операций: Методол. аспекты / Отв. ред.– М.: Наука, 1972.– 136 с.

Предисловие // Там же.– С. 5–8.

Ред.: Кибернетический сборник. Нов. сер.: Сб. пер. / Под ред. А.А. Лягунова, О.Б. Лупанова.– М.: Мир, 1972.– Вып. 9.– 248 с.

Ред.: Математизация научного знания / Чл. редкол.– М.: [Науч. совет по филос. вопр. естествознания], 1972.– Вып. 5: Материалы в помощь филос. семинарам.– 172 с.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.]– М.: Наука, 1972.– Вып. 25.– 264 с.

Ред.: Системные исследования: Ежегодник, 1971 / Чл. редкол.– М.: Наука, 1972.– 279 с.

## 1973

О построении математических моделей процессов почвообразования // Кибернетические подходы к биологии.– Новосибирск, 1973.– С. 210–231: рис.– Соавт.: Бондаренко О.Н.

О методологических вопросах математической биологии // Некоторые проблемы математической биологии.– Новосибирск, 1973.– С. 12–30.– Библиогр.: 6 назв.– Соавт.: Багриновская Г.П.

К вопросу о построении математических моделей эритропоэза // Там же.– С. 31–42: рис.– Библиогр.: 19 назв.– Соавт.: Павлов А.Д.

Подходы к изучению кислородоснабжения организма (1) // Там же.– С. 43–47: рис.– Соавт.: Федотов А.М.

О работах П.С. Новикова в области дескриптивной теории множеств; // Математическая логика, теория алгоритмов и теория множеств.– М., 1973.– С. 11–22.– (Тр. Мат. ин-та им. В.А. Стеклова АН СССР; Т. 133).– Библиогр.: 27 назв.

О методе трансфинитных индексов в теории операций над множествами // Там же.– С. 132–148.– Библиогр.: 32 назв.

О математических моделях эволюции популяций // Проблемы эволюции.– Новосибирск, 1973.– Т. 3.– С. 143–150.– Рез.: фр. Библиогр.: 5 назв.– Соавт.: Булгакова Т.И., Кулагина О.С.

Связь между строением и происхождением управляющих систем // Системные исследования: Ежегодник, 1973.– М., 1973.– С. 251–257.

Математическое моделирование сложных биологических систем: Школа в Звенигороде [19–25 марта 1973 г.] // Вестн. АН СССР.– 1973.– № 10.– С. 97–99.– Соавт.: Молчанов А.М., Вавилин В.А.

О строении и эволюции управляющих систем в связи с теорией классификации: [Докл. на 2-й Всесоюз. конф. по пробл. теорет. кибернетики. Новосибирск, июнь 1971 г.] // Пробл. кибернетики.– 1973.– Вып. 27.– С. 7–18.

[Предисловие к статье Ю.И. Соколовского «Онтодидактика – актуальное направление исследований»] // Вестн. высш. шк.– 1973.– № 8.– С. 7–8.

О реформе математических программ // Математика в шк.– 1973.– № 2.– С. 57–60.

Eine Aufgabe von Leninpreisträger Prof. Dr. A. Ljapunow // Alpha.– 1973.– Jg. 7, N. 5.– S. 102.

The re-training of engineers in the Soviet Union // Bull. Ass. int. Univ. 1973.– Vol. 21, N 1.– P. 10–12.– Co-aut: Kholmetzki S.

Онтодидактические проблемы: Какая математика нужна инженеру // Политехник.– 1973.– 2 марта.

Для тех, кто учится и учит // Известия.– 1973.– 1 июня.– Моск. веч. вып.– (Обсуждаем проект основ законодательства о народном образовании).– Соавт.: Соколовский Ю.И., Турченко В.Н.

Ред.: Кибернетические подходы к биологии / Науч. ред. А.А. Ляпунов, Г.П. Багриновская, М.А. Беликова.– Новосибирск: [Ин-т гидродинамики СО АН СССР], 1973.– 232 с.– Ротапр.

Ред.: Некоторые проблемы математической биологии / Науч. ред. А.А. Ляпунов, М.Г. Колпаков, Г.П. Багриновская, М.А. Беликова.– Новосибирск: [Ин-т гидродинамики СО АН СССР], 1973.– 235 с.– Ротапр.

Ред.: Проблемы кибернетики: [Сб. ст.]– М.: Наука, 1973.– Вып. 26–27.

Вып. 26. 328 с.; Вып. 27. 295 с.

Ред.: Системные исследования: Ежегодник, 1973. / Чл. редкол.– М.: Наука, 1973.– 268 с.

#### 1974

Проблемы кибернетики: [Сб. ст.] / Сост. А.А. Ляпунов; Под ред. С.В. Яблонского.– М.: Наука, 1974.– Вып. 28.– 280 с.: схем.– Библиогр.: с. 275–277 и в конце ст.

Эволюция построения управляющих систем в связи с теорией классификаций // Философия в современном мире. Философия и теория эволюции.– М., 1974.– С. 237–253.– Библиогр.: 3 назв.

Онтодидактика в математике // Сборник научно-методических статей по математике: Пробл. преподавания математики в вузах.– М., 1974.– Вып. 4.– С. 34–42.

Связь между строением и происхождением управляющих систем // XXIII Международный конгресс по истории науки, Москва, 18–24 авг. 1971 г. Секция IA, II: Труды.– М., 1974.– С. 91–92.

Системный подход к изучению обменных процессов в биогеоценозе // Ботан. журн.– 1974. – Т. 59, № 8.– С. 1081–1092: рис.– Рез.: англ. Библиогр.: 19 назв.– Соавт.: Титлянова А.А.

Ontodidaktische Probleme. Welche Mathematik braucht der Ingenieur? // Die Technik.– 1974.– Jg. 29, N 1.– S. 23–26.

Ред.: *Толстьев В.П., Фет Я.И.* Электронные клавишные вычислительные машины / Отв. ред.– Новосибирск: Наука, 1974.– 138 с.

#### 1975

О методологических вопросах математической биологии // Математическое моделирование в биологии: Материалы I шк. по мат. моделированию сложных биол. систем [Мозжинка, март 1973 г.]: [Сб. ст.]– М., 1975.– С. 5–18.– Библиогр.: 4 назв.– Соавт.: Багриновская Г.П.

О детерминированном и вероятностном подходах к эволюционным задачам в математической теории популяции // Проблемы эволюции.– Новосибирск, 1975.– Т. 4: Соврем. пробл. эволюции.– С. 5–10.– Рез.: фр. Библиогр.: 12 назв.– Соавт.: Карев Г.П., Тресков С.А.

#### 1977

Исследования по теоретической кибернетике // Фундаментальные исследования: (Физ.-мат. и техн. науки)– Новосибирск, 1977.– С. 38–40.– Библиогр.: 17 назв.– Соавт.: Журавлёв Ю.И., Коробков В.К., Дементьев В.Т.

#### 1978

О необходимости модернизировать математическое образование // Сборник научно-методических статей по математике.– М., 1978.– Вып. 7: Пробл. преподавания математики в вузах.– С. 19–28.

#### 1979

Вопросы теории множеств и теории функций.– М.: Наука, 1979.– 264 с., 1 л. портр.– Библиогр. «Список трудов А.А. Ляпунова по вопросам теории множеств и теории функций»: 62 назв.

Содержание: Ч. 1. *Работы по теории множеств: A, B- и C-множества (1939–1970 гг.)*. О кратной отделимости для  $A$ -операции. С. 31–42; О кратной отделимости. С. 43; О кратной отделимости для  $\delta s$ -операций. С. 44–47; Об эффективной измеримости. С. 48–51; О непрерывных отображениях  $A$ -множеств. С. 52–54; Обзор по дескриптивной теории множеств. С. 55–82; О накрытии  $A$ -множеств и кратной отделимости. С. 83–84. Ч. 2. *Работы по теории множеств: R-множества (1950–1973 гг.)*.  $R$ -множества. С. 85–131; Об эквивалентности семейств множеств. С. 132–133; О классификации  $R$ -множеств. С. 134–140; Отделимость и неотделимость  $R$ -множеств. С. 141–155; О признаках вырождения для  $R$ -множеств. С. 156–168; Об операциях над множествами, допускающих трансфинитные индексы. С. 169–200; Об операциях над множествами. С. 201–208; О методе трансфинитных индексов в теории операций над множествами. С. 209–223. Ч. 3. *Работы по теории функций (1940–1964 гг.)*. О выборе из конечного числа законов распределения. С. 224–231; О вполне аддитивных вектор-функциях: 1–4. С. 232–260.

#### 1980

Проблемы теоретической и прикладной кибернетики.– М.: Наука, 1980.– 335 с., 2 л. портр.: табл.– Библиогр. «Список трудов А.А. Ляпунова»: с. 324–333.

Содержание: Общие вопросы кибернетики. С. 18–117; Программирование и теория алгоритмов. С. 118–174; Машинный перевод и математическая лингвистика. С. 175–206; Кибернетические вопросы биологии. С. 207–284; Философские и методологические проблемы науки. С. 285–323.

О логических схемах программ // Пробл. кибернетики.– 1980.– Вып. 37.– С. 185–213.

#### 1981

О математическом моделировании в проблеме «Человек и биосфера» // Моделирование биогеоэкологических процессов.– М., 1981.– С. 5–29.– Библиогр.: с. 27–29.

#### 1984

Кибернетический подход к теоретической биологии // Кибернетика живого. Биология и информация.– М., 1984.– С. 38–45.– (Сер. «Кибернетика – неограниченные возможности и возможные приложения»).

#### 1985

Математические вопросы теории счётных машин // *Келдыш М.В. Избранные труды: Математика.*– М., 1985.– С. 421–442; рис., табл.– Соавт.: Келдыш М.В., Шура-Бура М.Р.

#### 1987

Письмо матери; [Стихи] // Знамя.– 1987.– № 11.– С. 199.

#### 1988

[Письма А.А. Ляпунова родным с фронта] / Публ. подгот. Е. Жукова // Сов. Россия.– 1988.– 5 февр.– (Из рода Прокопия Ляпунова).

## ЛИТЕРАТУРА О ЖИЗНИ И ТРУДАХ А.А. ЛЯПУНОВА

Алексей Андреевич Ляпунов / Редакторы-составители Н.А. Ляпунова и Я.И. Фет.– Новосибирск, 2001.– 524 с.

*Арсенин В.Я., Козлова З.И.* Обзор работ А.А. Ляпунова по дескриптивной теории множеств // Пробл. кибернетики.– 1977.– Вып. 32.– С. 15–44.– Библиогр.: 60 назв.

*Арсенин В.Я., Козлова З.И., Тайманов А.Д.* Вклад А.А. Ляпунова в развитие дескриптивной теории множеств // *Ляпунов А.А.* Вопросы теории множеств и теории функций.– М., 1979.– С. 7–30: рис.– Библиогр.: 58 назв.

*Багриновская Г.П., Куклин Р.Г.* Пионер советской кибернетики: К 60-летию со дня рождения А.А. Ляпунова // Сов. Сибирь.– 1971.– 8 окт.– Портр.

*Баженов И.И.* К теореме А.А. Ляпунова о множестве значений векторной меры // Оптимизация.– Новосибирск, 1986.– Вып. 38 (55)– С. 135–144.– Библиогр.: 9 назв.

*Белецкая В.* Это он, Ляпунов: [Ответ кор. ред.] // Огонёк.– 1968. № 27.– С. 9: фот.

*Берс А.А., Фролов Б.А.* Живой профессор // *Берс А.А., Фролов Б.А.* Олимпиада – первый шаг в науку.– Новосибирск, 1964. – С. 6–10.

*Бобров Л.В.* В поисках чуда: [О вкладе сов. учёных в науку и технику].– М., 1968.– С. 280, 302.

*Боголюбов А.Н.* Ляпунов Алексей Андреевич // *Боголюбов А.Н.* Математики, механики: Биограф. справ.– Киев, 1983.– С. 301: портр.

*Бородин А.И., Бугай А.С.* Ляпунов Алексей Андреевич // *Бородин А.И. Бугай А.С.* Биографический словарь деятелей в области математики / Под ред. И.И. Гихмана.– Киев, 1979.– С. 326.

*Ботвинник М.М.* А.А. Ляпунов. Проницательность // *Ботвинник М.М.* Аналитические и критические работы: (Ст. и воспоминания).– М., 1987.– С. 44–45.

*Ботвинник М.М.* Портреты и зарисовки // Там же.– С. 7–8. В Сибирском научном центре: Вновь избр. чл.-кор. АН СССР // Веч. Новосибирск.– 1964.– 2 июля.– С. 1.– Портр.

*Васильев Ю.Л.* Его оружие – математика: (К 60-летию А.А. Ляпунова) // Веч. Новосибирск.– 1971.– 8 окт.– Портр.

*Виноградов В.* Будущие юнги большой науки // Веч. Новосибирск.– 1962.– 24 сент.– Фот.

*Володин К.* Посвящение в учащиеся ФМШ: [О занесении А.А. Ляпунова в Книгу почётных «фымышат»] // За науку в Сибири.– 1973.– 5 дек.– С. 5.

*Володкин В., Гладков Т.* Обыкновенные ребята: [О Физ.-мат. шк. Академгородка] // Сов. женщина.– 1964.– № 6.– С. 16–21: фот.

*Воронцов Н.Н.* Алексей Андреевич Ляпунов. Очерк жизни и творчества. Окружение и личность.– М.: Новый Хронограф, 2011.

*Воронцов Н.Н.* Окружение и личность: [Об А.А. Ляпунове] // Природа.– 1987.– № 5.– С. 81–98: фот.

*Ворончихин Ю.* Голоса Франции: [О фр. клубе Академгородка, президентом которого избран А.А. Ляпунов] // За науку в Сибири.– 1970.– 16 дек.– С. 4.

Второй Сибирский конгресс по прикладной и индустриальной математике (ИНПРИМ-96), посвящённый памяти А.А. Ляпунова (1911–1973), А.П. Ершова (1931–1988), И.А. Полетаева (1915–1983), [Новосибирский Академгородок, 25–30 июня 1996 г.].

Высокая награда: [О награждении А.А. Ляпунова орденом Ленина за заслуги в развитии математической науки и в связи с 60-летием со дня рождения] // Правда.– 1971.– 9 окт.; Известия.– 1971.– 10 окт.

*Гаазе-Рапопорт М.Г.* О становлении кибернетики в СССР // Кибернетика: прошлое для будущего. Этюды по истории отечественной кибернетики. Теория управления. Автоматика. Биокибернетика.– М.: Наука, 1989.– С. 46–85.

*Гранин Д.А.* Зубр: [Повесть].– М.: Профиздат, 1989.– С. 11–12, 247–250. – Кн. многократно переизд. на многих яз.

*Гранин Д.А.* Зубр: Повесть // Новый мир.– 1987.– № 1.– С. 24–25;

*Гутер Р.С.* Памяти Алексея Андреевича Ляпунова // Сборник научно-методических статей по математике: Пробл. преподавания математики в вузах.– М., 1974.– Вып. 4.– С. 93–96: портр.

*Гущев С.* Принимай перчатку, математика: [О шк.-интернате № 165 Академгородка г. Новосибирска] // Пионер. правда.– 1963.– 29 янв.

*Данина Н.* Необычная кантональная: [5 лет Физ.-мат. шк. Академгородка.

*Дмитриев Г.* Летняя физико-математическая, юбилейная // За науку в Сибири.– 1971.– 12 авг.– С. 3.

Достойное пополнение Академии наук СССР: [К избранию А.А. Ляпунова чл.-кор. АН СССР] // Успехи мат. наук.– 1964.– Т. 19, вып. 5.– С. 229.

*Ершов А.П.* А.А. Ляпунов и программирование: [Памяти А.А. Ляпунова. Реф. докл. на Сиб. мат. о-ве, 28 окт. 1981 г.] // Сиб. мат. журн.– 1982.– Т. 23. № 6.– С. 182.

*Ершов А.П.* Учитель: [Об А.А. Ляпунове] // Природа.– 1987.– № 5.– С. 78–80: портр.

*Жукова Е.* Из рода Прокопия Ляпунова: [А.А. Ляпунов] // Сов. Россия.– 1988.– 5 февр.– Портр. – (России верные сыны. К 70-летию Советской Армии и Военно-Морского Флота).

*Жукова Е.* На полках старинного шкафа: [Из семейной хроники четырёх поколений российской интеллигенции Ляпуновых, Перимо-

вых, Куприяновых, Фигнер] // Знамя.– 1987.– № 11.– С. 181–205.– (Мемуары. Архивы. Свидетельства).

*Жукова Е.Д.* На полках старинного шкафа: Семейная хроника: [1873–1945 гг. О жизни четырех поколений российской интеллигенции Ляпуновых, Перимовых, Фигнер, Крыловых].– М.: Политиздат. 1990.– 319 с.: ил.

*Журавлёв Ю.И.* А.А. Ляпунов и становление кибернетики в нашей стране // *Ляпунов А.А.* Проблемы теоретической и прикладной кибернетики.– М., 1980.– С. 4–17.– Библиогр.: 18 назв. История отечественной математики.– Киев, 1970.– Т. 4, кн. 2 (1917–1967). – С. 352, 356, 357, 396, 397, 399, 401–407, 431, 437, 530, 532, 536, 543, 592.

История информатики в России: учёные и их школы / Редакторы-составители В.Н. Захаров, Р.И. Подловченко и Я.И. Фет.– М., 2003.– 486 с.

К награждению А.А. Ляпунова орденом Ленина в связи с 60-летием со дня рождения // Вестн. АН СССР.– 1972.– № 1.– С. 128: портр.– (Юбилей учёных).

*Казаков В.Г., Фет Я.И.* Виртуальный архив по истории отечественной кибернетики и информатики // Междунар. конфер. EVA'2002. Москва, 2–7 декабря 2002 г.

*Капица С.П.* Очерк воспоминаний о кибернетике и её творцах // История информатики в России: учёные и их школы.– М.: Наука, 2003.– С. 103–109.

*Карпова Н.И.* Математизация знаний: проблемы и следствия: По материалам чл.-кор. АН СССР А.А. Ляпунова // Число и мысль.– М., 1977.– С. 22–34.

*Келдыш М.В., Сисакян Н.М.* Достойное пополнение Академии наук СССР // Известия.– 1964.– 27 июля.– Воскр. вып.

Кибернетические модели в биологии: Сб. науч. тр. / Отв. ред. М.М. Лаврентьев.– Новосибирск: [ВЦ СО АН СССР], 1974.– 193 с. – Посвящ. памяти А.А. Ляпунова. Кибернетические системы ценозов: Синтез и управление.– М.: Наука, 1991.– 105 с.– (МОИП. Комиссия по применению математики в биологии. Междисциплинар. семинар «Кибернетические проблемы биологии». IX чтения памяти А.А. Ляпунова).

*Китов А.И., Криницкий Н.А., Подловченко Р.И.* Роль А.А. Ляпунова в программировании // Программирование.– 1982.– № 1.– С. 3–8.– Библиогр.: 9 назв.

Классификация наук по А.А. Ляпунову // Классификация наук: Материалы по пробл. «Перспективы развития советской школы на ближайшие 30 лет».– М., 1972.– С. 36, 37.

*Константиновский Д.Л.* Наш дом Академгородок.– Новосибирск, 1967.– С. 47–51.

*Краснова Р.* Наследники «Зубра» // Веч. Уфа.– 1988.– 6 янв.– Опис. по отг.



*Кулагина О.С.* О роли А.А. Ляпунова в развитии работ по машинному переводу в СССР // Пробл. кибернетики.– 1977.– Вып. 32.– С. 59–70.– Библиогр.: 15 назв.

*Лаврентьев М.* Так начинался Академгородок... // Комс. правда.– 1977.– 14 мая. Лекция в Физматшколе СО АН СССР; Лит. газ.– 1964.– 3 сент.– С. 2.– Фот.– (Первые шаги в науку).

*Ливанова А.* Академгородок в Сибири // Знамя.– 1962.– № 11. – С. 160–178; № 12.– С. 150–170.

*Лушин Ю.* Что есть КЮТ?: [О клубе юных техников в Академгородке] // Огонёк.– 1973.– № 13.– С. 16: фот.

Ляпунов (1911–1973) Алексей Андреевич // Информатика: Энцикл. слов. для начинающих / Под общ. ред. Д.А. Поспелова.– М., 1994.– С. 290: портр.

Ляпунов А.А. (1911–1973): [Некролог] // Сиб. мат. журн.– 1973.– Т. 14, № 6.– С. 1360.

Ляпунов А.А.: [Крат. биогр. ст.] // Природа.– 1971.– № 10.– С. 38: портр.

Ляпунов Ал. Анд. // Большой энцикл. слов.: В 2-х т.– М., 1991.– Т. 1.– С. 739.

Ляпунов Ал. Анд. // Сов. энцикл. слов.– М., 1980.– С. 745; 2-е изд.– М., 1983.– С. 735; 3-е изд.– М., 1985.– С. 735; 4-е изд., испр. и доп.– М., 1990.– С. 746.

Ляпунов Алексей Андреевич // Академия наук СССР. Сиб. отделение. Персон. состав, 1957–1982. Действительные члены. Члены-корреспонденты.– Новосибирск, 1982.– С. 85: портр.– (СО АН СССР 25 лет, 1957–1982).

Ляпунов Алексей Андреевич // Мат. энцикл. слов.– М., 1988.– С. 720: портр.– Библиогр.: 5 назв.

Ляпунов Алексей Андреевич // Советские математики.– 2-е изд., перераб. и доп.– Киев, 1982.– С. 73–74.

Ляпунов Алексей Андреевич: [Некролог] // Вопр. философии.– 1973.– № 9.– С. 185.

Ляпунов Алексей Андреевич: [Некролог] // Математика в шк.– 1974.– № 3.– С. 90–93: портр.

Ляпунов Алексей Андреевич: [Некролог] // Системные исследования: Ежегодник, 1973.– М., 1973.– С. 265.

Ляпунов Алексей Андреевич: [Некролог] // Сов. Сибирь.– 1973.– 26 июня; За науку в Сибири.– 1973.– 4 июля.– С. 2.– Портр.

Ляпунов А.А.: [Некролог] // Там же.– С.[1], 1 л. портр.

Ляпунов А.А.: Крат. биогр. очерк // Пробл. кибернетики.– 1973.– Вып. 27.– С. 3–4.

*Ляпунова Н.А.* Зубр ушел. Кто придет? // Учит. газ.– 1987.– 1 сент.

*Ляпунова Н.А.* Список трудов А.А. Ляпунова по проблемам теоретической математической биологии и смежным вопросам // Проблемы современной биометрии.– М., 1981.– С. 12–15.

*Ляпунова Н.А.* Одиннадцать счастливых лет // Алексей Андреевич Ляпунов.– Новосибирск, 2001.– С. 7–50.



*Ляпунова Н.А.* Письма, комментарии // *Тимофеев-Ресовский Н.В.* Воспоминания.– М.: Согласие, 2000.

*Ляпунова Н.А., Казаков В.Г., Пищик Б.Н., Федотов А.М., Фет Я.И.* Создание виртуального музея Алексея Андреевича Ляпунова как типичная задача публикации научно-образовательных коллекций в Интернете // *Вестник НГУ. Серия «Информационные технологии»*, 2008.– Т. 6.– Вып. 3.– С. 15–23.

*Ляпунова Н.А., Федотов А.М., Фет Я.И., Пищик Б.Н., Казаков В.Г., Алексеева Т.Е., Панина Н.Л., Попович Ю.Л.* Виртуальный музей А.А. Ляпунова: Основные информационно-технические решения // *Вестник НГУ. Серия «Информационные технологии»*, 2010.– Т. 8.– Вып. 4.– С. 96–105.

*Мальцев В.* Видел проблему всеохватно: К 75-летию А.А. Ляпунова // *Унив. жизнь.– 1986.– 23 дек.– Портр.*

Математика в СССР за сорок лет (1917–1957).– М., 1959.– Т. 1. – С. 13, 16, 27, 28–34, 116, 295, 798, 846, 859, 883, 941.

Математика в СССР за сорок лет (1917–1957).– М., 1959.– Т. 2.– С. 433, 434.

Математика в СССР за тридцать лет (1917–1947).– М.; Л., 1948.– С. 245–247, 250–252, 453.

Математика в СССР, 1958–1967: В 2-х т.– М., 1969.– Т. 2: Биобиблиография. Вып. 1. А–Л.– С. 813–814.

Математическое моделирование в биологии: Материалы 1 шк. по мат. моделированию сложных биол. систем, [Мозжинка, март 1973 г.]: [Сб. ст.].– М.: Наука, 1975.– 154 с., 1 л. портр.: рис.– Кн. посвящ. памяти А.А. Ляпунова.

*Михайленко Б.Г., Глинский Б.М., Ильин В.П., Фет Я.И.* (Редакторы-составители). Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН. Страницы истории // Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2008, 610 с.

*Михайлов Г.А.* Приближённые модели случайных полей и асимптотика среднего решения уравнения переноса в стохастической среде: [Памяти А.А. Ляпунова. Реф. докл. на Сиб. мат. о-ве, 28 окт. 1981 г.] // *Сиб. мат. журн.– 1982.– Т. 23, № 6.– С. 184–185.*

*Мозилевская Г.* Плодоносящее дерево: [О семье Ляпуновых] // *Трезвость и культура.– 1991.– № 10.– С. 58–61: фот.*

*Молчанов А.М.* Предисловие: [А.А. Ляпунов] // Математическое моделирование в биологии: Материалы 1 шк. по мат. моделированию сложных биол. систем.– М., 1975.– С. 3–4.

Награда вручена // *Веч. Новосибирск.– 1971.– 17 дек.*

Накануне молодежного симпозиума: [III симпозиум по перспективам развития науки] // *За науку в Сибири.– 1964.– 17 февр.– С. 2.*

Некоторые проблемы математической биологии.– Новосибирск: [Ин-т гидродинамики АН СССР], 1973.– 235 с.– Посвящ. памяти А.А. Ляпунова.

О крупном советском математике А.А. Ляпунове (1911–1973) // Экономика и орг. пр-ва.– 1982.– № 5.– С. 125: фот.– (Фотолетопись СО АН СССР).

О научной деятельности А.А. Ляпунова // Некоторые проблемы математической биологии.– Новосибирск, 1973.– С. 7–11, 1 л. портр.

Отделение теоретической кибернетики: [О работе Отд-ния, решающую роль в научном становлении которого сыграло участие А.А. Ляпунова] // Институт математики Сибирского отделения Академии наук СССР: Крат. справ.– Новосибирск, 1974.– С. 41–45.

Очерки истории информатики в России / Редакторы-составители Д.А. Поспелов и Я.И. Фет.– Новосибирск, 1998.– 662 с.

Памяти Алексея Андреевича Ляпунова (1911–1973) // Методы дискретного анализа в синтезе реализаций булевых функций: Сб. науч. тр. [Ин-та математики СО АН СССР].– Новосибирск, 1991. – [Вып.] 51.– С. [I–III], 1 л. портр.

Плодотворный труд в науке: [К 60-летию со дня рождения А.А. Ляпунова] // За науку в Сибири.– 1971.– 6 окт.– С. 2: фот. – (Наши юбиляры).

*Подловченко Р.И.* А.А. Ляпунов и А.П. Ершов в теории схем программ и развитие её логических концепций // Андрей Петрович Ершов – учёный и человек.– Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006.– С. 166–184.

*Подловченко Р.И.* А.А. Ляпунов и становление теоретического программирования в России // Proceedings of the International Symposium on the Contribution of Europeans to the Evolution and the Achievements of Computer Technology “Computers in Europe: Past, Present and Future”, Ukraine, Kiev, 1998.– P. 88–93.

*Подловченко Р.И.* Алексей Андреевич Ляпунов в истории российского естествознания // Сб. трудов конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения Алексея Андреевича Ляпунова. Новосибирск, 8–11 октября 2001 г., мемориальная секция.

*Подловченко Р.И.* Воспоминания о поре ученичества у Алексея Андреевича Ляпунова // История информатики в России: учёные и их школы.– М.: Наука, 2003.– С. 370–375.

*Подловченко Р.И.* О вкладе А.А. Ляпунова в кибернетику // Очерки истории информатики в России.– Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, 1998.– С. 184–189.

*Подловченко Р.И.* О научном вкладе А.А. Ляпунова в области теории программирования // Пробл. кибернетики.– 1977.– Вып. 32. – С. 45–57.– Библиогр.: 28 назв.

*Подловченко Р.И.* Размышления о феномене Алексея Андреевича Ляпунова // Программирование.– 1991.– № 5.– С. 2–8: портр., фот.– Библиогр.: 3 назв.

Проблемы кибернетики.– М.: Наука, 1977.– Вып. 32.– 247 с., 1 л. портр.: рис., табл.– Вып. посвящ. памяти А.А. Ляпунова.

Проблемы современной биометрии.– М.: Изд-во МГУ, 1981.– 167 с. – Сб. посвящ. памяти А.А. Ляпунова.

*Раиш К.Б.* С берегов Темзы – на Обское море // За науку в Сибири.– 1966. – 20 сент.– С. 2.– (Сибирияки принимают гостей).

*Реймерс Н.* Человек и биосфера: (Семинар-дискуссия по мат. моделированию биол. систем) // За науку в Сибири.– 1971.– 16 июня. – С. 4.

*Рондьер П.* Сибирь глазами француза // РТ программы.– 1967.– № 4. – С. 7.– (Из России с телефильмом).

*Рышков И.* Наука и техника руками школьников // Наука и жизнь.– 1974.– № 4.– С. 148: фот.

*Семков Б.* Математизация знаний: Развивать философию и методологию науки // За науку в Сибири.– 1968.– 13 авг.– С. 6.

*Соболев С.Л.* А.А. Ляпунов и кибернетика: [Памяти А.А. Ляпунова. Реф. докл. на Сиб. мат. о-ве, 28 окт. 1981] // Сиб. мат. журн.– 1982.– Т. 23.– № 6.– С. 181.

*Соболев С.Л.* От редактора: [О тр. А.А. Ляпунова] // *Ляпунов А.А.* Проблемы теоретической и прикладной кибернетики.– М., 1980.– С. 3.

*Соболев С.Л., Трахтенброт Б.А., Маслова Г.Г.* Памяти А.А. Ляпунова // Учит. газ.– 1973.– 28 июня.

*Соболев С.Л., Шегольков Е.А.* От редколлегии: [О работах А.А. Ляпунова по дескриптивной теории множеств и теории функций, опубликованных с 1939 по 1973 гг.] // *Ляпунов А.А.* Вопросы теории множеств и теории функций.– М., 1979.– С. 3–6.

*Соколовский Ю.* Летняя школа олимпиады // За науку в Сибири. – 1964.– 10 авг.– Фот.

*Соколовский Ю.И.* Список педагогических работ А.А. Ляпунова // Сборник научно-методических статей по математике: Пробл. преподавания математики в вузах.– М., 1974.– Вып. 4.– С. 96.

*Соловьев Н.* Форум кибернетиков: [III Всесоюз. конф. по пробл. теорет. кибернетики, Новосибирск, 17–19 июня 1974 г.] // За науку в Сибири. – 1974.– 19 июня.– С. 1.

Список биологических работ члена-корреспондента АН СССР А.А. Ляпунова // Некоторые проблемы математической биологии.– Новосибирск, 1973.– С. 231–234.

Список трудов Алексея Андреевича Ляпунова // *Ляпунов А.А.* Проблемы теоретической и прикладной кибернетики.– М., 1980.– С. 324–333.

*Тайманов А.Д.* О работе А.А. Ляпунова по теории множеств: [Памяти А.А. Ляпунова. Реф. докл. на Сиб. мат. о-ве, 28 окт. 1981 г.] // Сиб. мат. журн.– 1982.– Т. 23, № 6.– С. 183–184.

*Тимофеев-Ресовский Н.В.* Воспоминания.– М.: Прогресс, 1995. – С. 235–245, 7 фот. на вкл. л.

*Тимофеев-Ресовский Н.В., Маленков А.* Наследие, ждущее наследников: [О жизни и науч. деятельности А.А. Ляпунова] // Знание – сила. – 1983.– № 2.– С. 38–40: ил.

*Терентьев П.В.* Биометрия: Ретросп. указ. отчет. лит., 1870–1970 гг.– М., 1980.– С. 48–52.

*Трахтенброт Б.А.* Алгоритмы и вычислительные автоматы.– М.: Сов. радио, 1974.– 200 с.

*Трахтенброт Б.А.* Алексей Андреевич Ляпунов // Математика в шк. – 1974.– № 3.– С. 90–93: портр.

*Трусов Р.* Это он, Ляпунов! // Огонёк.– 1968.– № 27.– С. 9: фот.

*Туров А.* Зачем моделируют жизнь // За науку в Сибири.– 1967. – 21 марта.– С. 2–3.

*Тюрюканов А.Н., Молчанов А.М., Галицкий В.В.* Предисловие: [О роли А.А. Ляпунова в применении метода моделирования в биогеоэкологии] // Моделирование биогеоэкологических процессов.– М., 1981.– С. 3–5.

Университету – 10 лет: [Новосиб. гос. ун-т] // За науку в Сибири.– 1969. – 15 окт.– С. 2.

Уроки А.А. Ляпунова // Природа.– 1987.– № 5.– С. 77: портр., фот.

*Федотов А.М.* А.А. Ляпунов и математическая биология // Сборник докладов Конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения Алексея Андреевича Ляпунова, 8–11 октября 2001 г. С. 677–679.

*Федотов А.М.* Научное наследие А.А. Ляпунова и современность // Наука в Сибири, № 41 (окт. 2001 г.).– С. 4.

*Федотов А.М., Барахнин В.Б.* Бесценное наследие // Наука в Сибири, 2006.– № 41.– С. 4.

*Федотов А.М., Фет Я.И.* А.А. Ляпунов и становление информатики в России» // Вестник НГУ. Серия: «Информационные технологии», 2008.– Т. 6.– Вып. 3.– С. 3–14.

*Фет Я.И.* (Редактор-составитель). Книжная серия «История информатики» (Краткое содержание). Новосибирск: Изд. ИВМиМГ СО РАН, 2009.– 98 с.

*Фет Я.И.* (Редактор-составитель). Из истории кибернетики. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2006.– 301 с.

*Фет Я.И.* А.А. Ляпунов и история информатики // IV Междунар. конфер. «Перспективы систем информатики».– Новосибирск, 2001.

*Фет Я.И.* История информатики: международное сотрудничество – Седьмая международная конференция памяти академика А.П. Ершова «Перспективы систем информатики». Семинар «История информатики в Сибири».– Новосибирск, 2009.– С. 92–96.

*Фет Я.И.* Рассказы о кибернетике. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2007.– 178 с.

*Фет Я.И., Казаков В.Г.* Виртуальный архив «История отечественной кибернетики и информатики» // Материалы конференции “EVA’2002”.– Москва, 2–7 декабря 2002 г.

*Фет Я.И., Молородов Ю.И., Шпак Г.А.* Неистовое творчество // Наука в Сибири, № 38 (окт. 2001 г.).– С. 5–6.

Физико-математическая школа Новосибирского Академгородка // Правда.– 1967.– 3 дек.– Фот.

Финиш олимпиады // За науку в Сибири.– 1967.– 29 авг.– С. 1.

[Фоторассказ] // За науку в Сибири.– 1967.– 21 нояб.– С. 3.

*Фридман Г.Ш.* Алексей Андреевич Ляпунов – штрихи к портрету. Нравственные уроки великого учёного и гражданина // Труды конференции, посвящённой 90-летию со дня рождения Алексея Андреевича Ляпунова. Новосибирск, 8–12 октября 2001 г.

*Чернова Л.* «Остров сокровищ»: [О контактах А.А. Ляпунова с Геологическим музеем Ин-та геологии и геофизики СО АН СССР] // За науку в Сибири.– 1968.– 21 мая.– С. 6.

*Шноль С.Э.* Детское Научное Общество (ДНО). Дело сестёр Ляпуновых // Герои, злодеи, конформисты российской науки.– М.: «Крон-пресс», 2001.

*Шорников Б.С.* А.А. Ляпунов и общие принципы теоретической и математической биологии // Биологические системы в разных условиях. М., 1982.– С. 217–219.– (Докл. МОИП. Общ. биология; 1980 г.).

*Шорников Б.С.* Алексей Андреевич Ляпунов (1911–1973) и становление теоретической математической биологии в СССР: (К 70-летию со дня рождения) // Проблемы современной биометрии.– М., 1981.– С. 7–12.

*Шрейдер Ю.А.* А.А. Ляпунов – лидер кибернетики как научного движения // Очерки истории информатики в России.– Новосибирск: НИЦ ОИГТМ СО РАН, 1998.– С. 197–205.

*Юдина Л.* Книги рассказывают о человеке: [Мемориал. кабинет–б-ка А.А. Ляпунова в Вычисл. центре СО АН СССР] // За науку в Сибири. – 1976.– 22 янв.– С. 4–5.– Фот.

*Яблонский С.В.* Ляпунов Алексей Андреевич // БСЭ.– 3-е изд.– 1974.– Т. 15. – С. 133.

*Яблонский С.В., Лупанов О.Б., Журавлёв Ю.И.* Алексей Андреевич Ляпунов // Пробл. кибернетики.– 1977.– Вып. 32.– С. 9–14, 1 л. портр.

*Voll L.* Leben und Werk [A.A. Ljapunows] // Alpha.– 1973.– Jg. 7, H. 5. – S. 103–104: Fot.

Confidences d'un visionnaire qui a les pieds sur terre: Le fabuleux avenir de la Sibérie // La vie ouvrière.– 1967.– 25 oct.– N 1208.– P. 44: fot.

*Fet Ya.* (editor). Book Series “History of Computer Science” (Digest).– Novosibirsk: Inst. of Comput. Math. and Math. Geoph. SB RAS Publ., 2009.– 52 p.

*Fet Ya.I.* Development of Computer Science in Siberia / SoRuCom-2006: Развитие вычислительной техники в России и странах бывшего Советского Союза: история и перспективы. Материалы Международной конференции.– Петрозаводск, 2006.– Ч. I.– С. 99–105.

*Fet Ya.I.* History of Computer Science in Russia / XXIII International Congress on the History of Science and Technology.– Budapest, Hungary, 28 July–2 August 2009 – Regular Session T09-10.– P. 537–538.

*Landis E.M.* About mathematics at Moscow state university in the late 1940s and early 1950s // History of mathematics / Ed. S. Zdravkovska and P. Eldiuren.– New York; London, 1993.– Vol. 6: Golden years of Moscow mathematics.– P. 55–73.

Skrzydła nauki syberyjskiej // Przyjaźn: Tygodnik il.– 1967.– N 43 (977).– P. 7:

*Tempest P.* Science plans the best use of their vast resources // Morning Star. – 1966.– 12 July.– P. 2.– Fot.

*Trachtenbrot B.A.* Aleksej Andreevič Ljapunov // Mathematik in der Schule.– 1975.– Jg. 13, N 4.– S. 203–209.

*Turkevich J., Turkevich L.B.* Prominent scientists of Continental Europe. – New York, 1968.– P. 191.– (Lyapunov Aleksei Andreevich).

<http://www.keldysh.ru/memory/lyapunov/index.htm>

Страницы памяти. Ляпунов Алексей Андреевич.

<http://www.nsc.ru/win/sbras/dates/Lyapunov.html>

К 90-летию со дня рождения Алексея Андреевича Ляпунова.

<http://www.math.nsc.ru/LBTR/u2/nanka/lyapun.html>

Институт математики СО РАН. Алексей Андреевич Ляпунов.

[http://www.schools.keldysh.ru/sch444.MUSEUM/1\\_17\\_118.htm](http://www.schools.keldysh.ru/sch444.MUSEUM/1_17_118.htm)

Галерея портретов. Ляпунов Алексей Андреевич.

<http://www.computer-museum.ru/galg glory/lyapunov.htm>

Виртуальный компьютерный музей. Алексей Андреевич Ляпунов.

[http://ru.wikipedia.org/wiki/Ляпунов\\_Алексей\\_Андреевич](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ляпунов_Алексей_Андреевич)

Алексей Андреевич Ляпунов.

<http://russiacomp2006.narod.ru/scientist3.htm>

В.М. Глушков. Алексей Андреевич Ляпунов.

<http://chernykh.net/content/view/467/679>

История компьютера. Алексей Ляпунов.

<http://computer-museum.ucoz.ru/publ.4-1-0-6>

Они были первыми.

<http://cshistory.nsu.ru/>

Виртуальный архив «История отечественной кибернетики и информатики».

<http://mmc1.nsu.ru/museumlyapunov>

Виртуальный музей «Наследие основателя отечественной кибернетики и программирования Алексея Андреевича Ляпунова».

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

*АМСТИСЛАВСКАЯ Светлана Ильинична.*

Сестра В.И. Амтиславского. Инженер. В настоящее время пенсионер, проживает в Израиле.

*БЕРГ Раиса Львовна (1913–2006).*

Биолог, генетик, историк науки. Доктор биологических наук, профессор. Дочь академика Л.С. Берга. Ученица и сотрудница А.А. Ляпунова. В 60-е годы заведовала лабораторией генетики популяций Института цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР. Подвергалась преследованиям в связи с выступлениями в защиту научной истины.

В 1974 г. эмигрировала в США. В 1983 г. издала книгу «Суховой. Воспоминания генетика», рассказывающую о трагической истории разгрома советской генетики.

*БОТВИННИК Михаил Моисеевич (1911–1985).*

Специалист в области электротехники. Доктор технических наук. Пятикратный чемпион мира по шахматам (1948–1957, 1958–1960, 1961–1963 гг.). Активно занимался созданием алгоритмов шахматного мастера для ЭВМ.

*БУЛГАКОВА (ЭМАН) Татьяна Ивановна.*

Инженер-математик, кандидат физ.-мат. наук, доктор технических наук. Ученица А.А. Ляпунова. С 1966 года работает во ВНИРО (Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии). Область научных интересов: математическое моделирование популяций и сообществ.

В 1963–1966 гг. жила в Академгородке и работала в Институте математики СО АН СССР, выполняя дипломную работу под руководством А.А. Ляпунова.

*ВЕЙЦМАН Люся Самуиловна (1911–1990).*

Геофизик, кандидат физико-математических наук. С 1934 года – жена и соратник Г.А. Гамбурцева. Работала в Институте физики Земли АН СССР.

*ГААЗЕ-РАПОПОРТ Модест Георгиевич (1919–1996).*

В 1941 г. окончил Артиллерийскую академию. Специалист в области систем противовоздушной обороны, вычислительной техники и программирования. С начала 1950-х годов – активный участник кибернетического движения. Автор одной из первых отечественных книг по кибернетике – «Автоматы и живые организмы» (1961).



*ГАЛЬПЕРИН Евсей Иосифович* (1920–1990).

Геофизик, доктор физико-математических наук. Ученик и соратник Г.А. Гамбурцева. Работал в Институте физики Земли РАН.

*ГАМБУРЦЕВ Азарий Григорьевич*. Родился в 1935 году.

Геофизик, доктор физико-математических наук. Главный научный сотрудник Института физики Земли РАН. Сын Л.С. Вейцман и Г.А. Гамбурцева.

*ГИНЗБУРГ Л.* Родился в 1945 году.

Специалист по математической биологии. Окончил матмех Ленинградского университета. С 1969 по 1975 год работал в Агрофизическом институте (Ленинград). В 1975 году эмигрировал в США. С 1977 года – профессор Университета Stony Brook (Нью Йорк).

*ГРАБАРЬ Игорь Эммануилович* (1871–1960).

Художник, историк искусства, основатель реставрационных мастерских (ныне – имени Грабаря). С 1913 года бессменный попечитель «Московской художественной галереи им. П.М. и С.М. Третьяковых» (ныне – Государственная Третьяковская галерея). Академик АН СССР. Народный художник СССР. Друг семьи Ляпуновых – Намёткиных.

*ЖУРАВЛЁВ Юрий Иванович*. Родился в 1935 г.

Математик, доктор физ.-мат. наук. Специалист в области математической кибернетики и теории распознавания образов. Ученик А.А. Ляпунова. В 60-е годы работал в Институте математики СО АН СССР. Академик РАН (1992). Председатель секции «Прикладная математика и информатика» Отделения математических наук РАН. Заместитель директора Вычислительного центра РАН по научной работе. Лауреат Ленинской премии (1966) и Ломоносовской премии I степени (2003).

*ЗЕЛИНСКАЯ-ПЛАТЭ Раиса Николаевна* (1910–2001).

Художник-портретист. Ученица Ф. Рерберга и Игоря Грабаря. Член Союза художников СССР. Дочь академика Н.Д. Зелинского. Друг семьи Ляпуновых – Намёткиных.

*КАПИЦА Сергей Петрович*. Родился в 1928 году.

Племянник Алексея Андреевича Ляпунова. Сын Петра Леонидовича Капицы.

Окончил Московский авиационный институт. С 1956 преподавал в Московском физико-техническом институте, заведовал кафедрой общей физики. Доктор физ.-мат. наук, профессор.

Главный редактор научно-популярного журнала «В мире науки». В 1973 году опубликовал книгу «Жизнь науки» и начал вести серию научно-популярных телевизионных передач «Очевидное – невероятное». В 2008 году получил специальный приз «ТЭФИ» за личный вклад в развитие российского телевидения.



**КОЗЛОВА (ХОВАНСКАЯ) Елена Георгиевна** (1944–2011).

Математик, кандидат физ.-мат. наук. Автор замечательных задачников «Сказки и подсказки». Сестра Аскольда Георгиевича Хованского. Племянница Алексея Андреевича Ляпунова.

**КРУШИНСКИЙ Леонид Викторович** (1912–1985).

Физиолог, член-корреспондент АН СССР, доктор биологических наук, профессор кафедры Высшей нервной деятельности МГУ им. М.В. Ломоносова. Лауреат Ленинской премии за открытие экстраполяционных рефлексов у животных. Друг детства А.А. Ляпунова.

**КУТАТЕЛАДЗЕ Семён Самсонович.** Родился в 1945 году.

Окончил Новосибирский университет в 1968 г. Доктор физ.-мат. наук, профессор Новосибирского университета. Главный научный сотрудник Института математики им. С.Л. Соболева Сибирского отделения РАН. Ученик Л.В. Канторовича. Соавтор Л.В. Канторовича по ряду монографий.

**ЛОКШИН Борис Вениаминович.** Родился в 1935 г.

Специалист в области молекулярной спектроскопии. Доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН.

**ЛОТАР-ШЕВЧЕНКО Вера Августовна** (1901–1982).

Блестящая французская пианистка, виртуоз, в 30-е годы выходит замуж за русского эмигранта Владимира Шевченко. В 1937 году они уезжают в СССР. В 1938 Шевченко был арестован и погиб. В 1940 – посадили и её...

После освобождения Вера Августовна оказалась в Нижнем Тагиле, потом – в Барнауле. Здесь её однажды встретил и услышал корреспондент «Комсомольской правды» С.Л. Соловейчик. В декабре 1965 года в этой газете был опубликован его очерк «Пианистка». Статью прочитал Алексей Андреевич Ляпунов. И всё понял. Он принял самое живое участие в судьбе пианистки: добился её переезда в Новосибирск, добился для неё квартиры в Академгородке, приобрёл для неё рояль фирмы «Беккер». С этих пор виртуозная фортепианная музыка вносила неоценимый вклад в ляпуновские вечера.

**ЛЯПУНОВ Андрей Николаевич.** Родился в 1934 году.

Математик, кандидат физико-математических наук, специалист в области теории игр. Сотрудник СПб филиала Математического института им. Стеклова РАН. Внук композитора С.М. Ляпунова. Племянник А.А. Ляпунова.

**ЛЯПУНОВА Наталия Алексеевна.**

Доктор биологических наук, профессор. Заведующая лабораторией цитогенетики Медико-генетического научного центра Российской академии медицинских наук.

Дочь Алексея Андреевича Ляпунова.

*МУДРОВ Владимир Иванович.* Родился в 1926 году.

В 1951–1959 гг. – слушатель Артиллерийской академии им. Дзержинского. После окончания академии служил в войсках ПВО страны. Доктор технических наук, профессор. С 1978 года на научной работе в ЦНИИ-46 МО.

*ПОГОЖЕВ Иван Борисович* (1923–2011).

Окончил в 1953 году Артиллерийскую академию им. Дзержинского.

Доктор технических наук (1967), профессор (1981). В 1974–1982 сотрудник Вычислительного центра СО АН СССР (Новосибирск). С 1982 года работал в Институте вычислительной математики АН СССР (Москва).

*ПОДЛОВЧЕНКО Римма Ивановна.*

Профессор, доктор физико-математических наук. Окончила МГУ в 1953 г. по кафедре вычислительной математики. Ещё в 1952 году, после прохождения практики в ИТМиВТ, была приглашена на работу в этот институт. Участвовала в разработке программ для БЭСМ-1. С 1953 по 1956 г. – в аспирантуре МГУ у А.А. Ляпунова. С 1954 по 1957 г. работает, по рекомендации А.А. Ляпунова, в ФИАНе. С 1957 по 1992 г. – в Ереване, зав. кафедрой вычислительной математики Ереванского государственного университета, затем – доцент, профессор, зав. кафедрой алгоритмических языков этого университета. С 1993 г. – ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского вычислительного центра МГУ.

*ТИТЛЯНОВА Аргента Антониновна.*

Окончила в 1952 г. Ленинградский университет как радиохимик. Работала на закрытом объекте, где познакомилась с Н.В. Тимофеевым-Ресовским. С 1954 по 1964 г. работала в лаборатории биофизики Уральского филиала АН СССР и постепенно переквалифицировалась в эколога. С 1964 г. живёт в Академгородке. Работала доцентом и замдекана ФЕН по биологическому отделению. С 1972 г. работает в Институте почвоведения и агрохимии.

Доктор биологических наук, профессор, автор нескольких монографий. Специалист в области биологического круговорота и экосистемной экологии. На основе архива Наталии Ивановны Базилевич, замечательного учёного в области биотического круговорота, написала и издала книгу «Биокруговорот на пяти континентах». Эта книга посвящена всем полевым экологам.

*ТРАХТЕНБРОТ Борис Авраамович.* Родился в 1921 г.

Математик, специалист в области математической логики, теории алгоритмов, теоретической кибернетики. В 60-е и 70-е гг. работал в новосибирском Академгородке, в Институте математики СО АН СССР.

В настоящее время – профессор Тель-Авивского университета (Израиль).

**ФАТЮХИНА Наталья Степановна.**

Геофизик. Кандидат геолого-минералогических наук. Работала в «Фундаментпроекте», «Геофизнефтеуглеразведке», МГУ, МИСИ, ЦНИГРИ. В настоящее время пенсионер.

**ФЁДОРОВ Вячеслав Иванович.** Родился в 1941 году.

Окончил факультет естественных наук НГУ по специальности «Физиология человека и животных». Доктор биологических наук, профессор. Ученик и сотрудник А.А. Ляпунова (с 1969 по 1973 год). Специалист и автор учебных пособий по кибернетической физиологии. Основные работы посвящены общетеоретическим вопросам организации и функционирования физиологических систем.

**ФЕДОТОВ Анатолий Михайлович.** Родился в 1948 году.

Член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор, зам. директора Института вычислительных технологий СО РАН по науке, декан Факультета информационных технологий НГУ.

Специалист в области информационных технологий, создания распределённых информационных систем, автоматизации программирования, теоретического обоснования вычислительных алгоритмов. Член редколлегий журналов: «Сибирский журнал вычислительной математики», «Информационные технологии в высшем образовании»; главный редактор журнала «Вестник НГУ: серия информационные технологии». Заместитель главного редактора журнала «Вычислительные технологии».

Среди учеников – 4 доктора и 22 кандидата наук. Автор и соавтор более 450 научных работ, из них 4 монографии. Награждён медалью ордена «За заслуги перед отечеством» II степени.

**ФЕТ Яков Ильич.** Родился в 1930 году.

Специалист в области вычислительной техники. Доктор технических наук (1992), профессор (1995), главный научный сотрудник Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН. Автор более 150 статей, изобретений и монографий. Основные интересы – архитектура суперкомпьютеров, искусственный интеллект, история науки.

**ФРИДМАН Геннадий Шмерельевич.** Родился в 1946 году.

Кандидат физико-математических наук, специалист в области дискретной математики. В 1964 г. окончил Физико-математическую школу при Новосибирском университете, а в 1969 г. – мехмат НГУ. С 1969 по 1973 год работал в лаборатории теоретической кибернетики под руководством А.А. Ляпунова, с 1973 по 1976 – в Институте экономики и организации промышленного производства СО АН СССР. С 1976 по 1992 гг. – в Омском госуниверситете (преподаватель, доцент, заведующий кафедрой прикладной и вычислительной математики).

*ФРУМКИНА Ревекка Марковна.*

Научный сотрудник Института языкознания РАН. Доктор филологических наук, профессор. Соратник А.А. Реформатского, И.А. Мельчука, А.А. Ляпунова. Основатель крупной исследовательской школы в области математической лингвистики. Автор более 200 научных трудов, в том числе – учебника «Психолингвистика», книг «Семантика и категоризация», «Цвет, смысл, сходство».

Более десяти лет была постоянным автором журнала «Знание – сила». В 1997 году опубликовала книгу воспоминаний «О нас – наискосок».

*ХОВАНСКИЙ Аскольд Георгиевич.* Родился в 1947 году.

Математик. Окончил в 1970 механико-математический факультет МГУ. Кандидат физ.-мат. наук (1973), доктор физ.-мат. наук (1988). В настоящее время – профессор Университета Торонто. Племянник А.А. Ляпунова.

*ЯБЛОНСКИЙ Сергей Всеволодович* (1924–1998).

Математик, член-корреспондент АН СССР. Окончил МГУ в 1950 г. Работал в Институте прикладной математики и в МГУ. Специалист в области дискретной математики и математических вопросов кибернетики.

## ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абакумов В.А. 300  
 Агафонов Б.П. 400, 401  
 Адамар Ж. 187  
 Адамс Дж.К. 237, 238  
 Аддисон Дж. 108, 127, 191, 278  
 Адян С.И. 110–112, 193, 281  
 Александр Невский 383, 502  
 Александров А.Д. 272, 277, 278, 452  
 Александров П.С. 24, 41, 66, 71, 123, 188, 490  
 Алескеров С.А. 273  
 Аменхотеп IV (Эхнатон) 195, 196  
 Амосов Н.М. 412  
 Амтиславская С.И. 268, 272, 276, 281, 291  
 Амтиславский В.И. 7, 127, 256, 267–286, 291–293  
 Андреев Б.А. 52  
 Андреев Н.Н. 301  
 Андронников И.Л. 318  
 Антомонов Ю.Г. 412  
 Антонов А. 506, 508  
 Аристотель 196  
 Арнольд Владимир 320, 465, 467, 503  
 Арнольд Дмитрий 361, 362, 503  
 Арнольды 502  
 Арсенин В.Я. 4, 61, 106, 112, 125, 255, 284  
 Артоблевский И.И. 490  
 Архангельский А.Д. 49  
 Астауров Б.Л. 19  
 Атанасов Дж.В. 392  
 Афанасьев В.А. 528  
 Афиногенов А.Н. 138  
 Ахматов С.А. 56
- Багриновская Г.П. 30, 298  
 Базилевич Н.И. 404  
 Баландина Н.А. 503  
 Барахнин В.Б. 527  
 Бари Н.К. 19, 46, 113, 384  
 Бах И.С. 363, 364
- Беликов П.Н. 56  
 Белов В. 202  
 Белозерский А.Н. 513, 514  
 Белокриницкая Т.В. 466  
 Беляев Д.К. 417  
 Беляев С.Т. 452, 455  
 Беляева Т.С. 34, 219  
 Белякин Н.В. 112, 271  
 Берг А.И. 23, 333, 346, 388, 440, 458, 526  
 Берг Р.Л. 90, 103, 299, 314, 397, 438  
 Берман Д.И. 298, 302  
 Бернсайд У. 111  
 Бернштейн Н.А. 58, 314  
 Берс А.А. 413  
 Бетховен Л. ван 363, 364  
 Биркгоф Г. 155, 187  
 Биштейн Я.А. 507  
 Блинков С.М. 314  
 Блюменфельд Л.А. 300, 397  
 Блюмфилд Л. 160  
 Богданов А.А. 343  
 Болдуин Дж. 99, 100  
 Болкер Е. 263  
 Бонгард М.М. 314, 462  
 Бондаренко О. 298  
 Бор Н. 155, 400, 403  
 Борель Э. 24, 41, 121, 186, 187  
 Бородин Ю.И. 418, 419  
 Ботвинник М.М. 7, 294  
 Боткин С.С. 489  
 Бошнян Г.М. 508  
 Брауэр Л.Э. 44  
 Брудно А.Л. 112, 372, 373  
 Будкер А.М. 411, 453, 454, 458  
 Булгакова (Эман) Т.И. 297, 391  
 Буренков С.П. 420  
 Бусленко Н.П. 21, 22, 34, 169, 175, 311, 313, 331, 376, 379, 390, 393, 526  
 Бэббидж Ч. 392, 423  
 Бэр Р. 24, 41, 121, 186, 187, 272

- Вавилов Н.И. 313  
Вавилов С.И. 56, 490  
Василенко А. 532  
Васильев А.В. 351  
Васильев В.В. 56  
Васильев Ю.Л. 84, 349  
Вегенер А.Л. 55  
Вейерштрасс К. 186  
Вейцман-Гамбурцева Л.С. 304, 318, 360  
Великанов М.А. 58  
Величко М. 409, 410  
Верещагин В.В. 336  
Верн Жюль 502  
Вернадский В.И. 95, 96, 103, 145, 180, 221, 222, 343, 345, 404, 446, 454  
Викторов Г.А. 301  
Виленкин С.Я. 21, 311, 379  
Винер Н. 5, 26, 294, 340, 341, 343, 345, 346, 389, 427, 437, 447  
Виноградов И.М. 283  
Виноградов М.Е. 302  
Виноградов Ю.А. 534  
Вирт Н. 392  
Вихман 128  
Войтишек Л.В. 298  
Воларович М.П. 56, 57, 308  
Волькенштейн М.В. 341, 397  
Вольтерра В. 179, 298  
Воронин Л.Г. 511  
Воронцов Е.М. 6  
Воронцов Н.Н. 6, 301, 322, 323, 351, 505–508, 511, 513, 514  
Воронцов-Вельяминов Б.А. 18
- Гаазе-Рапопорт М.Г. 311, 447  
Галлей Э. 248  
Галле И.Г. 238  
Гальперин Е.И. 316, 321  
Гамбурцев А.Г. 318, 360–362, 409, 503  
Гамбурцев Г.А. 7, 19, 21, 52, 56, 140–142, 308, 309, 316–321, 360, 486  
Гамбурцева (Виноградова) А.Г. 318, 479, 482, 485  
Гарднер М. 432  
Гаузе Г.Ф. 100  
Гёдель К. 44, 64, 76, 107, 108, 127, 128, 131, 150, 190, 191, 271, 272  
Гейнсборо Т. 489  
Гельфанд И.М. 173, 314  
Гептнер В.Г. 508
- Герович В. 531  
Геродот 196  
Гильберт Д. 63, 64, 187  
Гильдерман Ю.И. 298, 322, 412  
Гинзбург Л. 322  
Гиппократ 196  
Гирц К. 460, 461  
Гительзон И.И. 533  
Гладкий А.В. 112, 271  
Глазовская М.А. 404  
Гливенко В.И. 20  
Гливенко Е.В. 34, 263, 310, 376  
Глушков В.М. 169, 451  
Голубев В.В. 490  
Гольштейн Е.Г. 314  
Гор Г.С. 433  
Горбачёв М.С. 322  
Городецкий В.Ф. 525, 528  
Гофман (Померанцева) Э.В. 305, 306  
Грабарь В.М. 337  
Грабарь И.Э. 201, 336, 337, 351–353, 365, 366, 489  
Гранин Д.А. 397  
Гревс И.М. 461, 462  
Грекова И. (Вентцель Е.С.) 371, 378, 382, 432  
Губкин И.М. 49  
Гудзовский В.А. 376  
Гулевич В.С. 58  
Гуревич Э.А. 360  
Гурфинкель В.С. 314
- Даламбер Ж. 185  
Данжуа А. 38, 187  
Дарвин Ч. 95, 96, 103, 145, 180, 343, 446  
Дворянкин Ф.А. 507, 517  
Дебюсси К. 364  
Дедекинд Р. 186  
Дедов Н.Ф. 204  
Дементьев В.Т. 297, 445  
Демидов С.С. 37  
Демокрит 196  
Демурова Н.М. 431  
Дерягин Б.В. 55, 56, 308  
Джинс Дж.Х. 249  
Дзержинский К.Ф. 302  
Дзержинский Ф.Я. 302, 505  
Добровольский Г.В. 510  
Допплер К. 228, 251  
Достоевский Ф.М. 138

- Дроздов Н. 505  
Дубинин Н.П. 19, 506, 509, 518  
Дубнов Я.С. 33, 443
- Евклид** 186  
Егоров Д.Ф. 326  
Ельмслев Л. 160  
Ершов А.П. 5, 22, 77, 117–120, 127, 314, 333, 387, 393, 449, 526  
Ершов Ю.Л. 127, 277
- Жебрак А.Р.** 507  
Жегалкин И.И. 113  
Жинкин Н.И. 314  
Журавлёв Ю.И. 4, 22, 34, 84–86, 169, 202, 324, 331, 393, 423, 526, 530
- Забродина И.** 503  
Завадовский М.М. 353, 355, 507  
Заварзин Е. 508  
Зайцевы 383  
Залгаллер В.А. 263  
Заславский И.Д. 273  
Зелёно Г.А. 300  
Зелинская-Платэ Р.Н. 336  
Зелинский Н.Д. 352, 353  
Зенкевич Л.А. 505  
Зильбер Л.А. 506  
Зорин А. 460  
Зыков А.А. 112
- Иванов А.Г.** 52  
Иванов В. 506  
Иванова Л.Н. 420  
Иврий В.Я. 451  
Иисус Навин 197  
Ильин Н.А. 353  
Иоффе А.Ф. 58
- Кабаков Ф.А.** 112, 281  
Каганович Б.С. 461  
Казначеев В.П. 418  
Калужнин Л.А. 436  
Каляева Э. 505  
Камшилов М.И. 100  
Кантор Г. 37, 186  
Канторович Л.В. 25, 169, 221, 270, 314, 455  
Капица П.Л. 431  
Капица С.П. 340  
Капицы 383, 502
- Карев Г.П. 450  
Карпова Н.А. 534  
Кацуба П.Б. 368  
Кедров Б.М. 372  
Келдыш Л.В. 7, 19, 65–71, 372, 384, 490  
Келдыш М.В. 21, 270, 388, 490, 491  
Кеплер И. 237  
Керкис Ю.Я. 19, 391, 397, 504  
Кирпичников В.С. 100  
Киселёв Л.Л. 506, 508, 513  
Кислик М.Д. 21  
Китайник А.У. 431  
Китов А.И. 21, 311, 313, 333, 381, 388, 436, 437  
Кишкина З.М. 325  
Клини С.К. 44, 109, 129, 192, 278, 283  
Кобринский Н.Е. 313  
Ковалёв С.А. 512  
Козлова З.И. 4, 61, 112, 125, 255, 271, 279, 281, 284  
Колесова Г.И. 298  
Колмогоров А.Н. 19, 24, 25, 270, 283, 313, 314, 323, 326, 368, 384, 391, 455, 504, 518  
Колотов А.Т. 298, 414  
Колпаков М.Г. 415, 416, 419, 420  
Колчанов Н.А. 416  
Кольман Э. 311  
Кольцов Н.К. 58, 313, 353, 504  
Комолов П.Н. 437  
Кондо К.К. 106, 124  
Константин Галицкий 383, 502  
Коробков В.К. 84, 328, 413  
Коротевская В. 503  
Корочкин Л.И. 419, 420  
Коэн П.Д. 128, 150, 191  
Кравков С.В. 56  
Краус И.А. 297, 298  
Краузе О. 503  
Крейнин Я.Л. 107, 112, 127  
Криницкий Н.А. 21, 294, 295, 436, 437, 520  
Критский М. 508  
Кричевский Р.Е. 84  
Крушинский Л.В. 167, 314, 315, 346, 351, 506, 507  
Крылов А.Н. 49, 58, 294, 344, 502  
Кудрявцев Б.Б. 56  
Кудряшов Б.А. 507, 517  
Кузнецов А.В. 112, 127, 277

- Кузнецов И.И. 490, 491  
Куинджи А.И. 336, 351  
Кулагина О.С. 4, 22, 30, 82, 83, 301, 314, 390, 391, 520, 526  
Кулебакин В.С. 490  
Кулешов П.Н. 430  
Кунугуи К. 106  
Куперман Ф. 507, 517  
Куприяновы 502  
Куратовский К. 44, 124, 127  
Кутателадзе С.С. 7, 256, 262  
Кэрролл Л. (Ч.Л. Доджсон) 431  
Кювье Ж. 94, 101, 103
- Лавренко Е.М. 406  
Лаврентьев М.А. 19, 23, 334, 381, 384, 414, 452–454, 490, 521  
Лазарев В.П. 56  
Лазарев П.П. 7, 18, 20, 49–59, 305, 307–309, 352–354, 356, 368, 383, 384, 486, 518  
Ламарк Ж. Б. 95  
Ландау Л.Д. 155, 345  
Ландис Е.М. 310  
Ландсберг Г.С. 58  
Ланжевен П. 431  
Лебег А. 24, 38, 41, 67, 107, 121, 186–188  
Лебедев М.М. 440, 441  
Лебедев С.А. 370, 386, 392, 423  
Левенштейн В.И. 22, 534  
Леверье У. 237, 238  
Левитан Б.М. 376  
Левитан И.И. 336  
Левитин К.Е. 300  
Лёвшин Б.В. 37  
Лёвшин В.Л. 56  
Лейбензон С.Л. 58  
Лейбниц Г. В. 185  
Ленин В.И. 49, 114  
Леонардо да Винчи 198  
Леонтьев А.Н. 344  
Лепешинская О.Б. 508  
Ливенсон Е.М. 25, 270  
Литерат С.И. 204, 444  
Лифшиц Е.М. 155, 345  
Лобашев М.Е. 440, 441  
Локшин Б.В. 320, 360, 503  
Ломоносов М.В. 431  
Лосева М.И. 420  
Лотар-Шевченко В.А. 363, 433, 455  
Лотман Ю.М. 461–463
- Лоуэлл П. 238  
Лузин Н.Н. 3, 7, 19, 24, 37–48, 60–62, 65–67, 104, 107, 121, 123, 129, 130, 132, 145, 185, 188, 189, 255, 272, 291, 326, 340, 366, 384, 423, 452, 455, 486, 490–493  
Лукин Е.И. 100  
Лукьянов 128  
Луначарский А.В. 366  
Лупанов О.Б. 4, 22, 84, 314, 335, 388, 534  
Лучник В. 400, 401  
Лысенко Т.Д. 410, 504, 506, 507, 509, 510, 511  
Любецкий В.А. 108, 128  
Любимов Ю.И. 376  
Любимский Э.З. 387  
Люстерник Л.А. 19, 314, 384  
Ляля – см. Ляпунова Е.А.  
Ляпунов Андрей Ник. 17, 49, 305, 337, 351, 352, 365, 383, 471, 474, 476, 478, 481, 484, 488, 489  
Ляпунов Николай (Аскольд) Андреевич 20, 338, 352, 354, 363, 475  
Ляпунов С.М. 502  
Ляпунов А.А. *passim*  
Ляпунов А.М. 255, 294, 340, 502  
Ляпунов А.Н. 7, 256, 257  
Ляпунов А.Я. 347  
Ляпунов Андрей Андреевич 20, 338, 475  
Ляпунов Вас. В. 474  
Ляпунов Н.В. 474  
Ляпунов Я.А. 20, 338, 475  
Ляпунова (Анри) В.В. 473, 475  
Ляпунова (Богданова) Н.А. 8, 34, 202, 219, 302, 318, 320, 351, 362, 365, 409, 479, 482, 485, 501–503, 506–508, 512–514, 516  
Ляпунова (Воронцова) Е.А. 6, 302, 318, 322, 362, 409, 479, 482, 485, 503, 505–508, 511–514, 516  
Ляпунова (Молоствовва) Е.В. 473, 475  
Ляпунова (Намёткина) Л.Н. 353  
Ляпунова (Семерчан) Вера 475  
Ляпунова А.С. (урожд. Гурьева) 292, 300, 320, 348, 357, 393, 397, 459, 465, 466, 472, 475, 479, 482, 485  
Ляпунова В.А. 352, 354  
Ляпунова Ел. Вас. 337–339, 352, 353, 464, 471, 474, 476, 478, 481, 484, 502



- Ляпунова М.А. 475  
 Ляпунова (Хованская) Рогнеда 464, 475  
 Ляпуновы братья: Прокопий, Захарий и Григорий 383
- Макаров П.О. 56  
 Маленков А.Г. 391, 392, 402  
 Малиновский А.А. 314, 438, 446  
 Мандельштам Л.И. 58  
 Мантейфель П.А. 505  
 Марков А.А. (младший) 76, 110, 327  
 Маркс К. 341  
 Маркушевич А.И. 33, 443  
 Марчук Г.И. 173, 381, 414  
 Маршак С.Я. 201  
 Маслов Н.М. 57  
 Матвеев Б.С. 508  
 Мацкина Р.И. 71  
 Маяковский В.В. 468  
 Медоус Д.Л. 342  
 Меллер Г.Дж. 99  
 Мельчук И.А. 30, 81, 83, 299, 441  
 Мендель Г. 505, 509, 518  
 Меншуткин В.В. 302  
 Меньшов Д.Е. 19, 46, 113, 384  
 Мински М. 392  
 Михайлов А.А. 49, 409  
 Михайлова К.А. 112  
 Михеев Ю.В. 445  
 Моисеев Н.Н. 323, 373, 374  
 Молоденский М.С. 52  
 Молошная Т.Н. 30, 82  
 Молчанов А.М. 300, 407, 408  
 Монин А.С. 440  
 Монтель П. 187  
 Морган Л. 99, 100, 508  
 Мостовский А. 109, 127, 271, 279  
 Мудров В.И. 21, 375  
 Мучник А.А. 112, 534
- Налимов В.В. 407, 408  
 Намёткин Н.С. 338, 363, 475, 504  
 Намёткин С.С. 337–339, 353, 356, 383, 471, 473, 474, 476, 478, 481, 484, 504  
 Намёткина (Долгополова) Н.С. 475  
 Нейман Дж. фон 155, 169  
 Немыцкий В.В. 314  
 Никифоров П.М. 49
- Новиков А. 503  
 Новиков П.С. 7, 19, 20, 24, 25, 60–64, 76, 104–114, 121–131, 136–139, 145, 150, 158, 185, 189, 190–193, 255, 270–272, 291, 330, 340, 372, 373, 384, 385, 452, 455, 473, 487, 490, 491  
 Новиков С.П. 320, 362, 503  
 Новопокровский Н.Н. 377  
 Ньютон И. 248, 349  
 Нэш Д. Ф. 259
- Обут Т.А. 412  
 Одинцов Г.Ф. 378  
 Опарин А.И. 508  
 Орбели Л.А. 58  
 Осборн Г.Ф. 99  
 Остроухов 336
- Павлов И.П. 145, 180  
 Павлов П.П. 56  
 Павлова Е. 501  
 Панов Е.Н. 505  
 Парийские 502  
 Парийский Н.Н. 52  
 Парийский Ю.А. 397  
 Паршева Р. 503  
 Пастер Л. 508  
 Петер Р. 77  
 Пётр I 246  
 Петров Б.Н. 490, 491  
 Петрова Г.Н. 52  
 Петровский И.Г. 490  
 Пименов М.Г. 501  
 Пифагор 196  
 Платон 196  
 Плеснер А.И. 158  
 По Э.А. 138  
 Повало-Швейковский Н.Т. 58  
 Поваров Г.Н. 437  
 Погожев И.Б. 21, 297, 378, 419, 430  
 Подловченко Р.И. 4, 22, 273, 383, 520, 526, 534  
 Полетаев И.А. 5, 21, 179, 297–300, 303, 313, 315, 322, 358, 371, 397, 398, 400, 402, 407, 408, 411, 417, 436, 440, 441, 448, 449  
 Поликарпов М.П. 52, 56  
 Пост Э. 44, 76, 110, 129, 192, 327, 330  
 Привалов И.И. 40, 44  
 Птолемей 196

- Райт С. 99  
Ратнер В.А. 322, 416, 419, 438  
Рашевские 502  
Ребиндер П.Л. 56  
Резерфорд Э. 431  
Реле А.М. 379  
Ремезов 404  
Реформатский А.А. 30, 461, 462  
Решетняк Ю.Г. 263  
Рисс Ф. 187  
Рихтер С.Т. 363, 364  
Рихтер И.В. 281  
Риччи Д. 392  
Родин Л.Е. 404  
Розанов В.М. 491  
Розанова Е. 507, 508  
Розенблют А. 346  
Ромашов Д.Д. 506  
Ростовцев М.И. 379  
Рубан И.П. 365, 366  
Ружевиц Т. 125  
Рыбкин Г.Ф. 440  
Рябинова Л.Я. 504  
Рябов Г.Г. 423
- Сапожников Г.А. 423  
Сарымсаков Т.А. 452  
Сахаров Митя (Сухарев Дм.) 507  
Сахаров А.Д. 450  
Сахаров В.В. 507  
Северцов А.С. 100, 501, 505, 506, 508  
Сергеенко М.Е. 461  
Серпинский В. 42, 125  
Сеченовы 383, 502  
Сидоров В.Н. 462  
Симонов В.П. 107  
Сметанич Я.С. 112  
Смолин П.П. 504, 505  
Снякин Г.П. 56  
Соболев С.Л. 23, 173, 204, 270, 311, 312, 333, 369, 381, 385, 388, 391, 413, 414, 430, 451, 452  
Содномов Б.С. 112  
Соколов В.С. 305  
Соколов М.И. 490, 491  
Соколова Л.С. 305  
Соколовский Ю.И. 204  
Сократ 196  
Сосина Л. 363  
Соссюр Ф. 160  
Сосюра О.В. 21, 34, 379
- Сперанские 383  
Сталин И.В. 438, 506  
Старобогатов С. 506, 508  
Стебунов В.Т. 434  
Столетов В.Н. 454  
Струве Д. 503  
Ступина И.Д. 271, 280  
Сукачёв В.Н. 299  
Суслин М.Я. 24, 41, 44, 124, 188
- Тайманов А.Д. 4, 112, 255, 270, 284  
Тарский А. 44  
Тартаковская С. 298  
Таубе А.Э. 305  
Твардовский А.Т. 432  
Тер-Микаэлян Т.М. 273  
Тимофеева-Ресовская Е.А. 509  
Тимофеев-Ресовский Н.В. 19, 300, 314, 319, 323, 331, 333, 334, 346, 356, 389, 391, 397–403, 407, 410, 438, 440, 509–511  
Титлянова А.А. 397  
Тихонов А.Н. 173  
Толстой Л.Н. 138  
Толстой С.А. 56  
Томпсон К. 392  
Топчиев А.В. 490  
Трахтенброт Б.А. 7, 34, 112, 256, 267, 268, 271, 274, 275, 286, 297  
Трахтенброт Б.И. 284, 285  
Тресков С.А. 450  
Туся – см. Ляпунова Н.А.  
Тутанхамон 195  
Тьюринг А.М. 76, 129, 192, 327  
Тябликов С.В. 491
- Уайльд О. 138  
Уоддингтон К. 100  
Урысон П.С. 44, 66  
Успенский Б.А. 462  
Успенский В.А. 8, 314, 430  
Успенский С.Н. 18, 305, 353
- Фалевич Б.Я. 112  
Фарадей М. 446  
Фату П. 38  
Фатюхина Н.С. 320, 409  
Фёдоров В.И. 411–413, 417, 418  
Фёдоров В.К. 56  
Фёдоров Н.Т. 56  
Федорюк М. 326

- Федотов А.М. 8, 393, 415, 422  
 Фейгенберг И.М. 314  
 Фейгинсон Н.И. 507, 511  
 Фет Я.И. 8, 429  
 Фигнер В.Н. 502  
 Фигнер Н.Н. 502  
 Филатовы 383  
 Фишер Р. 100  
 Фок В.А. 155  
 Форрестер Дж.У. 342  
 Фреше М. 187  
 Фридберг Р.М. 274  
 Фридман А.А. 112  
 Фридман Г.Ш. 256, 449  
 Фрумкина Р.М. 460  
 Фурцева Е.А. 433
- Хаусдорф Ф. 24  
 Хинман П.Г. 269, 278–282, 285, 286  
 Хованская (Козлова) Е.Г. 347, 464  
 Хованская (Ляпунова) Е.А. 502  
 Хованская Р. 466  
 Хованские 502  
 Хованский А.Г. 255, 256, 464  
 Холден Дж. 99  
 Хофф М. 392  
 Храпченко В.М. 534  
 Христоробова Н.Б. 90  
 Хрушев Н.С. 438, 508, 512  
 Хухунашвили 71
- Цвейг С. 339  
 Цветков А.Н. 56  
 Цетлин М.Л. 22, 87, 88, 314, 462, 526  
 Цинман Л.Л. 112
- Чаплыгин С.А. 58  
 Чаргафф Э. 514  
 Чёрч А. 44, 76, 192  
 Четвериков С.С. 313  
 Чехов А.П. 138  
 Членов Л.Г. 314  
 Чуковский К.И. 432
- Шагал М.З. 433  
 Шази Ж. 250  
 Шатерников Н.М. 58
- Шашкин Ю.А. 107, 112  
 Швартин С.М. 21  
 Шемьякин М.Ф. 501, 505, 506  
 Шеннон К.Э. 169, 343  
 Ширков Д.В. 334  
 Широков Ф.В. 431  
 Ширшов А.И. 414  
 Шифрин Д.М. 100  
 Шкловский И.С. 243  
 Шмальгаузен И.И. 7, 91–94, 96, 98, 100–103, 314, 438, 504, 507  
 Шмидт О.Ю. 49, 249, 250  
 Шноль С.Э. 444, 371  
 Шовкопляс В.А. 436  
 Шокин Ю.И. 423, 527  
 Шопен Ф. 363, 364  
 Шпольский Э.В. 56  
 Шредингер Э. 509  
 Шрейдер Ю.А. 314, 447, 462  
 Шулейкин В.В. 56  
 Шумный В.К. 423  
 Шура-Бура М.Р. 118  
 Шутова С.В. 421  
 Шухман В.Н. 452
- Щегольков Е.А. 112  
 Щодро Н.К. 51, 56
- Эйлер Л. 185  
 Эйнштейн А. 446  
 Эль Греко 198  
 Эмме А.М. 89, 90  
 Энгельгардт В.А. 341  
 Энгельгардт В.А. 341  
 Эндертон 282  
 Эрбран Ж. 192  
 Эренбург И.Г. 371, 372  
 Эфроимсон В.П. 397, 438
- Юферова Г.А. 298
- Яблонский С.В. 4, 22, 27, 28, 84, 112, 169, 314, 330, 335, 389, 393, 427, 428  
 Янков 128  
 Янов Ю.И. 29, 118, 387, 388, 456, 457, 520, 526, 534  
 Яновская С.А. 113, 314  
 Яншин А.Л. 449  
 Яуре Г.Г. 56

От составителей . . . . .	3
<b>Раздел I. Страницы жизни А.А. Ляпунова</b> . . . . .	15
Очерк научной, педагогической и общественной деятель- ности А.А. Ляпунова. . . . .	17
<b>Раздел II. А.А. Ляпунов о своих учителях, соратниках, учениках</b> . . . . .	35
Николай Николаевич Лузин. Московская математическая школа. Дескриптивная теория множеств. [1936] . . . . .	37
Первый том сочинений Н.Н. Лузина. [1954] . . . . .	46
Памяти Петра Петровича Лазарева. [1956] . . . . .	49
Пётр Сергеевич Новиков (к 50-летию со дня рождения). [1952] . . . . .	60
Людмила Всеволодовна Келдыш (к 50-летию со дня рож- дения). [1955] . . . . .	65
Крупный вклад в математику (совместно с С.В. Яблон- ским). [1957] . . . . .	73
Отзыв о работе тов. А.П. Ершова. [1958] . . . . .	77
О фундаменте и стиле современной математики (по пово- ду статьи Н. Бурбаки «Архитектура математики»). [1960]	78
Предисловие к книге И.А. Мельчука «Автоматический синтаксический анализ». [1964] . . . . .	81
Дискретный анализ. [1965] . . . . .	84
Памяти Михаила Львовича Цетлина. [1966] . . . . .	87
Андрей Макарович Эмме. [1967] . . . . .	89
Предисловие к 16-му выпуску сборника «Проблемы кибер- нетики», посвящённому памяти И.И. Шмальгаузена. [1966] . . . . .	91
О цикле кибернетических работ Ивана Ивановича Шмаль- гаузена (совместно с Р.Л. Берг). [1968].. . . . .	92
Пётр Сергеевич Новиков (к 70-летию со дня рождения). [1971] . . . . .	104
Отзыв о научной деятельности А.П. Ершова. [1972] . . . . .	117
О работах П.С. Новикова в области дескриптивной теории множеств. [1973] . . . . .	121
О Петре Сергеевиче Новикове – учёном, учителе, человеке. [1971] . . . . .	136
О Григории Александровиче Гамбурцеве. [1973] . . . . .	140
<b>Раздел III. Избранные статьи А.А. Ляпунова о науке, образовании, искусстве</b> . . . . .	143
О некоторых особенностях строения современного теоре- тического знания . . . . .	145

О соотношении понятий материя, энергия и информация	163
О роли математики в современной человеческой культуре	168
О роли теоретико-множественных концепций в развитии основ математики. Дескриптивная теория множеств и теория алгоритмов. Н.Н. Лузин и П.С. Новиков. . . . .	185
Размышления о месте искусства в развитии человеческой культуры . . . . .	194
О реформе математических программ . . . . .	204
Онтодидактика в математике. . . . .	211
Землеведение . . . . .	219
<b>Раздел IV. О теореме выпуклости Ляпунова</b> . . . . .	253
<i>Н.А. Ляпунова.</i> Комментарий . . . . .	255
<i>А.Н. Ляпунов.</i> Теорема А.А. Ляпунова о выпуклости значений мер . . . . .	257
<i>С.С. Кутателадзе.</i> Теорема Ляпунова, зоноиды и бэнг-бэнг . . . . .	262
<b>Раздел V. Учитель и ученик</b> . . . . .	265
<i>Б.А. Трахтенброт.</i> Алексей Андреевич и Володя . . . . .	267
<b>Раздел VI. Воспоминания учеников, друзей, коллег</b>	
<b>об А.А. Ляпунове</b> . . . . .	289
<i>С.И. Амстиславская.</i> Мало кому дано делать добро так легко и естественно . . . . .	291
<i>М.М. Ботвинник.</i> Из цикла «Портреты и зарисовки» . . . . .	294
<i>Т.И. Булгакова.</i> Мой дорогой Учитель . . . . .	297
<i>Л.С. Вейцман.</i> Дружба – от школьных лет и навсегда . . . . .	304
<i>М.Г. Гаазе-Рапопорт.</i> О становлении кибернетики в СССР (Фрагменты). . . . .	311
<i>Е.И. Гальперин.</i> Алексей Андреевич в экспедициях на Тянь-Шане . . . . .	316
<i>А.Г. Гамбурцев.</i> Алексей Андреевич – друг нашей семьи . . . . .	318
<i>Л. Гинзбург.</i> Короткие воспоминания о незабываемых встречах с Алексеем Андреевичем Ляпуновым . . . . .	322
<i>Ю.И. Журавлёв.</i> О моём Учителе . . . . .	324
<i>Р.Н. Зелинская-Платэ.</i> Ляпуновы–Намёткины на всю жизнь. . . . .	336
<i>С.П. Капица.</i> Очерк воспоминаний о кибернетике и её творцах. . . . .	340
<i>Е.Г. Козлова.</i> Про дядю Алёшу. . . . .	347
<i>Л.В. Крушинский.</i> Воспоминания . . . . .	351
<i>Б.В. Локшин.</i> Таких людей я больше не встречал. . . . .	360
<i>В.А. Лотар-Шевченко.</i> Музыка в жизни А.А. Ляпунова . . . . .	363
<i>Н.А. Ляпунова.</i> Несколько эпизодов из жизни отца . . . . .	365
<i>В.И. Мудров.</i> Вспоминая А.А. Ляпунова, невольно гордишься тем, что был с ним знаком. . . . .	375

<i>И.Б. Погожев.</i> Слово об Учителе. А.А. Ляпунов в моей жизни. . . . .	378
<i>Р.И. Подловченко.</i> Алексей Андреевич Ляпунов – яркое явление духовной культуры . . . . .	383
<i>А.А. Титлянова.</i> Алексей Андреевич Ляпунов – мои воспоминания. . . . .	397
<i>Н.С. Фатюхина.</i> Несколько встреч . . . . .	409
<i>В.И. Фёдоров.</i> А.А. Ляпунов в моей жизни. . . . .	411
<i>А.М. Федотов.</i> Научное наследие А.А. Ляпунова и современность . . . . .	422
<i>А.М. Федотов.</i> А.А. Ляпунов и математическая биология. . . . .	425
<i>Я.И. Фет.</i> Человеческие качества Алексея Андреевича Ляпунова . . . . .	429
<i>Г.Ш. Фридман.</i> Алексей Андреевич Ляпунов. Штрихи к портрету. Нравственные уроки великого учёного и гражданина. . . . .	449
<i>Р.М. Фрумкина.</i> Воспитатели пламени . . . . .	460
<i>А.Г. Хованский.</i> Дядя Алёша . . . . .	464
<b>Раздел VII. Приложения</b> . . . . .	469
Автобиография. [1939]. . . . .	471
Автобиография. [1942]. . . . .	474
Автобиография. [1949]. . . . .	476
Автобиография. [1950]. . . . .	478
Автобиография. [1953]. . . . .	481
Автобиография. [1960]. . . . .	484
Краткое жизнеописание Ляпунова Алексея Андреевича . . . . .	486
<i>И.Э. Грабарь.</i> Ушедшие. Андрей Николаевич Ляпунов. [1923]. . . . .	488
Документы Президиума АН СССР. Комиссия по организации похорон академика Н.Н. Лузина. О порядке похорон. [1950] . . . . .	490
<i>А.А. Ляпунов.</i> Н.Н. Лузин (Некролог). [1950] . . . . .	492
Доклады, прочитанные и обсуждённые на заседаниях Большого семинара А.А. Ляпунова в Московском университете (1954–1964) . . . . .	494
Дело сестёр Ляпуновых . . . . .	501
<i>А.А. Ляпунов.</i> Объяснение. [Март 1956] . . . . .	515
Характеристика заведующего лабораторией теоретической кибернетики Института гидродинамики СО АН СССР, члена-корреспондента АН СССР, доктора физико-математических наук, профессора ЛЯПУНОВА Алексея Андреевича. [1973] . . . . .	519
Положение о стипендии имени А.А. Ляпунова в Новосибирском государственном университете . . . . .	522

Праздник на Улице Ляпунова в новосибирском Академ- городке. . . . .	525
Письмо мэру г. Новосибирска В.Ф. Городецкому . . . . .	—
Постановление мэрии г. Новосибирска . . . . .	528
Памятная мемориальная доска на здании ФМШ. . . . .	529
Приветствия: академика <i>Ю.И. Журавлёва</i> , доктора <i>Вячеслава Геровича</i> , протоиерея <i>Алексия Василенко</i> , академика <i>И.И. Гительзона</i> , профессора <i>Р.И. Подловченко</i> и сотрудников ИПМ РАН: <i>О.Б. Лупанова</i> , <i>Н.А. Карповой</i> , <i>О.С. Кулагиной</i> , <i>В.М. Храпченко</i> , <i>Ю.И. Янова</i> , <i>В.И. Левенштейна</i> , <i>Ю.А. Виноградова</i> , <i>А.А. Мучника</i> . . . . .	530
Хронологический указатель трудов . . . . .	535
Библиография публикаций об А.А. Ляпунове . . . . .	557
Сведения об авторах . . . . .	567
Именной указатель . . . . .	573

## CONTENTS

Editor's Foreword . . . . .	9
<b>Section I. Pages from A.A. Lyapunov's Life . . . . .</b>	<b>15</b>
Essay on Scientific, Educational, and Social Activities of A.A. Lyapunov . . . . .	17
<b>Section II. A.A. Lyapunov on His Teachers, Colleagues, Pupils . . . . .</b>	<b>35</b>
Nikolay Nikolaevich Luzin. Moscow Mathematical School. Descriptive set theory [1936] . . . . .	37
The First Volume of N.N. Luzin's Works [1954] . . . . .	46
In Memory of Pyotr Petrovich Lazarev [1956] . . . . .	49
Pyotr Sergeevich Novikov (on the 50 <sup>th</sup> Anniversary). [1952] . . . . .	60
Ludmila Vsevolodovna Keldysh (on the 50 <sup>th</sup> Anniversary). [1955] . . . . .	65
An Important Contribution to Mathematics (together with <i>S.V. Yablonsky</i> ). [1957] . . . . .	73
Andrey Petrovich Ershov (Review on the Thesis). [1958] . . . . .	77
On the Foundation and the Style of Modern Mathematics. Regarding the article by N. Bourbaki. [1958]. . . . .	78
Foreword to I.A. Melchuk's Book: "Automatic parsing". [1964] . . . . .	81
Discrete Analysis (on Yu.I. Zhuravlyov' Works ). [1965] . . . . .	84
In Memory of Michael L. Tsetlin (1966). [1966] . . . . .	87
Andrey Makarovich Emme. [1967] . . . . .	89
Preface to the 16 <sup>th</sup> Issue of "Problems of Cybernetics" Dedi- cated to the Memory of I.I. Schmalhausen [1966] . . . . .	91
About the Cybernetic Cycle of Works by Ivan Ivanovich Schmalhausen (Preface to His Monograph (together with <i>R.L. Berg</i> ). [1968] . . . . .	92
Pyotr Sergeevich Novikov (On the 70 <sup>th</sup> Anniversary). [1971] . . . . .	104
Review of Scientific Activities of A.P. Ershov. [1972] . . . . .	117
The Works of P.S. Novikov in the Field of Descriptive Set Theory. [1973] . . . . .	121
About Pyotr Sergeevich Novikov – a Scientist, a Teacher, and a Man. [1971] . . . . .	136
About Grigory Alexandrovich Gamburtsev. [1973] . . . . .	140
<b>Section III. Selected A.A. Lyapunov's Articles on Science, Education, Art . . . . .</b>	<b>143</b>
Some Features of the Structure of Contemporary Theoretical Knowledge. . . . .	145
The Relationship Between the Concepts of Matter, Energy, and Information. . . . .	163



About the Role of Mathematics in Modern Human Culture . .	168
On the Role of Set-Theoretic Concepts in the Development of the Foundations of Mathematics. Descriptive Set Theory and the Theory of Algorithms. N.N. Luzin, P.S. Novikov. .	185
Reflections on the Place of Art in the Development of Human Culture . . . . .	194
On the Reform of Mathematical Programs . . . . .	204
Ontodidactics . . . . .	211
Physical Geography. . . . .	219
<b>Section IV. Lyapunov's Convexity Theorem . . . . .</b>	<b>253</b>
<i>N.A. Liapunova.</i> Commentary . . . . .	255
<i>A.N. Lyapunov.</i> A.A. Lyapunov's Theorem on the Convexity of Values of the Measures . . . . .	257
<i>S.S. Kutateladze.</i> Lyapunov's Theorem, Zonoids, and Bang-Bang . . . . .	262
<b>Section V. Teacher and Student . . . . .</b>	<b>265</b>
<i>B.A. Trakhtenbrot.</i> Alexey Andreevich and Vladimir . . . . .	267
<b>Section VI. Reminiscences of Pupils, Friends, and Colleagues about</b>	
<b>A.A. Lyapunov . . . . .</b>	<b>289</b>
<i>S.I. Amstislavskaya.</i> There are Few People who have a Gift to do Good so Easy and Natural . . . . .	291
<i>M.M. Botvinnik.</i> A.A. Lyapunov. A Keen Insight. (From the Series "Portraits and Sketches") . . . . .	294
<i>T.I. Bulgakova.</i> My dear Master . . . . .	297
<i>L.S. Weitsmann.</i> Friendship – from The School Years and Forever . . . . .	304
<i>M.G. Haaze-Rapoport.</i> Formation of Cybernetics in the Soviet Union (Excerpts).. . . . .	311
<i>E.I. Halperin.</i> Alexey Andreevich in the Expeditions to the North Tien Shan. . . . .	316
<i>A.G. Gamburtsev.</i> Alexey Andreevich – a Friend of our Family	318
<i>L. Ginsburg.</i> Short Recollections of Unforgettable Encounters with Alexey Andreevich Lyapunov . . . . .	322
<i>Y.I. Zhuravlev.</i> On my Teacher . . . . .	324
<i>R.N. Zelinskaya-Plate.</i> Lyapunovs–Nametkins Lifelong . . . . .	336
<i>S.P. Kapitsa.</i> Essay of Memoirs of Cybernetics and its Creators	340
<i>E.G. Kozlova.</i> About Uncle Alyosha . . . . .	347
<i>L.V. Krushinski.</i> Memories . . . . .	351
<i>B.V. Lokshin.</i> Such People I Met Nevermore . . . . .	360
<i>V.A. Lothar-Shevchenko.</i> Music in the Life of A.A. Lyapunov	363
<i>N.A. Lyapunova.</i> Several Episodes from the Life of My Father	365
<i>V.I. Mudrov.</i> Remembering A.A. Lyapunov, one Became Proud of the Fact that He Knew Him . . . . .	375

<i>I.B. Pogozhev.</i> A Word on the Master. A.A. Lyapunov in my Life . . . . .	378
<i>R.I. Podlovchenko.</i> A.A. Lyapunov – a Bright Phenomenon of Spiritual Culture. . . . .	383
<i>A.A. Titlyanova.</i> A.A. Lyapunov – my Memories . . . . .	397
<i>N.S. Fatyukhina.</i> Several Meetings . . . . .	409
<i>V.I. Fyodorov.</i> A.A. Lyapunov in my Life. . . . .	411
<i>A.M. Fedotov.</i> The Scientific Heritage of A.A. Lyapunov and the Modernity . . . . .	422
<i>A.M. Fedotov.</i> A.A. Lyapunov and the Mathematical Biology. .	425
<i>Ya.I. Fet.</i> The Human Qualities of Alexei Andreevich Lyapunov	429
<i>G.S. Friedman.</i> A.A. Lyapunov. Touches to the Portrait. Moral Lessons of the Great Scientist and a Citizen . . . . .	449
<i>R.M. Frumkina.</i> Masters of Flame . . . . .	460
<i>A.G. Khovansky.</i> Uncle Alyosha . . . . .	464
<b>Section VII. Supplements</b> . . . . .	469
Autobiography. [1939] . . . . .	471
Autobiography. [1942] . . . . .	474
Autobiography. [1949] . . . . .	476
Autobiography. [1950] . . . . .	478
Autobiography. [1953] . . . . .	481
Autobiography. [1960] . . . . .	484
A Brief Biography of Alexey Andreevich Lyapunov. . . . .	486
<i>I.E. Grabar’.</i> The Passed. Andrey Nikolaevich Lyapunov. . . . .	489
Documents of the Presidium of the USSR Academy of Sciences. Commission of the Funeral of Academician N.N. Luzin. About the Order of the Funerals. [1950] . . . . .	490
N.N. Luzin. (Obituary). [1950] . . . . .	492
Papers Read and Discussed at the Meetings of Lyapunov’s “Big Seminar”, at the Moscow University (1954–1964) . . . . .	494
The Lyapunov Sisters Case. . . . .	501
<i>A.A. Lyapunov.</i> Explanation. [March 1956]. . . . .	515
Reference of the Head of Laboratory of Theoretical Cybernetics (Institute of Hydrodynamics, the Siberian Branch of USSR Academy of Sciences), Corresponding Member of USSR Academy of Sciences, Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor Lyapunov Alexey Andreevich. . . . .	519
A.A. Lyapunov’s Scholarship in the Novosibirsk State Univer- sity . . . . .	522
Celebration in the Lyapunov Street of Novosibirsk Akademgo- rodok . . . . .	525
A letter to V. Gorodetsky, the mayor of Novosibirsk . . . . .	–
The Resolution of the mayor of Novosibirsk . . . . .	528

The Memorial Plate on the Building of FMS . . . . .	529
Greetings: from Academician <i>Yu.I. Zhuravlyov</i> , <i>Vyacheslav Gerovich</i> , Archpriest <i>Alexy Vasilenko</i> , Academician <i>Gitelzon</i> , Professor <i>R.I. Podlovchenko</i> , and IPM RAS Employees: <i>O.B. Lupanov</i> , <i>N.A. Karpova</i> , <i>O.S. Kulagina</i> , <i>V.M. Khrapchenko</i> , <i>Yu.Ya. Janov</i> , <i>V.I. Loewenstein</i> , <i>Yu.A. Vinogradov</i> , <i>A.A. Muchnik</i> . . . . .	530
Chronological Index of A.A. Lyapunov's Works . . . . .	535
Bibliography of Works Published on A.A. Lyapunov . . . . .	557
Author Index . . . . .	567
Name Index . . . . .	573

*Научное издание*

Серия “Наука Сибири в лицах”

---

**АЛЕКСЕЙ АНДРЕЕВИЧ ЛЯПУНОВ**  
**100 лет со дня рождения**

*Утверждено к печати Учёным советом  
Института вычислительных технологий СО РАН*

Издание РФФИ не подлежит продаже

*Издаётся в авторской редакции*

Корректоры *В.В. Борисова, Э.М. Малая*  
Оформление обложки и обработка фотоматериалов *Л.Н. Ким*  
Компьютерная вёрстка *Н.М. Райзвих*

---

Подписано в печать 09.09.2011. Формат 60×90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура NewtonС.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 39,4. Уч.-изд. л. 32,8. Тираж 500 экз. Заказ № 31

---

ООО «Академическое издательство «Гео»  
630055, Новосибирск, ул. Мусы Джалиля, 3/1  
тел. факс: (383)328-31-13, <http://www.izdatgeo.ru>

Отпечатано в ООО Типография «Тираж»  
630087, Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 165, тел. (383)346-49-48