

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

***ИНФОРМАТИКА:
НЕОГРАНИЧЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
И ВОЗМОЖНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ***

**ИСТОРИЯ ИНФОРМАТИКИ В РОССИИ:
УЧЁНЫЕ И ИХ ШКОЛЫ**

**МОСКВА «НАУКА»
2003**

УДК 004
ББК 32.81
И90

Ответственный редактор серии академик *И.М. Макаров*

Ответственный редактор издания академик *А.С. Алексеев*

Составители *В.Н. Захаров, Р.И. Подловченко, Я.И. Фет*

Рецензенты:

доктор физико-математических наук *А.Г. Марчук*,

доктор химических наук *Ю.И. Наберухин*

История информатики в России: ученые и их школы. / Редакторы-составители В. Н. Захаров, Р. И. Подловченко, Я. И. Фет.— Москва: Наука, 2003. — 332 с.

Книга представляет собой своего рода продолжение сборника «Очерки истории информатики в России», изданного в Новосибирске в 1998 году. В становлении и развитии российской информатики решающую роль играли школы А. И. Берга, И. С. Брука, Л. В. Канторовича, С. А. Лебедева, А. А. Ляпунова, А. А. Маркова и других выдающихся ученых.

Этим людям и их ученикам посвящена настоящая книга. Читатель найдёт здесь биографические очерки, воспоминания, архивные материалы. Значительная часть статей публикуется впервые.

Книга предназначена для широкого круга читателей, интересующихся историей науки и жизнью замечательных людей.

History of Computer Science in Russia: the Scientists and Their Schools / Ed. by V. N. Zakharov, R. I. Podlovchenko, and Ya. I. Fet. — Moscow: Nauka Publ., 2003. — ??? pp.

This book is, to some extent, a continuation of the collection "Essays on the History of Computer Science in Russia" published in 1998 in Novosibirsk. The scientific schools of A. I. Berg, I. S. Bruk, L. V. Kantorovich, S. A. Lebedev, A. A. Lyapunov, A. A. Markov and other famous scientists took the decisive part in the origin and development of Russian computer science.

The present book is devoted to these people and their followers. The reader will find in it numerous biographical essays, reminiscences, archive materials, etc. Most of the papers are published for the first time.

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

- © Российская академия наук и издательство "Наука",
серия "Информатика: неограниченные возможности
и возможные ограничения" (разработка, оформление),
1963 (год основания), 2003
- © В.Н. Захаров, Р.И. Подловченко, Я.И. Фет,
составление, 2003
- © Институт вычислительной математики
и математической геофизики СО РАН, 2003

ISBN 5-02-013062-1

Содержание

От составителей	7
Preface	8
<u>I. У ИСТОКОВ ИНФОРМАТИКИ</u>	10
<u>Аксель Иванович БЕРГ</u>	11
А. И. Берг. Основные вопросы кибернетики (10 апреля 1959)	11
Д. А. Поспелов. Аксель Иванович Берг	15
Е. В. Маркова. Кормчий отечественной радиоэлектроники и кибернетики	18
Л. П. Крайзмер. Человек с большой буквы	25
В. В. Налимов. Аксель Иванович как диссидент от науки	26
<u>Исаак Семенович БРУК</u>	31
Исаак Семёнович Брук	31
<u>Леонид Витальевич КАНТОРОВИЧ</u>	34
В. Л. Канторович. Леонид Витальевич Канторович	34
Штрихи к портрету	37
А. М. Вершик. Выступление на заседании Ленинградского математического общества, посвященном памяти Л.В. Канторовича	39
Академик Л. Канторович: Математические методы — экономике	41
И. Кряжев, С. Певзнер. Математик пришел в цех	43
<u>Сергей Алексеевич ЛЕБЕДЕВ</u>	46
Сергей Алексеевич Лебедев	46
С. А. Лебедев. Электронная счетная машина	50
Сообщение ТАСС	52
Л. Н. Королёв. Из воспоминаний сотрудников ИТМиВТ	53
<u>Алексей Андреевич ЛЯПУНОВ</u>	54
Алексей Андреевич Ляпунов	54
А. А. Ляпунов. О роли математики в современной человеческой культуре	62
С. П. Капица. Очерк воспоминаний о кибернетике и ее творцах	71

<u>Андрей Андреевич МАРКОВ</u>	75
Б. А. Кушнер. Марков и Бишоп	75
<u>II. КИБЕРНЕТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА, ПРОГРАММИРОВАНИЕ</u>	87
<u>МОСКВА</u>	88
<u>Михаил Александрович ГАВРИЛОВ</u>	88
О. П. Кузнецов. Михаил Александрович Гаврилов	88
Д. А. Поспелов. Школа МАГа	98
В. М. Остиану. Воспоминания о профессоре М. А. Гаврилове	111
<u>Юрий Иванович ЖУРАВЛЕВ</u>	113
В. Л. Матросов, К. В. Рудаков. Юрий Иванович Журавлёв	113
Ю. И. Журавлёв. О моём учителе	115
<u>Николай Андреевич КРИНИЦКИЙ</u>	122
Р. И. Подловченко. Николай Андреевич Криницкий	122
Н. А. Криницкий. Основные этапы развития вычислительной техники и методов программирования	123
<u>Василий Васильевич НАЛИМОВ</u>	130
Ж. А. Дрогалина. Василий Васильевич Налимов — человек, ученый, философ	130
Е. В. Маркова. Научные школы и незримые коллективы В. В. Налимова (химическая кибернетика, математическая теория эксперимента)	142
Ю. В. Грановский. Наукометрическая школа В. В. Налимова	153
<u>Сергей Всеволодович ЯБЛОНСКИЙ</u>	161
В. Б. Алексеев. Сергей Всеволодович Яблонский	161
Е. В. Яблонский. Эпизоды из жизни Сергея Всеволодовича Яблонского	164
<u>ЛЕНИНГРАД</u>	168
О. К. Даугавет. Программистский семинар в Ленинграде	168
С. С. Лавров. Научная автобиография	169
С. С. Лавров. Ленинградская школа программирования	176
Г. С. Цейтин. О профессионализме в программировании	179

<u>НОВОСИБИРСК</u>	186
<i>Андрей Петрович ЕРШОВ</i>	186
А. Г. Марчук. Вступление	186
А. П. Ершов. О человеческом и эстетическом факторах в программировании	187
А. П. Ершов. Стихотворения: <i>Когда</i> (Киплинг), <i>Сон</i> , <i>Тропа в Академгородке</i>	192
Об Андрее Петровиче Ершове вспоминают... (А. А. Берс, Е. А. Жоголев, Л. Л. Змиевская, С. С. Лавров, Э. З. Любимский)	194
И. С. Ковальский. Дело жизни — информатика	203
Н. А. Черемных. Комментарии к публикуемым архивным материалам	207
Из архива А. П. Ершова	208
Из материалов международного симпозиума «Алгоритмы в современной математике и ее приложениях» (Ургенч, 16-22 сентября 1979 г.):	214
А. П. Ершов, Д. Е. Кнут. Предисловие редакторов	214
Программа Симпозиума	216
А. П. Ершов. Памятка для организаторов Симпозиума	218
<i>СИБИРСКАЯ ИНФОРМАТИКА</i>	221
В. П. Ильин. Сибирская информатика: школы Г. И. Марчука, А. П. Ершова, Н. Н. Яненко	221
<u>ЕРЕВАН</u>	236
С. А. Нигиян. Об Ереванской школе программирования	236
Р. И. Подловченко. Воспоминания о поре ученичества у Алексея Андреевича Ляпунова	240
<u>ТАГАНРОГ</u>	244
А. В. Каляев. Таганрогская научная школа в области вычислительной техники	244
<i>III. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ</i>	263
В. Н. Захаров, Я. И. Фет. Введение	264
Д. А. Поспелов. История искусственного интеллекта до середины 80-х годов	265
Д. А. Поспелов, В. Ф. Хорошевский. Рабочая группа РГ-18	280

Д. А. Поспелов, В. Ф. Хорошевский. Можно ли повторить чудо вторично? (История РГ-22)	288
Д. А. Поспелов. Модест Георгиевич Гаазе-Рапопорт	297
Сведения об авторах	300

От составителей

История информатики и кибернетики — одна из самых драматических и в то же время славных страниц истории нашей науки. Сейчас эта сравнительно молодая наука играет особую роль. Информатика и различные ее приложения развиваются необыкновенно быстрыми темпами и оказывают сильнейшее влияние на общество. Считается, что новейшие информационные технологии обеспечат полную занятость, эффективную экономическую деятельность и высокий жизненный уровень. В то же время, эти новые фантастические средства таят в себе большие опасности, подобно другим великим достижениям человеческого разума (таким, как атомная энергия, генетика и т. д.).

В этих условиях важнейшее значение приобретает изучение истории становления и развития информатики (так же, впрочем, как и других наук), позволяющее точнее выбирать направления дальнейших исследований и предупредить нежелательные последствия.

Вообще, развитие науки невозможно без изучения ее истории. Литература историко-биографического жанра имеет весьма большое образовательное и воспитательное значение. Подготовка и издание такой литературы становится особенно важной в связи с тем, что предмет истории науки вводится сейчас в учебные программы вузов.

Нам представляется, что предлагаемый сборник может послужить этим целям. Он является продолжением наших публикаций по истории отечественной информатики. В 1998 году были изданы «Очерки истории информатики в России»¹. Продолжая наши исследования, мы подготовили и опубликовали еще несколько книг: «Алексей Андреевич Ляпунов»² (2001 г.), «Колмогоров и кибернетика»³ (2001 г.), «Леонид Витальевич Канторович: человек и ученый. Том 1»⁴ (2002 г.).

В этой, новой книге мы старались сосредоточить внимание на людях.

Естественно, что решающую роль в развитии любой науки играют люди, выдающиеся ученые, которые выдвигают новые идеи, борются за их признание, обучают молодых людей, создают свои школы.

Как правило, эти люди сочетают блестящие творческие способности с высокой нравственностью и гражданским мужеством. Прославленный академик и адмирал Аксель Иванович Берг, первый председатель Совета по кибернетике, писал: «Восхищение незаурядными людьми вызывает естественное желание подражать им».

В истории российской информатики, в становлении этой науки и в ее достижениях решающее значение имели школы А. И. Берга, И. С. Брука, Л. В. Канторовича, С. А. Лебедева, А. А. Ляпунова и других выдающихся ученых.

Работая над этой книгой, мы старались дать возможно более полное представление о ее героях. К сожалению, это не всегда возможно: в ряде случаев источники, отражающие жизнь и деятельность даже крупных наших ученых — бедны.

С другой стороны, в этой книге нет художественного вымысла. Материалы, публикуемые в данном сборнике, представляют собой подлинные документы эпохи. Часть из них публиковалась в редких, практически недоступных сейчас изданиях. Другие — обнаружены в архивах участников событий или записаны со слов свидетелей этих событий — родственников, коллег и учеников главных героев.

¹ Очерки истории информатики в России / Ред.-сост. Д. А. Поспелов, Я. И. Фет. Новосибирск: Научно-издательский центр ОИГТМ СО РАН, 1998, 662 с.

² Алексей Андреевич Ляпунов / Редакторы-составители Н. А. Ляпунова и Я. И. Фет. Новосибирск: Филиал «Гео» Издательства СО РАН, Издательство ИВМ и МГ СО РАН, 2001, 524 с.

³ Колмогоров и кибернетика / Под редакцией Д. А. Поспелова и Я. И. Фета. Новосибирск: Издательство ИВМиМГ СО РАН, 2001, 159 с.

⁴ Леонид Витальевич Канторович: человек и ученый. Том 1 / Редакторы-составители В. Л. Канторович, С. С. Кутателадзе и Я. И. Фет. Новосибирск: Издательство СО РАН, Филиал «Гео», 2002, 544 с.

Во время работы над этой книгой у нас было немало добровольных и внимательных помощников. Всем им мы выражаем нашу глубокую признательность.

Мы надеемся, что эта книга окажется интересной и полезной не только для специалистов, но также для всех, кто интересуется историей науки.

Мы надеемся, что книга окажется интересной и полезной не только для специалистов, но также для всех, кто интересуется историей науки.

В. Н. Захаров, Р. И. Подловченко, Я. И. Фет

Preface

The history of cybernetics and informatics presents one of the most dramatic and, at the same time, glorious pages of history of science in our country.

To-day, this comparatively young science is of special importance. Informatics, as well as its numerous applications, shows an unusual rate of development and an extremely strong impact on the society. The new information technologies are supposed to provide full employment, efficient economic activities, and high living standards. On the other side, in these new fantastic means great dangers are concealed like in some other achievements of human mind (such as atomic energy, genetics, and s. o.)

In these conditions, one can realize the significance of exploring the history of formation and development of informatics (as well as the history of science in general). This knowledge is expected to help in discovering better directions in further investigations preventing undesirable consequences.

The progress in science is impossible without studying its history. The historic and biographical literature has a strong educational and ethical impact. Publishing of such literature become presently especially important because history of science is being introduced to the university curriculum.

We expect that the present collection can serve these purposes. This book is a sequel of the series of our publications on history of Russian Computer Science. In 1998 the "Essays on the History of Computer Science in Russia"⁵ were published. Keeping on our research in this field we have prepared and published several other books: "Aleksey Andreevich Lyapunov"⁶, "Kolmogorov and Cybernetics"⁷, "Leonid Vital'evich Kantorovich: a Man and a Scientist. Vol. 1"⁸.

In the present book we tried to concentrate on the origin and evolution of scientific schools. Evidently, the decisive part in the development of any science belongs to people, to distinguished scientists who suggest new ideas, struggle for the recognition of these ideas, create scientific schools, and teach their young followers.

As a rule, they are noble people combining brilliant creative talents with highest morals and civic courage. The renowned academician and admiral Axel Ivanovich Berg, the first Chairman of the Scientific council on cybernetics, wrote: "Admiring outstanding personalities is a source of a natural wish to follow their example".

⁵ Essays on the History of Computer Science in Russia / Edited by D. Pospelov and Ya. Fet. — Novosibirsk: Scientific Publ. Center of RAS, 1998, 664 pp. (In Russian).

⁶ Aleksey Andreevich Lyapunov / Edited by N. Lyapunova and Ya. Fet. — Novosibirsk: Scientific Publ. Center of RAS, 2001, 524 pp. (In Russian).

⁷ Kolmogorov and Cybernetics / Edited by D. Pospelov and Ya. Fet. — Novosibirsk: Scientific Publ. Center of RAS, 2001, 159 pp. (In Russian).

⁸ Leonid Vital'evich Kantorovich: a Man and a Scientist. Vol. 1/ Edited by V. Kantorovich, S. Kutateladze, and Ya. Fet. — Novosibirsk: Scientific Publ. Center of RAS, 2002, 544 pp. (In Russian).

In the history of Russian informatics, in its beginning and its achievements the decisive part belonged the schools of A. I. Berg, I. S. Bruk, L. V. Kantorovich, S. A. Lebedev, A. A. Lyapunov, A. A. Markov and other outstanding scientists.

Working on this book we tried to describe each of its heroes as completely as possible. Unfortunately, sometimes the sources of data on their life and activities are too scanty. This concerns even some of the most renowned scientists.

On the other hand, this book does not contain any fictions. The materials and reminiscences published here present authentic documents of the epoch. Some of them have been published before in rare, inaccessible to-day editions. The other were discovered in the archives of the participants of events, or written according to the witnesses of these events, the relatives, the colleagues, the pupils of our principal heroes.

During the work on this book, we had many voluntary and attentive helpers. We express our gratitude to all of them.

We hope that this book will be useful not only to specialists and students but also to general readers interested in the history of science.

V. N. Zakharov, R. I. Podlovchenko, and Ya. I Fet, Editors

I. У ИСТОКОВ ИНФОРМАТИКИ

Аксель Иванович Берг

Основные вопросы кибернетики

Доклад академика А. И. Берга на заседании
Президиума академии наук СССР 10-го апреля 1959 г.

В настоящее время еще не существует общепринятого, точного определения термина «*кибернетика*», введенного Ампером в 1843-м году. Про кибернетику можно сказать, что её методами человечество пользовалось всегда, но только не применяя этого термина, если можно так выразиться — бессознательно, подобно тому, как оно пользуется весьма давно речью для обмена информацией, причем в большинстве случаев люди говорят прозой, а некоторые этого и не знают.

Во всех случаях, когда происходит развитие какого-либо процесса и им необходимо управлять для достижения определенной цели в заданное время, люди пользуются методами, которые за последние годы названы, следуя Амперу, кибернетическими. Таким образом, кибернетику можно назвать наукой о целеустремленном управлении развивающимися процессами.

Задачей кибернетики является повышение эффективности деятельности человека во всех случаях, когда ему необходимо осуществлять управление. Это очень важно подчеркнуть, так как автоматизация управлением отнюдь не исключает человека с его знаниями, способностями, фантазиями, сознанием, переживаниями, побуждениями, физиологическими свойствами и др. Деятельность человека только несколько видоизменяется, и он получает возможность *лучше управлять*, пользуясь методами кибернетики и средствами и системами электронной автоматики.

Содержание кибернетики заключается в сборе, переработке и передаче информации с целью улучшения управления для достижения поставленной задачи.

Применительно к хозяйственной деятельности разница между плохим управлением, довольно обычным и часто встречающимся, но пока еще не караемым советскими законами, и управлением, построенным на научной, кибернетической основе и на базе современной радиоэлектронной техники, в частности на базе электронных машин, весьма велика.

В первом случае управление происходит на основе неточной, неполной, недостаточной и всегда запаздывающей информации, с переработкой этой информации большим административно-управленческим аппаратом и людьми, пользующимися техникой тысячелетней давности (простыми деревянными счетами). В этих условиях даже хорошие руководители поставлены в затруднительное положение, так как приходится принимать решения и давать распоряжения, т. е. управлять, в значительной мере наугад или на основании опыта и привычек. При таком методе управления современная техника не может быть эффективно использована ни на производстве, ни на транспорте, ни в сельском хозяйстве, ни в науке. Можно было бы привести множество опубликованных в печати примеров, иллюстрирующих сказанное, из которых видно, что часто в нашей стране несовершенные методы планирования, учета и управления находятся в противоречии с высокими темпами роста нашего социалистического народного хозяйства.

Во втором случае, при разумном использовании методов и средств современной науки и техники, в частности на базе кибернетики, имеется возможность осуществлять управление сложными взаимосвязанными процессами на основе точной, полной и своевременно поступающей информации, достаточной (но не избыточной) для быстрого принятия и

Полностью публикуется впервые. Печатается по второму экземпляру машинописи, который хранится в архиве А. А. Ляпунова. В конце текста напечатано: «Академик А. И. Берг. 10-е апреля 1959 г.» и стоит подлинная подпись Берга, сделанная, по-видимому, шариковой ручкой. В тексте имеется несколько незначительных исправлений той же рукой.— *Ред.*

реализации обоснованного решения по воздействию на развивающийся процесс, посредством управления, осуществляемого также быстро, точно, однозначно и целеустремленно.

Доля участия человека в управлении зависит от объекта управления и от условий, в которых происходит процесс. Можно автоматизировать большую или меньшую часть операций, обычно выполняемых человеком. Но роль управляющего человека отнюдь не снижается и тем более не исключается, наоборот, кибернетика имеет основной целью *помочь* человеку повысить эффективность своей деятельности по управлению сложными, часто — быстро протекающими и трудно управляемыми процессами.

Распоряжением Президиума Академии наук СССР от 12-го января 1959 г. была создана комиссия в составе 20-ти человек для разработки перспективного плана по проблеме «Основные вопросы кибернетики». В комиссию входили 8 представителей от технических наук, 6 — от физико-математических, 2 — от биологических и медицинских наук, 2 — от филологических наук и 2 — от экономических наук. В составе комиссии не было химиков и геологов. Председатель комиссии был назначен после формирования комиссии и ни на состав ее, ни на первоначально назначенный, совершенно нереальный двухнедельный срок, влиять не мог. В составе комиссии было много членов, которые никакого участия в работе не принимали. Поэтому, по ходу работы пришлось привлечь довольно значительное количество ученых и крупных специалистов, и срок работы комиссии оказался не двухнедельным, а трехмесячным.

Следует также отметить чрезвычайную трудность решения поставленной задачи, в особенности если учесть, что представители многих научных направлений и отдельные члены комиссии придерживались по многим вопросам совершенно различного мнения.

Комиссия детально изучила проблемные записки, составленные по вопросам вычислительной техники, управляющим машинам, автоматизации производственных процессов и по путям повышения производительности труда. Комиссия считала своей задачей выработать общую точку зрения по основным вопросам кибернетики, исходя из того, что основными проблемами кибернетики являются общие закономерности, лежащие в основе процессов управления и управляющих систем, базирующиеся на сборе, переработке и передаче информации.

В первой части записки делается попытка сформулировать теоретическую проблематику кибернетики. Особое внимание было обращено на то, что кибернетика, находящая все более широкое применение в самых разнообразных науках, между которыми казалось бы нет ничего общего, базируется на одних и тех же, общих для всех наук, закономерностях. Примерами могут служить электронные управляющие машины, процессы в живом организме и экономические закономерности, лежащие в основе производственной и хозяйственной деятельности человека. Во всех случаях осуществляется сбор информации, ее переработка и выработка команд управления. Но, в первом случае вся эта деятельность направлена на повышение эффективности управления производственными процессами, во втором случае — на сохранение жизнедеятельности человека и в третьем случае — на решение важнейших социологических проблем человеческого общества. В специальной таблице (приложение № 1)⁹ сделана попытка систематизации и широкого обобщения проблем, решаемых кибернетикой в математике, физике и технике, биологии, лингвистике и экономике.

Во второй части записки излагается состояние разработки задач кибернетики и даются рекомендации по дальнейшим исследованиям в области математики, технической кибернетики, кибернетическим проблемам, связанным с построением и эксплуатацией вычислительных машин, кибернетическим проблемам в биологии, лингвистике и экономике.

⁹ Приложение не сохранилось. По-видимому, речь идет о таблице, отражающей кибернетическую проблематику. Эта таблица — важный элемент проблемной записки «Основные вопросы кибернетики». Она была составлена членами комиссии А. А. Ляпуновым и С. В. Яблонским. Позднее — опубликована в статьях: А. И. Берг, А. А. Ляпунов, С. В. Яблонский. Теоретические и практические проблемы кибернетики // Морской сборник, 1960, № 2, с. 33–56; А. А. Ляпунов, С. В. Яблонский. Теоретические проблемы кибернетики // Проблемы кибернетики, 1963, Вып. 9, с. 5–22.— *Ред.*

В третьей, наименее разработанной части записки, даются рекомендации по организации работ по кибернетике.

Я обязан доложить Президиуму, что выполненная работа является только первой попыткой теоретического обоснования и широкого обобщения основных проблем кибернетики. Ни в советской, ни в иностранной литературе, конечно, нет законченных решений и рекомендаций. Кибернетика является новой наукой, проходящей первоначальную стадию своего становления. Остается еще много неясного и нерешенного, много спорного и противоречивого. Но именно это и побудило, вероятно, Президиум Академии наук поручить комиссии приступить к работе по определению содержания проблемы и путей ее решения. Комиссия не претендует на полное решение поставленной задачи. Поэтому в рекомендациях, разработанных ею для Президиума Академии наук, содержится лишь общее одобрение основного содержания записки и рекомендации, направленные на организацию дальнейшей работы.

Во-первых, рекомендуется признать, что кибернетические проблемы должны решаться во всех отделениях Академии наук СССР.

Во-вторых, считается, что Отделение физико-математических наук должно играть ведущую роль в разработке научной проблемы в целом.

Рекомендуется иметь в составе Академии наук постоянный *научный совет* по кибернетике.

В связи с большой сложностью задачи и трудностью выработки единых взглядов, а также вследствие недостаточной осведомленности научных кругов с проблемой, рекомендуется поручить этому постоянному научному совету разработать в 1959 году основную записку и перспективный план по проблеме «Общие вопросы кибернетики» на 1959–1965 гг.

Рекомендуется расширить издательскую деятельность по кибернетике.

В заключение я должен доложить, что во многих учреждениях Советского Союза ведутся аналогичные работы, в частности, они начаты в довольно широком масштабе в Госплане и Госкомитете по новой технике, с привлечением Главного статистического управления, министерств, ведомств, комитетов и исследовательских институтов.

Тем более уместно и своевременно укрепить и расширить работы, начатые в этом направлении в Академии наук СССР и считать их первостепенными и важнейшими. Если этого не сделать теперь же, то Академия наук рискует остаться в глубоких тылах по разработке важнейших проблем, решение которых необходимо для скорейшего и наиболее эффективного развертывания работ, предусмотренных решениями XXI съезда нашей партии.

Я обязан специально отметить, что со стороны некоторых ученых и руководящих работников в различных областях народного хозяйства наблюдается проявление:

а) полной неосведомленности о том, что такое кибернетика;

б) вытекающее из этой неосведомленности и отрыва от жизни отрицательное отношение к разработке и практическому использованию кибернетики;

в) основанное на этой неосведомленности непризнание априори всего нового и непривычного, что содержится в проблемах кибернетики, со ссылкой на признанные авторитеты, которые не пользовались, якобы, кибернетикой и обходились без нее, а построение коммунистического общества происходит вполне успешно и без всех этих надуманных, идеалистических, антимарксистских и т. д. буржуазных выдумок.

Огромный вред, наносимый всем сказанным, трудно переоценить. Он вполне соизмерим с вредом, нанесенным некоторыми нашими философами, которые несколько лет тому назад задержали развитие электронной вычислительной техники под тем предлогом, что кто-то приписывает математическим машинам способность думать.

Комиссия считает, что в условиях Советского Союза должны быть использованы все достижения науки и техники, независимо от того, где и как они зародились, с целью выработки и проведения в жизнь наивыгоднейшего, оптимального варианта путей построения коммунистического общества. Именно в организованном, базирующемся на наиболее прогрессивных формах управления народным хозяйством государстве, кибернетика должна быть поставлена на службу обществу.

Хотя слово «кибернетика» не было применено, XXI съезд нашей партии настаивает на *совершенствовании руководства промышленностью*, чтобы «наиболее рационально использовать капиталовложения и материальные ресурсы, с тем, чтобы в кратчайший срок получить максимальную эффективность от вновь вводимых и реконструируемых предприятий...». Там же было отмечено особенно большое значение вычислительной техники: «Применение современных вычислительных машин для управления производственными процессами позволяет автоматически выбирать и вести технологический процесс *на наивыгоднейшем режиме*».

Кибернетика должна быть использована для скорейшего и наиболее совершенного выполнения этих указаний XXI съезда, так как ее основной задачей как раз и является выработка методов и использование средств такого управления народным хозяйством, производственными процессами и хозяйственной деятельностью, которые обеспечивали бы наиболее совершенное решение поставленных задач, т. е. управление в оптимальном режиме.

Реорганизация управления промышленностью и строительством, произведенная два года тому назад, преследовала цель улучшения управления, сокращения раздутого управленческого аппарата, словом — повышения эффективности работы всего управленческого аппарата государства, хотя и в данном случае слово «*кибернетика*» не употреблялось.

Можно было бы привести еще множество примеров важности применения современных методов управления для повышения эффективности деятельности советских людей. Можно было бы остановиться на необходимости применения методов кибернетики в медицине, биологии, физике, химии, экономике и др. Но на это у меня нет времени.

Нам не следует также стыдиться греческого слова, введенного Ампером, и повторно, в условиях широкого использования методов электронной автоматики примененного американским ученым *Винером*. Книги Винера у нас, наконец, с опозданием на *десять* лет, переведены, и после этого советские ученые и инженеры не отступились от материалистической философии и экономического учения великого Карла Маркса.

Вместо того, чтобы плестись в хвосте событий, боясь всего нового и прогрессивного из соображений «как бы чего-нибудь не вышло», следовало бы вспомнить заслуги русской и советской школы математиков и инженеров, своими замечательными трудами создавших базу для обобщающей науки *об общих принципах управления*, и сделавших многое гораздо раньше Винера.

Следовало бы вспомнить И. А. Вышнеградского (1831–1895), почетного члена Петербургской Академии наук, одного из основоположников теории автоматического регулирования и выдающегося конструктора машин; академика А. М. Ляпунова (1857–1918) — выдающегося русского математика и механика, создавшего строгую теорию устойчивости равновесия и движения механических систем; академика А. А. Андропова (1901–1952), решившего ряд важнейших задач по теории автоматического регулирования и создавшего школу ученых, работающих в области нелинейных колебаний; талантливого советского ученого, скончавшегося совсем молодым — Б. В. Булгакова, а также многих их последователей и ныне здравствующих советских ученых, с большим успехом работающих в области теоретической и прикладной кибернетики, теории информации, общей теории связи, теории управления, теории регулирования, теории автоматизации, а также над разработкой и созданием современных электронных вычислительных, управляющих и специализированных машин.

Мы имеем также многочисленные молодые кадры, отлично подготовленные для дальнейшего развития проблем кибернетики. Поэтому необходимо принять меры для укрепления *советской* школы кибернетики и повышения ее влияния на внедрение передовых методов управления в народном хозяйстве страны.

Если будет создан *Научный совет по кибернетике Академии наук СССР*, он будет считать это своей основной задачей.

Аксель Иванович Берг
(К столетию со дня рождения)

«Кибернетика — это наука, которая имеет огромные перспективы, смотрит далеко вперед, и поэтому обеспечение управления наивыгоднейшим способом становится для нее всё более важной целью». Так писал в своей статье «Наука величайших возможностей» А. И. Берг. Статья эта опубликована в седьмом номере журнала «Природа» за 1962 год. Не прошло еще и десяти лет со времени оголтелой государственной критики кибернетики, которую называли не иначе, как «буржуазной лженаукой». Отголоски этой критики еще давали о себе знать. Консервативные ученые, а среди них, к сожалению, некоторые физики и математики, продолжали игнорировать важность кибернетических моделей при создании систем управления сложными объектами и социальными системами. И надо было иметь немалое личное мужество, чтобы с самого начала зарождения кибернетических исследований безоговорочно стать на их защиту.

В книге «Аксель Берг — человек XX века» Ирина Радунская делит жизнь Берга в науке на три периода, каждый из которых равен целой жизни. И то, что А. И. Берг сделал в кибернетике, возглавив в 1959 году Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», действительно, могло бы составить целую жизнь для иного ученого.

С самого начала развития кибернетических исследований в нашей стране А. И. Берг понимал термин «кибернетика» весьма широко. Если для А. А. Ляпунова, также стоявшего у истоков организации кибернетических исследований, кибернетика прежде всего была наукой, связанной с применением ЭВМ, программированием и алгоритмизацией разнообразных процедур решения задач, то для А. И. Берга на первый план выступали те кибернетические универсалии, проанализированные еще Н. Винером, которые обеспечивают взаимное проникновение идей управления между самыми разными системами, изучаемыми различными науками. Отсюда для многих непонятный интерес Берга к структурной лингвистике, физиологии, психологии и другим научным дисциплинам, весьма далеким от традиционной области интересов управленца, математика, инженера. «Управление» — пример кибернетической универсалии, находящей практическое применение в самых разнообразных областях человеческой деятельности. А значит, как считал Берг, кибернетика должна являть пример подлинно междисциплинарной науки, откуда представители разных наук могут заимствовать общие модели и методы исследования.

В январе 1959 года Президиум Академии наук поручил А. И. Бергу сформировать Комиссию для подготовки развернутого аналитического доклада «Основные вопросы кибернетики». Верный своему пониманию сути кибернетики, А. И. Берг включает в состав Комиссии, наряду с восемью представителями специалистов в области управления и шестью математиками и программистами, одного биолога, медика, двух лингвистов и двух экономистов. <...>

Берг четко формулирует основную задачу кибернетики: «Задачей кибернетики является повышение эффективности деятельности человека во всех случаях, когда ему необходимо осуществлять управление. Это очень важно подчеркнуть, так как автоматизация управления отнюдь не исключает человека с его знаниями, способностями, фантазиями, сознанием, переживаниями, побуждениями, физиологическими свойствами и др. Деятельность человека только несколько видоизменяется, и он получает возможность лучше управлять, пользуясь методами кибернетики и средствами и системами электронной автоматики».

В последнем высказывании чувствуется та позиция Берга, на которой он всегда стоял и которую активно защищал. Он всегда был противником полной автоматизации в управлении, сторонников которой тогда было достаточно много. Он не признавал систем управления, в которых человек играл лишь роль винтика, пассивного звена, описываемого

вполне определенной передаточной функцией. Он неоднократно подчеркивал мысль о том, что компьютер, даже снабженный сверхинтеллектуальной программой, всегда будет лишь «усилителем интеллекта» человека, работающего в паре с ним. И всегда высмеивал страхи тех, кто пророчествовал порабощение человека теми монстрами, которых он сам породит.

Проблема «свободы воли» интеллектуальных систем, целесообразности и мотивированности их поведения интересовала А. И. Берга очень глубоко. Он был атеистом в том чистом понимании значения этого термина, как его трактовали французские энциклопедисты. Религия и системы, создаваемые на основе ее постулатов, казались Бергу очень далекими от науки. Свои мысли по этому поводу он не скрывал, а «теологизация» кибернетических моделей, стремление к которой проявилось у ряда исследователей за рубежом, побудила его вместе с группой философов, бывших активными участниками кибернетического движения в нашей стране, выступить против подобного подхода к кибернетике.

В 1973 году в сборнике «Науки о неорганической природе и религия» появилась статья А. И. Берга, И. Б. Новика, В. Н. Свинцицкого и В. С. Тютхина «Кибернетика против теологии». Две проблемы, затронутые в этой статье, имеют прямое отношение к принципам использования кибернетических систем и систем искусственного интеллекта в системах управления. Первая — возможность самостоятельного целеобразования. Возможен ли случай, когда в искусственно созданной системе сформируется цель, не предусмотренная создателем этой системы? Вот тот вопрос, который по-разному разрешался специалистами. Ответ на него в цитируемой статье однозначен: «Человек и автомат, взаимодействуя по принципу симбиоза, начинают осуществлять управление объектом как единая управляющая система. Однако совершенно понятно, что человек выполняет функцию субъекта труда, а кибернетическая машина, пусть даже весьма совершенная,— только орудие труда, направленность которого исходит только от человека».

Вторая проблема, обсуждаемая в статье,— проблема активности. Любой живой организм отличается от неживых систем некоторой внутренней активностью, источник которой находится внутри него, «встроен» в структуру организма. К началу семидесятых годов на фоне довольно заметных успехов в области алгоритмов самообучения и эволюционных процедур формирования целенаправленной деятельности, когда модели, построенные по принципу перцептронов, еще не были критически оценены, возникло устойчивое мнение о возможности формирования в искусственных системах генератора активности, определяющего целенаправленность и целесообразность поведения таких систем. А. И. Берг и его соавторы по статье занимают тут позицию, отличную от теологической, возводящей идею источника активности живого к божественному промыслу. В статье говорится: «Кибернетика ставит своей задачей точными методами раскрывать содержание активности поведения живых систем. С позиций кибернетики активность живых организмов эквивалентна способности систем к самосохранению путем самоуправления, самовоспроизведения и развития в процессе взаимодействия с изменяющейся средой. К частным процессам, обеспечивающим совершенствование систем, относятся процессы самонастройки, самообучения и самоорганизации. Задача раскрытия тайны активности и есть раскрытие механизмов различных уровней самостоятельности поведения систем, начиная от одноклеточных организмов вплоть до высших уровней организации».

Эти положения, высказанные двадцать лет тому назад, особенно актуально звучат сейчас, когда в искусственном интеллекте дискутируется переход к сетевой парадигме интеллектуальных систем. В этой парадигме центр внимания сосредотачивается на проблемах самообучения и самоорганизации сетевых структур. Соображения по этому поводу, неоднократно повторяемые в выступлениях А. И. Берга и его статьях, остаются интересными и важными и сегодня.

Повторим еще раз, что для А. И. Берга, пережившего трудные десятилетия постепенного низведения человека с уровня гражданина, свободного в своем волеизъявлении, до уровня незаметного исполнительного звена в громадной государственной машине, на своем личном опыте пережившего деление бездушной социальной структуры на творческую личность и, в конце концов, просто на личность, гуманистическая идея всегда была центральной. Поэтому

две области: медицина и образование, привлекали его пристальное внимание с самых первых шагов работы Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика».

Наверное, А. И. Берг был первым человеком, который обратил внимание специалистов в области компьютерных систем и кибернетики на необходимость использования их работ в области медицины. В далеком 1960 году, когда Научный Совет только еще нащупывал принципы своей работы, в статье, написанной совместно с А. А. Ляпуновым и С. В. Яблонским «Теоретические и практические проблемы кибернетики» (Морской сборник, № 2), А. И. Берг утверждал: «Исключительно важным сейчас является вопрос врачебной диагностики. Известно, что сердечные заболевания в настоящее время уносят больше жизней, чем рак и все инфекционные заболевания вместе взятые. Несмотря на это, диагностика остается несовершенной и требующей преодоления серьезных трудностей, так как одни и те же признаки присущи различным сердечным заболеваниям или вызваны двумя и больше одновременными болезнями, в результате чего осложняется и смазывается картина болезни... Вычислительная техника, позволяющая за короткий срок рассмотреть и сравнить тысячи вариантов сочетания симптомов болезней, хранящихся в запоминающем устройстве ЭВМ, открывает новые огромные возможности для врачебной диагностики».

Еще раз отметим, что А. И. Берг говорил это в 1960 г., когда еще не существовало научное направление — искусственный интеллект, а об экспертных диагностических системах никто и не думал. Поэтому в нашей стране медицинские диагностирующие программы стали разрабатываться значительно раньше, чем в других странах, и в течение ряда лет мы имели в этой области неоспоримое преимущество.

И еще один перспективный путь использования компьютеров был в центре внимания Берга — компьютерные системы для обучения. В конце пятидесятых годов в ряде учебных институтов стали разрабатываться простейшие системы для контроля успеваемости студентов. Одна из наиболее известных таких разработок «Экзаменатор МЭИ» привлекла внимание А. И. Берга. При посещении в 1957 году МЭИ Аксель Иванович встретился с коллективом студенческого конструкторского бюро, создавшего «Экзаменатор МЭИ», и в процессе длительной беседы высказал ряд фундаментальных положений, опираясь на которые можно было бы создать обучающие системы с широкими возможностями. Начиная с этого времени, А. И. Берг постоянно говорит и пишет о необходимости внедрения алгоритмических методов и компьютеров в процессы обучения и контроля успеваемости.

В 1964 г. был организован Межведомственный совет по проблеме «Программированное обучение». Во главе этого Совета встал А. И. Берг.

Увлечение программированным обучением скоро прошло. Оказалось, что идеи подобного способа приобретения знаний не соответствуют реальным процессам обучения. Совет, сохраняя свое название, стал развивать и координировать работы по созданию обучающих систем и систем контроля знаний, опирающихся на принципы, отличные от тех, которые составляли суть метода программированного обучения.

В 1973 г. появилась статья А. И. Берга «Современные проблемы образования и воспитания» (Вопросы философии, № 12), написанная им на основе выступления на «круглом столе», созванном редакцией этого журнала. Отвечая на критику идей «компьютерного обучения», которая была в то время достаточно агрессивной, Берг писал: «Разговор о важности ЭВМ, применения кибернетики в обучении не дает основания думать, будто кибернетическая педагогика и программированное обучение заменят преподавателя, оттеснят на задний план общественные цели обучения и воспитания подрастающего поколения. Человек всегда будет на переднем плане воспитательного и образовательного процесса». А двумя годами раньше в статье «Творческий специалист и адаптивное обучение» (Вестник высшей школы, № 3) он писал: «Я убежден: массовое вторжение ЭВМ в систему образования неизбежно. Таков путь культурного развития человечества. Безусловно, те или иные неблагоприятные обстоятельства могут затормозить этот процесс. Чтобы этого не произошло, необходимо уже сейчас определять и устранять трудности, которых немало на пути к новому».

* * *

25 ноября 1983 года в Доме Ученых Академии наук проходила Научная сессия памяти А. И. Берга. Перед ее началом, усиленный аппаратурой, в зале звучал голос Берга. Вот один из фрагментов из этого «закадрового» выступления на сессии:

«Я всегда считал и считаю, что науку должны делать умные и честные люди, а не болваны и карьеристы. Только тогда наука будет выполнять свою основную задачу — поднимать человечество к вершинам знаний о мире и их предназначении в этом мире. Без веры в такую возможность науки вряд ли бы было нужно заниматься ею всю жизнь».

Е. В. Маркова

Кормчий отечественной радиоэлектроники и кибернетики

Осенью 1993 г. в Политехническом музее проходили «Берговские чтения», приуроченные к столетию со дня рождения Акселя Ивановича Берга (10.11.1893–09.07.1979) — академика АН СССР, адмирал-инженера, педагога, организатора новых научных и технических направлений. Осенью 1998 г. в залах этого же музея проводились кибернетические чтения (50 лет с момента выхода в свет знаменитой книги Винера). Среди имен многих ученых, внесших вклад в развитие отечественной кибернетики, необходимо особо выделить имя академика А. И. Берга — первого председателя Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР (1959–1979). Не только отечественная кибернетика, но и многие научные направления, возросшие под крышей Научного совета, своим становлением и развитием обязаны организаторской энергии Берга: структурная лингвистика, семиотика, бионика, теория информации, программированное обучение, математическая теория эксперимента, химическая кибернетика и др.

В наши дни тускнеет память о 50-х годах, когда кибернетика в нашей стране была запрещена как «буржуазная лженаука» и за её реабилитацию пришлось долго и упорно бороться. Эту борьбу возглавил адмирал Берг. Он победил, чему немало способствовало его военное прошлое. Достоин удивления судьба этого человека.

Отец — швед, мать — полуитальянка-полушведка. Сам себя А. И. Берг считал русским человеком. Дворянин, гардемарин, морской офицер, первый специалист-подводник. А затем — педагог, профессор, заместитель наркома электропромышленности, заместитель председателя Совета по радиолокации при ГК обороны, академик, заместитель министра обороны СССР, адмирал-инженер, директор института. В промежутке между громкими должностями — узник Лубянки! А ко всему этому — обаятельная личность, неиссякаемое чувство юмора, беспримерное трудолюбие, великолепная память. Нужно еще добавить благородные качества, сформированные дворянской средой и столь редкие в наше время: чувство чести и долга, любовь и уважение к человеку, милосердие, верность традициям, точность и обязательность в поведении, высокий уровень общей культуры. Аксель Иванович владел основными европейскими языками, талант ученого сочетался в нем с задатками художника и музыканта.

Становление отечественной радиотехники

Начало научной деятельности Акселя Ивановича относится к периоду, когда наша отечественная радиотехника делала первые шаги. В 1914 г. А. И. Берг окончил специальные классы Морского корпуса в Санкт-Петербурге, был произведен в морские офицеры и направлен на линкор «Цесаревич». Во время первой мировой войны он служил штурманом на союзной английской подводной лодке. Штурманское дело требовало знания радиотехники. Оно-то и определило научные интересы Акселя Ивановича на многие годы. Позднее, в 1922–1925 гг., во время учебы в Военно-морской академии (ВМА) на электротехническом факультете, он специализируется в области радиотехники, а затем

преподает эту специальность в Ленинградском электротехническом институте (ЛЭТИ) и в ряде других вузов. Под руководством своего учителя — И. Г. Фреймана — А. И. Берг настойчиво работает над тем, чтобы радиотехника стала инженерной дисциплиной. «Брали курс на инженеризацию радиотехники», — вспоминал Аксель Иванович. В конце 20-х годов он становится заведующим кафедрой ЛЭТИ и руководителем всей радиотехнической подготовки в этом вузе. Им было опубликовано семь монографий, в которых излагались основы радиотехники и методика инженерных расчетов приемно-усилительных и передающих радиоустройств.

Основные принципы, которым следовал Аксель Иванович как педагог и исследователь: все теоретические расчеты должны проверяться экспериментально; метод расчета должен быть научно обоснован, достаточно точен, но прост, чтобы быть доступным для понимания инженерами. Деятельность Акселя Ивановича в ЛЭТИ и ВМА далеко выходила за пределы только преподавательской работы. Фактически он был идеологом всего высшего образования по связи и наблюдению на военно-морском флоте. Аксель Иванович и в то время, и в последующие годы был решительным сторонником широкого привлечения преподавателей вузов к решению научных проблем. Преподавательскую деятельность А. И. Берг сочетал с научно-исследовательской. В 1932–1937 гг. он возглавлял созданный им Научно-исследовательский морской институт связи Военно-морских сил РККА.¹⁰

Под его руководством исследовались свойства ультракоротких волн и возможности их применения в технике коммуникации и навигации.

В конце 20-х — начале 30-х гг. А. И. Берг часто выезжал за границу для знакомства с состоянием исследований в области радиотехники и для заключения договоров на поставку радиоизмерительной аппаратуры в СССР. Он посетил Германию, Италию, Францию, США.

Дни испытаний

Казалось бы, удача во всем сопутствовала А. И. Бергу. Но в конце 1937 г. его блестящая служебная карьера внезапно оборвалась. Волна репрессий захватила и его. Дворянское происхождение, нерусская фамилия, служба в царском морском флоте, неоднократные поездки за рубеж — всё это делало А. И. Берга особенно уязвимым в период массовых арестов. Он острил и на эту тему: «Мои предки совершили путь из варяг в греки, а я — из дворян в зэки!». Предками Акселя Ивановича были, как мы уже говорили, шведы, а он сам попал в зэки 21.12.37. Ему удалось родиться во второй раз: 24.05.40 его освободили, восстановили в воинском звании инженер-флагмана 2-го ранга и назначили преподавателем Военно-морской академии, профессором которой он был с 1935 г.

Так за что же в тридцать седьмом доктор технических наук А. И. Берг попал в контрреволюционеры? И. Д. Морозов в сборнике воспоминаний о Берге, выпущенном к столетию со дня его рождения (Радиоэлектроника и связь, 1993, № 1, с. 16–22), выдвигает следующую версию. В 1937 г. Берг был начальником НИМИСТ. Его обвинили во вредительстве. Дело было групповое. Берг свою виновность и виновность подчинённых ему начальников отделов категорически отрицал. По проверке деятельности Берга была создана комиссия, подобранная в интересах следственных органов, она обвинила Берга в том, что по его вине государству был нанесён ущерб на сумму 154 млн. руб. в виде неоправданных затрат на НИР и ОКР по созданию новой техники связи и спецтехники. Берг предъявил протест против состава комиссии. Была назначена новая комиссия, которую возглавил сам начальник НИМИСТ Я. Г. Вараксин. В комиссию вошли профессора М. А. Крупский и М. С. Бесчастнов. Вараксину удалось добиться разрешения встретиться с Бергом в тюрьме. Всё, что Бергу ставили в обвинение, он опровергал со ссылкой по памяти на соответствующие документы. Комиссия пришла к заключению, что обвинения, выдвинутые против Берга, не имеют основания. Сам по себе этот факт — редчайшее явление! Это результат редкого мужества, проявленного заключённым Бергом. Сыграли роль и его великолепная память, и

¹⁰Позже этот институт был переименован в НИМИСТ — Научно-исследовательский морской институт связи и телемеханики.

редкое мужество членов комиссии, которые отважились оправдать невиновного. Здесь надо ещё учесть, что М. А. Крупский сам недавно был подследственным!

Сам Аксель Иванович о причине ареста и следствии в Совете не рассказывал (давал подписку о неразглашении). Но всякие «мелочи» вспоминал. За тысячу дней, которые он провёл в тюрьмах, он встречался с очень интересными людьми, например, с К. К. Рокоссовским (будущим маршалом), А. Н. Туполевым (знаменитым конструктором самолётов), П. И. Лукирским (будущим академиком). Когда в камере собирались такие узники, они устраивали научные семинары. Каждый читал лекции из своей области знаний. Ну, а Аксель Иванович ещё дополнительно читал на память поэмы и стихи не только на русском языке, но и на немецком, французском, английском. В соседних камерах, как правило, оказывался кто-нибудь из моряков. Берг налаживал с ними связь с помощью азбуки Морзе и всячески старался поддержать бодрость духа у своих братьев по несчастью. Через 35 лет после этих событий, в бытность Берга председателем Совета, на его имя по служебному адресу пришло письмо из Сибири. Мы, сотрудники Совета, были поражены, насколько это письмо взволновало Берга. Писал ему старый, очень больной человек, который оказался «коллегой» Берга по одной из тюрем. Вернее, он диктовал письмо дочери, потому что был слепым. Он узнал об Акселе Ивановиче из прессы. В письме содержались воспоминания о тех днях, когда Берг был старостой тюремной камеры, и выражалась сердечная благодарность Бергу за его оптимизм, доброжелательность, готовность помочь. Автор письма уверял, что выжил в тех страшных застенках только благодаря моральной поддержке Акселя Ивановича.

В книге Ирины Радунской «Аксель Берг — человек XX века» (1971) и в сборнике воспоминаний «Путь в большую науку: академик Аксель Берг» (1988) тюремная эпопея Берга не затрагивается (цензура не пропустила). Воспоминания дочери Берга об аресте отца по этим же соображениям не были включены в сборник 1988 года.

Однако Сусанна Степановна Масчан — бессменный ученый секретарь Совета — сберегла рукопись и, когда готовился сборник, посвященный столетию со дня рождения Берга, нам удалось впервые опубликовать воспоминания его дочери. (Академик Аксель Иванович Берг. М.: Государственный Политехнический музей, 1993)¹¹.

Становление отечественной радиолокации

Вскоре после начала войны Акселя Ивановича вновь привлекли к деятельности, связанной с усилением обороноспособности страны. В 1941 г. постановлением Совета Народных Комиссаров ему было присвоено звание инженера-контрадмирала (в связи с этим родилась очередная острота Акселя Ивановича: «Из контрреволюционера сразу попал в контр-адмиралы»). В 1943 г. он избран членом-корреспондентом АН СССР и назначен заместителем председателя Совета по радиолокации при ГК обороны. В этом же году он становится научным руководителем Научно-исследовательского института Народного комиссариата электропромышленности СССР. Пришлось переехать на постоянное место жительства в Москву и покинуть горячо любимый им Петербург — Ленинград.

В 1953 г. А. И. Берг назначен заместителем министра обороны СССР по радиовооружению. С этой должности он был уволен в 1957 г. по состоянию здоровья (перенес инфаркт). В 1955 г. ему присвоено воинское звание инженер-адмирала — высшее звание для морского офицера.

В 1959 г. научно-техническая общественность нашей страны широко отмечала 100-летний юбилей со дня рождения А. С. Попова — ученого, с именем которого связано открытие радио. Аксель Иванович возглавил эти торжества.

Из вооруженных сил Берг был уволен в 1960 г., однако он был оставлен в группе генеральных инспекторов при министре обороны СССР.

¹¹ Эти воспоминания Марины Акселевны Берг были затем перепечатаны в книге «Очерки истории информатики в России» (Новосибирск, 1998, с. 544–551).—*Ред.*

Кибернетический период академика Берга

Норберт Винер, создатель кибернетики как универсальной науки об управлении в технике, обществе и живой природе, выдвинул на первый план информационную общность процессов управления. Процессы, протекающие в машинах и живых организмах, имеют много общего с информационной точки зрения: в машинах для передачи информации служат электрические импульсы, в живых организмах — импульсы нервного возбуждения, передаваемые по нервным волокнам.

Единая теория управления требует абстрактного подхода к объектам самой разной природы. Абстрагирование от их физической сущности приводит к концепции «черного ящика». Язык формализации позволяет единым образом описывать живые и искусственные объекты. При информационном подходе важна не характеристика системы самой по себе, а описание ее поведения в некоторой изменяющейся информационной среде. Поэтому можно допустить отвлечение от физической природы системы, и переместить акцент на то общее, что они содержат с точки зрения некоторой четко определенной установки. Эта установка состоит в изучении потоков информации, циркулирующих в системах, в построении алгоритмов переработки информации и в тех общих особенностях структуры систем, которые существенны для передачи и переработки информации.

Кибернетику обвиняли в абстрактности. В 50-е годы в нашей стране она была запрещена как лженаука. Сейчас трудно представить, сколько усилий пришлось затратить, чтобы отстоять кибернетику. А. И. Берг не раз в своих выступлениях вспоминал «антикибернетические» годы:

«Книгу Винера по кибернетике, вышедшую в 1948 г. в США, мы перевели через 10 лет. А за это время некоторые товарищи, которым делать было нечего, писали всякую галиматью про кибернетику, и эта галиматья публиковалась очень охотно в наших журналах.»¹²

По распоряжению Президиума АН СССР была создана рабочая группа из видных ученых и военных для разработки перспективного плана по проблеме «Основные вопросы кибернетики». Председателем группы стал Аксель Иванович Берг. Комиссия работала очень эффективно, и 10 апреля 1959 г. Берг выступил на заседании Президиума с докладом, на котором представил основные положения перспективного плана по проблеме «Основные вопросы кибернетики». Проект был одобрен и было признано необходимым проводить разработку проблемы силами отделений АН СССР. Был создан при Президиуме АН СССР Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика». Председателем этого Совета был избран академик Аксель Иванович Берг. Кибернетика была реабилитирована. Путь для развития отечественной кибернетики был открыт.

В течение 20 лет А. И. Берг возглавлял Совет, который стал кибернетическим центром в масштабе всей нашей страны.

А. И. Берг определил кибернетику как науку об оптимальном управлении сложными динамическими системами на основе математики, логики и ЭВМ. В задачах кибернетики подчеркивалась роль оптимизации.

В философском осмыслении кибернетики А. И. Берг считал, что понятие «информация» столь же фундаментально для современной науки, как «вещество», «поле» и «энергия». Он выдвигал идею, что следует провести сопоставительное изучение таких понятий, как «физическая энтропия» и «энтропия в теории информации». Из сопоставления следует (как считал А. И. Берг) антиэнтропийная сущность кибернетики и трактовка управления, как объективного процесса, направленного на устранение хаоса.

В соответствии с концепцией А. И. Берга, важнейшие кибернетические направления разделились на теоретические и прикладные. Первые связаны с развитием общей теоретической базы кибернетики, вторые — с приложениями кибернетики в различных областях с учетом их специфических особенностей. Основные теоретические направления: математические проблемы кибернетики; теория информации; техническая кибернетика (теория процессов управления в технических системах); теория надежности; теория

¹²Стенограмма выступления А. И. Берга в Перми 17 июня 1968 г. на Всесоюзном совещании по качеству.

знаковых систем, изучающая построение естественных и искусственных языков; бионика; математическая теория эксперимента; философские проблемы кибернетики.

Приложения кибернетической теории: экономика, энергетика, транспорт, химия и металлургия, живая природа, медицина, психология, право. Число приложений всё время увеличивалось. Появились интересные приложения в социологии, истории, культуре. С современными информационными технологиями кибернетику тех лет объединяют ситуационное управление, искусственный интеллект, структурная лингвистика.

По всем этим направлениям в Совете создавались секции. Их возглавляли видные ученые. Эти секции объединяли на общественных началах специалистов НИИ, вузов, производства.

Большое значение имела деятельность А. И. Берга как организатора целого ряда новых кибернетических направлений, курируемых Научным советом по комплексной проблеме «Кибернетика». С помощью Акселя Ивановича были созданы институты кибернетики в различных республиках Советского Союза, лаборатории и кафедры кибернетики в отраслевых и академических институтах, вузах.

В 1970 г. А. И. Берг получил приглашение занять пост Вице-Председателя Всемирной организации по общим системам и кибернетике:

«Уважаемый господин Председатель!

В настоящее время ведется подготовка к созданию временного совета организации, которая получила условное наименование «Всемирная организация по общим системам и кибернетике» (ВООСиК). Профессор У. Росс Эшби любезно согласился занять пост Председателя организации, а профессор Стаффорд Бир — пост Вице-Председателя Организации. Я лично буду исполнять обязанности Генерального Директора. Совет организации почти полностью укомплектован и включает представителей 18 стран, которые все являются известными специалистами в области кибернетики.

Я буду Вам благодарен, если Вы информируете меня по возможности скорее, согласно ли Вы принять приглашение занять пост Вице-Председателя.

С уважением, Дж. Роуз,

Генеральный директор ВООСиК, Блекбернский технологический и проектный колледж, Блекберн, Ланкашир, Англия».

Это было очень почетное предложение. Войти в одну тройку с У. Р. Эшби и С. Биром, кибернетиками с мировыми именами, означало международное признание. Но шел только 1970 г., Аксель Иванович еще недавно был непосредственно связан с обороной СССР... От предложения пришлось отказаться.

Оптимизация отношений «человек — биосфера»

А. И. Берг отчетливо видел двуликость научно-технического прогресса: его достижения служат как на пользу, так и во вред людям и природе. Он считал, что проблема оптимизации отношений «человек — биосфера» не менее важна, чем вопросы управления экономикой, техникой и обществом. Экологические исследования он относил к «большесистемным» по своей сущности и кибернетическим в смысле методов.

В 70-е годы в Научный совет по кибернетике была включена комиссия «Теория и методы управления системами для исследования и освоения Мирового океана». Совет координировал эти исследования совместно с Океанологической комиссией АН СССР. Берг считал, что эта проблема по своей сложности не уступает освоению космического пространства и требует комплексного подхода с применением новейших кибернетических средств и методов. Он ставил задачу создания такого комплекса, который обеспечил бы весь сквозной процесс исследования: поиск, разведку, добычу, обогащение, транспортировку и хранение полезных ископаемых, добываемых на дне Мирового океана. Самое главное в этом комплексном подходе — учет влияния разработки морских месторождений на биосферу.

В мае 1977 г. под председательством Берга проходило координационное совещание по управляющим системам при освоении Мирового океана. Как один из первых специалистов-

подводников, Аксель Иванович с особенным вниманием относился к применению в океанических исследованиях подводных аппаратов. Это было одно из последних совещаний, проходивших с активным участием академика Берга.

Круг замкнулся... В первом десятилетии нашего века Аксель Иванович начинал как подводник с освоения радиотехнической аппаратуры. И вот в конце 70-х годов известный ученый, обеспокоенный губительным влиянием технического прогресса на состояние биосферы, ставил вопросы разработки комплексной системы управления подводными и надводными средствами для спасения Мирового океана.

Ки-берг-нетика

Этот термин появился в 60-е годы. Какой острослов включил фамилию «Берг» в его любимую «кибернетику», неизвестно. Может быть, и сам Аксель Иванович! Он с удовольствием пользовался этим термином: «Кибергнетика знает все!»

Говорил Аксель Иванович энергично, с интонационным подчеркиванием важных слов, довольно быстро, но слова произносил очень четко. Он обладал незаурядным ораторским талантом. Его речи оставляли неизгладимое впечатление и запоминались, как говорится, на всю жизнь. Широта проблем, непосредственность и нестандартность изложения, свободное оперирование статистическими данными, остроумные реплики и афоризмы — всё это поражало и пленяло слушателя. «Самое главное — захватить аудиторию», — говорил он. И это ему удавалось в полной мере. Даже сейчас можно встретить кибернетика-шестидесятника, который при упоминании о Берге воскликнет: «О, это был замечательный академик. Я слышал его один раз, но запомнил навсегда!»

Говоря о значении надёжности отдельных элементов для надёжности всей системы, он процитировал старинную английскую балладу:

*Нет гвоздя и нет копыта
Нет копыта — нет коня ...
Нет коня и гибнет воин,
Гибнет воин — нету войска,
Нету войска — пало царство...
А виноват один лишь гвоздь!*

Аксель Иванович в борьбе за бездефектную продукцию уходил и в более древние времена: «Человечество что-то размякло за последние века. Ведь еще в Древнем Вавилоне действовал закон, по которому казнили архитектора, если он построил ненадёжное здание, а если здание обваливалось и были жертвы, то казнили всех членов его семьи».

Вот еще один отрывок из выступления Акселя Ивановича: «Борьба за надёжность и бездефектность — дело не только ученых. В нее должны включиться инженеры, техники, рабочие. Но чтобы проблема стала близка всем, ее надо пропагандировать на доступном всем языке, ее надо преподнести так, чтобы она преобразилась в увлекательное детективное исследование!»

Борьбу за качество Аксель Иванович неразрывно связывал с экологическими проблемами. В его жизни был особый период — «битва за Байкал». Берг входил в комиссию АН СССР по рассмотрению вопроса о загрязнении Байкала. «Я скоро стану специалистом по Байкалу, — говорил А. И., — спасти нужно Байкал, погибнуть может это удивительное озеро... На берегу Байкала построили целлюлозно-бумажный комбинат вопреки многочисленным протестам... Фильтры работают, а ночью их вообще отключают, чтобы сэкономить электроэнергию и получать премии».

«Корабль экономистов» всегда подвергался усиленному обстрелу со стороны адмирала Берга. «У нас в Академии наук существуют пять экономистов в возрасте от 60 до 100 лет. Все они держатся разных точек зрения по всем вопросам. И их ученики — тоже. Что же получается? Имеется некоторая точка, в которой мы находимся, а во все стороны идут векторы. При этом, естественно, суммарный эффект равен нулю!»

Любимым детищем Акселя Ивановича была медицинская кибернетика. Он лично курировал такие направления, как разработка радиоэлектронных приборов для слежения за

состоянием организма человека (радиозонды) и для лечения больных (стимуляторы сердца), часто посещал клинику Бакулева и выступал перед медиками с докладами по применению идей и методов кибернетики в медицине и смежных областях. Он радовался как ребенок, когда советскими стимуляторами сердца заинтересовался американский художник Рокуэлл Кент.

В Научном совете по кибернетике в праздничные дни разыгрывались «кибернетические капустники». Популярной была тема: «Что сказали бы знаменитые поэты, если бы жили в кибернетический век?»

Маяковский сочинил бы «Слово о кибернетике» и были бы там следующие строки: «Я, Аксель Берг, академик и адмирал, Кибернетикой мобилизованный и призванный, Я принял бой и бой не проиграл, И стала кибернетика признанной!».

Л. П. Крайзмер

Человек с большой буквы

Над моим рабочим столом висит портрет Акселя Ивановича Берга — человека, который стал для меня одним из самых близких и дорогих людей... Мужественное волевое лицо, плотно сжатые губы, мудрый, слегка усталый, чуть-чуть ироничный и в то же время очень добрый взгляд человека смелого, много прожившего и пережившего, много знающего и понимающего, любящего людей. Аксель Иванович — в адмиральском мундире с Золотой звездой Героя социалистического труда, знаком подводника, планками многочисленных орденов и медалей.

Впервые имя Берга я узнал в студенческие годы, будучи студентом старших курсов Ленинградского электротехнического института инженеров сигнализации и связи. При расчете ламповых генераторов широко использовались математические функции, получившие название «функции Берга».

А теперь несколько слов о первом личном знакомстве... В конце 1943 г. после изгнания немцев из Киева я был уволен из Советской Армии со взятием на спецучет Наркомата связи и назначен директором техникума связи в недавно освобожденном Харькове. В 1944 г. меня включили в состав комиссии по проверке работы недавно эвакуированного Ленинградского техникума связи. В техникуме работала родственница Берга, попросившая меня передать ему в Москве небольшую посылку.

Берг попросил принести ее вечером домой. Когда я пришел, он только что вернулся с работы, был еще в адмиральской форме, а я — в старой офицерской шинели без погон. Опыт чинопочитания и субординации, усвоенный мною за четыре года военной службы на Дальневосточном фронте (два года солдатом и два года инженер-капитаном), приучил меня к кратким рапортам и «уставным отношениям» с начальством. А вместо этого я встретил радушный прием, беседу за ужином, внимание к моим научным интересам, словом, простое и душевное человеческое отношение к рядовому офицеру со стороны адмирала, члена-корреспондента Академии наук, замнаркома. И так было всегда — я наблюдал в последующие годы как дружески, просто академик Берг общался с «простыми смертными» — инженерами, аспирантами, лаборантами, студентами. Причем такое поведение диктовалось отнюдь не показным популизмом, а искренней заинтересованностью беседами с интересными ему людьми, независимо от их рангов.

О личной скромности А. И. Берга и его критической самооценке красноречиво говорит и такая, например, запись Берга в дневнике (2 октября 1955 г.):

«... Нет, жизнь прожита не напрасно. Хотя я не открыл ни одного нового закона, не сделал ни одного изобретения, но 30 лет работы в области радиоэлектроники, несомненно, принесли немало пользы моей стране. Не знаю, сколько времени мне еще

осталось жить и работать, но я горю желанием сделать еще многое. Интерес к работе, делу у меня не остыл, признаков вялости, старости нет — только я устаю скорее, чем раньше. Но ведь я и работаю много».

И действительно, талант А. И. Берга проявился прежде всего в роли блестящего организатора науки и промышленности, благодаря умению отделить «зерна от плевел», распознать ценные новаторские идеи и энергично добиваться их внедрения в жизнь, в технику, науку. Это особенно проявилось и принесло ценные плоды в процессе работы Берга в качестве создателя (в 1959 г.) и бессменного руководителя уникального научно-исследовательского учреждения — Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР.

На этой ниве возникли особенно теплые деловые и дружеские отношения автора с академиком Бергом. С первыми работами основоположников кибернетики — Норберта Винера, Клода Шеннона, Уильяма Росса Эшби и других я познакомился в конце 40-х — начале 50-х гг., когда кибернетику отечественные горе-руководители и горе-философы клеймили как «служанку империализма, одну из форм современного мракобесия». Лекции, посвященные кибернетике в целом и отдельным ее теоретическим и мировоззренческим проблемам, я читал в первой половине 50-х гг. в ряде учреждений и организаций Ленинграда, а также — наездами — в нескольких московских НИИ. Об одной из этих лекций кто-то, по-видимому, доложил Бергу. Мне в гостиницу позвонили из Института радиотехники и электроники АН СССР и сообщили, что Берг хотел бы побеседовать со мной. Это свидание состоялось на следующий день, длилось около двух часов, говорили мы о сути и о роли кибернетики на современном этапе развития общества и о тех организационных мероприятиях, которые следует предпринять для организации работ в области кибернетики.

Кстати, в связи со встречами с Акселем Ивановичем хочется отметить его доходящую до педантичности систематичность организации работы, деловых встреч, персональных бесед. Как-то в одно из моих посещений Москвы Берг назначил мне деловую встречу в помещении Президиума Академии наук, членом которого он являлся. Встреча была назначена за час до заседания Президиума. Я явился за пять минут до назначенного времени, но и в назначенное время Акселя Ивановича еще не было. Однако буквально через несколько минут вошел запыхавшийся мужчина и спросил секретаря, где здесь ожидающий академика Берга доцент Крайзмер. Секретарь указала на меня, и он представился как водитель машины из гаража Академии наук, куда Берг позвонил, сообщил, что он себя неважно чувствует, на Президиуме не будет, но так как отменять встречу со мной он не хочет, то просит привезти меня к нему на беседу домой...

Этот случай я всегда вспоминал впоследствии, когда являлся к кому-нибудь из начальствующих лиц, назначивших мне встречу, но после прихода выяснялось, что «лицо» уехало в командировку, или будет весь день занято... А секретарю даже не поручило созвониться с приглашенным посетителем или посетителями и хотя бы извиниться перед ними за напрасно потерянное время.

В июле 1956 года Берг выступил в ЛЭТИ на представительной встрече, посвященной проблемам внедрения методов кибернетики и электронной вычислительной техники. В своем выступлении он активно ратовал за организацию производства ЭВМ в нашей стране, для начала — в полукустарных условиях. Он призывал создавать макеты ЭВМ в лабораториях НИИ и учебных заведений. Пусть эти макеты, говорил он, конечно же, не станут настоящими вычислительными инструментами, но помогут овладеть азами новой техники широким кругам молодых инженеров, техников, студентов, из которых впоследствии вырастут конструкторы и создатели отечественной вычислительной техники.

«Не ждите, говорил он, когда наши неповоротливые руководители и министры возьмутся всерьез за это важное и нужное дело. Ведь они напоминают мне персонажей из одной сцены оперы-пародии "Вампука", где участники, подпрыгивая на месте и изображая своими телодвижениями спешку, поют "мы спешим, мы бежим..."». Берг даже проиллюстрировал на трибуне под общий смех этот «бег на месте».

Когда он сел за стол президиума (а наши места были рядом) я спросил: «Аксель Иванович! А вы не опасаетесь неприятностей в результате таких высказываний в адрес высокого руководства?» Берг сделал рукой характерный для него жест отмашки и ответил: «Пустяки, я свое отсидел, второй раз меня не посадят» и тут же в президиуме стал мне рассказывать о пребывании в годы сталинских репрессий в тюремной камере — по соседству с Рокоссовским, Минцем и другими.

В значительной степени под влиянием этой беседы я подготовил научную записку — обоснование для Совета Ленинградского Дома ученых им. А. М. Горького, и решением Совета, председателем которого был тогда добрый знакомый А. И. Берга академик Ю. А. Шиманский, крупнейший ученый в области морского кораблестроения, в ноябре 1956 г. была создана первая в стране секция кибернетики ЛДУ. Эта секция в течение первых лет своего существования была одним из общественных центров организации работ в области кибернетики. В ней неоднократно выступали академики А. И. Берг, В. М. Глушков, В. А. Трапезников, Л. В. Канторович и многие другие крупнейшие ученые в области кибернетики, в том числе, и один из основателей кибернетики — английский ученый Уильямс Росс Эшби. В 1979 г. секция решением Совета Дома ученых присвоено имя академика А. И. Берга.

И еще несколько строчек из новогоднего поздравления автору от А. И. Берга:

«Я ведь ваш ученик и все, что Вы пишете по памяти ЭВМ, я внимательно читаю. Вы правильно делаете, что глубоко вникаете, уже много лет, в эти важные вопросы.

С искренним приветом,

Ваш А. Берг.

Москва, 31 декабря 1970 г.»

В этих строчках весь А. Берг, который очень заботился о вдохновении и поощрении ученых, работы которых по его мнению заслуживали внимания и развития.

До самой своей кончины А.И. Берг проявлял большой интерес к работе нашей секции и вообще ко всем сторонам работы в области радиоэлектроники и кибернетики в Ленинграде. В частности, и свой семидесятилетний юбилей 10 ноября 1963 г. он отмечал в кругу членов секции и друзей в гостиницах нашего Дома ученых. Вообще Аксель Иванович в своих беседах и выступлениях всегда подчеркивал, что своим родным городом, где прошли лучшие годы его молодости и зрелости считает Санкт-Петербург — Петроград — Ленинград (и вновь Санкт-Петербург), который он очень любил.

А ученые и вообще интеллигенция нашего города навсегда сохранят память об этом замечательном, добром, талантливом, много сделавшем для развития науки в нашей стране Человеке с большой буквы.

В. В. Налимов

Аксель Иванович как диссидент от науки

I

Насколько я помню, близкие отношения с А. И. Бергом у меня сложились в начале 60-х годов. Он, строго говоря, не был ученым. Но, будучи человеком высокой интеллигентности, хорошо понимал состояние дел как в науке, так и в технике, и в целом в нашей стране. Судьба вынесла его на гребень — он стал, несмотря на недовольство многих, председателем Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР. Эта отчетная должность дала ему возможность воздействовать на ход событий в науке. Кибернетика тогда обрела у нас статус некоего «вольного движения», направленного против

Статья была написана В. В. Налимовым в 1993 г. для сборника, посвященного 100-летию со дня рождения А. И. Берга, но не была тогда опубликована. Хранилась в архиве Е. В. Марковой, которая любезно предоставила её для данного издания.—
Ред.

идеологической заторможенности. И Аксель Иванович оказался блестящим руководителем этого движения. Он многое внес в дело раскрепощения науки от существовавших тогда догм. Активно он поддержал и меня в моих начинаниях. И мне хочется здесь почтить его память. Его личность была обаятельной — в нем было заложено харизматическое начало.

II

Вот один пример. В конце 1959 г. меня пригласил на работу в ГИРЕДМЕТ директор этого института В. Н. Костин, заинтересовавшись моим предложением создать группу для математических исследований. Пригласил, не согласовав с академиком Н. И. Сажиным — его заместителем по науке. Помню, как мне сообщили о недоумении академика: «Много десятилетий я работаю с редкими металлами и никогда ничего не считал. Что же, теперь у нас тут обсерватория астрономическая открывается, что ли?»

Только через полгода мы нашли общий язык. Этому способствовал академик А. И. Берг, который, возглавляя Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», естественно, поддержал обращение к математике. Речь здесь шла, с одной стороны, об управлении исследованиями путем использования математической теории эксперимента¹³, с другой — об управлении непосредственно технологическими процессами путем построения математических моделей, дающих возможность находить оптимальные режимы в динамических процессах. Вскоре мы получили одну из первых ЭВМ — это было опять совсем непривычно для металлургического института.

Второй пример. По настоянию А. И. Берга я должен был выступить перед большой аудиторией в Доме ученых. Сам Берг, в отличие от меня, очень волновался. Давал мне многочисленные советы и прежде всего упрощал говорить медленнее. Доклад прошел хорошо, несмотря на то, что я говорил в своей обычной манере. Он поздравлял меня и благодарил так сердечно, что это запомнилось до сих пор. Как важна такая поддержка!

III

В чём же проявилось диссидентство Акселя Ивановича? Здесь можно указать, по крайней мере, на три обстоятельства.

1. Он призывал к математизации тех разделов знания, которые традиционно существовали вне математики. Это вызывало возражение у многих ученых тех лет. Они полагали, что имеют дело с существенно качественной природой вещей, не подлежащих формализованному описанию. Многих, скажем, смущала и даже возмущала сама возможность создания наукометрии. Как, вопрошали они, возможно измерять то, что связано с творческим процессом. Или — как можно говорить об искусственном интеллекте? В те годы это звучало кощунственно. А попытка создания математической модели сознания до сих пор не может быть воспринята психологами. Так же, правда, биологи не принимают математизацию теоретических представлений науки о живом.

2. В Научном совете по кибернетике делалась попытка объединить те направления научной мысли, которые традиционно существовали во взаимной изолированности. И это казалось нелепым. Как, скажем, в одном и том же коллективе может работать как химик, так и лингвист? Допустимо ли это? Так ведь нарушается классификация наук, созданная академиком Б. М. Кедровым. Нарушается принцип, по которому создана сама Академия и университеты. Хотя теперь такая попытка, называемая «междисциплинарным», а иногда и «трансдисциплинарным» подходом, начинает широко обсуждаться как один из выходов из глобального тупика.

¹³ Здесь имеются в виду математические методы планирования эксперимента, впервые предложенные английским математиком Р. Фишером, затем разработанные американским статистиком Г. Боксом и серьезно математически обоснованные американским математиком Дж. Кифером. Академик А. Н. Колмогоров поддержал наше начинание. Но вот многие представители экспериментальных наук упорно возражали, ошибочно полагая, что формализованные методы планирования эксперимента погасят их интуицию.

3. Будучи академиком, Аксель Иванович готов был опираться на тех, кому путь в Академию был напрочь закрыт. Так нарушался принцип элитности, лежащий в основе Академии.

Резюмируя, можно сказать, что Аксель Иванович пытался приоткрыть дверь для свободы, в которой так нуждалась наша наука тех дней¹⁴.

IV

Среди части математиков, окружавших Акселя Ивановича, поднимался вопрос о создании Института кибернетики. Особенно обеспокоены этой задачей были Б. В. Гнеденко, А. А. Ляпунов и я. Мы не раз встречались для обсуждения этой темы. Но эта идея так и не осуществилась. Против были многие, в том числе и Президент Академии М. В. Келдыш и А. Н. Колмогоров. В этом был известный резон — учреждение такого рода могло легко заболотиться, ибо кибернетика не стала самостоятельной математической дисциплиной. Ее базисом не стала аксиоматика. Она не обрела статус исчисления.

V

Почему кибернетику не удалось аксиоматизировать? На этот вопрос легко ответить. Кибернетика, опирающаяся, прежде всего, на математику, объединяла ряд разнородных и вполне самостоятельных дисциплин. Напомним их: теория информации, теория алгоритмов, теория автоматов, теория распознавания образов, теория оптимального управления, математическое планирование эксперимента, исследование операций, математическая лингвистика, машинная математика, создание и исследование искусственного интеллекта. Естественно, что столь высокое многообразие задач не могло быть охвачено единой аксиоматикой.

VI

Кибернетика вышла за границы, очерченные ее создателем Н. Винером. Она стала обретать статус метатеории. В наши дни ее задача — это методологическое и в то же время философское осмысление интенсивно развивающегося процесса математизации знания в широкой его перспективе.

Вспомним: еще не так давно — в годы, когда я учился, речь шла только об использовании математики в задачах механики, физики и, совсем немного, в статистическом анализе данных. А теперь математизация знания захлестнула науку и, соответственно, технику. Отсюда и необходимость в метатеории. А что же получилось — ушел из жизни диссидент от науки, и кибернетика захирела.

Не была понята задача кибернетики. Она действительно не обычная научная дисциплина. И остался вопрос — нужны ли в науке метанаучные составляющие?

VII

Что же можно ожидать от кибернетики в ее обновленном понимании? Отвечая на этот вопрос, остановлюсь на трех пунктах.

1. Надо отдавать себе отчет в том, что в цивилизации наших дней происходят радикальные перемены. Если раньше в западной цивилизации столетиями развивалась техника с нарастающей скоростью, то теперь доминирующим началом стало развитие информационных процессов. Но перестроилась ли должным образом система образования? Думаю, что скорее всего, нет. И здесь нужен метатеоретический взгляд на происходящее.

2. Если теперь посмотреть на судьбу нашей культуры глубже¹⁵, то нужно признать, что мы находимся на изломе культуры. Природа смыслов должна выйти на первое место. Мои размышления на эту тему показали, что смысловая природа человека должна быть задана

¹⁴ Как жаль, что Аксель Иванович не дожил до тех дней, когда появилась работа Пола Фейерабенда с таким примечательным заглавием: Против методологического принуждения. Очерк анархической теории познания (в книге «Избранные труды по методологии науки». М.: Прогресс, 1986).

¹⁵ Налимов В. В. На изломе культуры // Полис. 1991, № 6, с. 5–18; 1992, № 1, 2, с. 150–166; № 3, с. 110–112; № 4, с. 112–121.

математической моделью¹⁶. Здесь мы встречаемся с новыми возможностями использования математики. Это непривычно, необычно. Это надо обосновать, т. е. обратиться к метаматематическим рассуждениям.

3. Дальнейшие разработки показали, что природу человека надо изучать комплексно — обращаясь не только к психологии, психиатрии, этнографии, религиоведению, но также еще и к современной теоретической физике и, пожалуй, даже к космогонии. Природу сознания надо осознать во вселенских масштабах. И здесь опять возникают вопросы — как возможно изменить систему образования, как перейти от углубленного знания в одной узкой области к широкому охвату всего многообразия культуры. Возможно ли это? Это сложнейшая метапроблема.

VIII

Чего же нам не хватает? С одной стороны, — ассигнований. С другой — нужна признанная харизматическая личность, достаточно независимая, способная стать диссидентом в науке.

Исаак Семёнович Брук

Исаак Семёнович Брук

Исаак Семенович Брук родился 8 ноября 1902 г. в Минске в бедной еврейской семье служащего табачной фабрики. В 1920 г. он окончил реальное училище, а в 1925 г. — электротехнический факультет МВТУ им. Н. Э. Баумана.

Еще будучи студентом, И. С. Брук занялся научными исследованиями. Его диплом был посвящен новым способам регулирования асинхронных двигателей. По окончании МВТУ И. С. Брук работал во Всесоюзном электротехническом институте им. В. И. Ленина, где он получил большой практический опыт: участвовал в разработке новой серии асинхронных двигателей, выезжал в Донбасс для налаживания параллельной работы электростанций.

В 1930 г. Брук переехал в Харьков, где на одном из заводов под его руководством были разработаны и построены несколько электрических машин новой конструкции, в том числе взрывобезопасные асинхронные двигатели. В 1935 г. он возвратился в Москву и поступил на работу в Энергетический институт АН СССР (ныне ЭНИН им. Кржижановского). В его личном деле сохранилось рекомендательное письмо директору ЭНИНа академику Г. М. Кржижановскому от академика К. И. Шенфера — крупнейшего специалиста в области электрических машин. Зная Брука по работе в ВЭИ, Шенфер рекомендовал его как «блестящего экспериментатора и талантливого научного работника и инженера». В заявлении при поступлении на работу в ЭНИН И. С. Брук написал, что хотел бы заниматься вопросами компенсации реактивной мощности дальних линий электропередач. В организованной им лаборатории электросистем он разворачивает исследования по расчету режимов мощных энергосистем. Для моделирования сложных электросетей в лаборатории создается расчетный стол переменного тока — своеобразное специализированное вычислительное устройство. За эти работы в мае 1936 г. Бруку была присвоена ученая степень кандидата технических наук без защиты диссертации, а в октябре того же года он защитил докторскую диссертацию на тему «Продольная компенсация линий электропередач».

¹⁶ Налимов В. В. Спонтанность сознания. Вероятностная теория смыслов и смысловая архитектура личности. М.: Прометей, 1989, 285 с.

В 1939 году, на одном из заседаний Президиума Академии наук СССР, был заслушан доклад тридцатисемилетнего доктора технических наук Исаака Семеновича Брука о механическом интеграторе, позволяющем решать дифференциальные уравнения до 6-го порядка, созданном под его руководством в лаборатории электросистем Энергетического института АН СССР. Доклад вызвал большой интерес,— подобных вычислительных машин в СССР еще не было.

Ученый решил сложную техническую задачу,— одних зубчатых колес в интеграторе имелось более тысячи! Его стойки с многочисленными перемычками и отверстиями для осей зубчатых колес занимали зал площадью около 60 квадратных метров. Набор задачи, состоявший в установке шестеренок на определенные места, занимал от нескольких суток до нескольких недель. По современной классификации механический интегратор И. С. Брука — аналоговая вычислительная машина.

В том же году Брука избрали членом-корреспондентом АН СССР. Сделанный им доклад, вероятно, способствовал такому ходу событий. Однако главными работами Брука к этому времени были его выдающиеся исследования в области электроэнергетики.

В годы Великой Отечественной войны И. С. Брук продолжал эти исследования. Но он также успешно работал над системами управления зенитным огнем, изобрел синхронизатор авиационной пушки, который позволил стрелять через вращающийся пропеллер самолета.

Интерес к автоматизации вычислений возник у И. С. Брука не случайно. Решая задачи в области электроэнергетики с помощью аналоговой вычислительной техники, он, как и С. А. Лебедев, пришел к выводу о необходимости создания цифровых вычислительных машин для обеспечения достаточно высокой точности сложных расчетов.

Схожесть биографий этих двух замечательных ученых поразительна! Оба родились в один год, учились в одном институте, «становились на ноги» как ученые в одной научной организации, оба занимались вопросами энергетики, от нее шли к вычислительной технике, оба стали руководителями ведущих научных школ в области цифровых вычислительных машин.

И. С. Брук первым в СССР (совместно с Б. И. Рамеевым) разработал проект цифровой электронной вычислительной машины с жестким программным управлением (август 1948 г.). В это время машина подобного типа имелась лишь в США («Эниак», 1946 г.). Они же с Рамеевым получили первое в СССР авторское свидетельство об изобретении цифровой ЭВМ (с общей шиной), датированное декабрем 1948 г. К сожалению, и проект, и изобретение не были своевременно реализованы на практике.

И. С. Брук первым выдвинул и осуществил идею создания малых вычислительных машин для использования в научных лабораториях.

В 1950–1951 гг. под руководством И. С. Брука была разработана малогабаритная электронная автоматическая цифровая машина М-1 (с хранимой программой). Основные идеи построения М-1 были предложены И. С. Бруком и Н. Я. Матюхиным, тогда молодым инженером, окончившим радиотехнический факультет МЭИ, впоследствии членом-корреспондентом АН СССР. М-1 была запущена в опытную эксплуатацию в начале 1952 г., примерно одновременно с МЭСМ, созданной С. А. Лебедевым в Киеве.

Впоследствии М. А. Карцев вспоминал: «Первые задачи, которые решались на машине М-1, ставились академиком Сергеем Львовичем Соболевым, который в то время был заместителем по научной работе у академика Курчатова. На это чудо техники, которое давало 15–20 (не тысяч, не миллионов), а 15–20 операций в секунду над 23-разрядными числами и имело память емкостью в 256 слов, приезжали смотреть и президент Академии наук СССР А. Н. Несмеянов, и многие видные советские ученые и государственные деятели».

У разработчиков М-1 сохранился отчет «Автоматическая вычислительная машина М-1», утвержденный директором Энергетического института АН СССР академиком Г. М. Кржижановским 15 декабря 1951 г. Этот документ, вошедший в историю вычислительной техники, составили: руководитель лаборатории электросистем член-корреспондент АН СССР И. С. Брук, исполнители работ, младшие научные сотрудники Т. М. Александриды,

А. Б. Залкинд, М. А. Карцев, Н. Я. Матюхин, техники Л. М. Журкин, Ю. В. Рогачев, Р. П. Шидловский.

В 1952 г. лабораторией И. С. Брука была выпущена машина М-2. Ее разработку выполнила группа выпускников МЭИ, возглавляемая М. А. Карцевым. Производительность М-2 составляла в среднем 2 тыс. оп/с. В ней были применены обычные осциллографические ЭЛТ в качестве элементов ЗУ и полупроводниковые диоды в логических схемах, что значительно сократило число электронных ламп, потребляемую мощность и стоимость. Летом 1953 г. М-2 была введена в эксплуатацию. На ней проводились расчеты для Института атомной энергии (акад. И. В. Курчатов), предприятия акад. А. И. Берга, Института теоретической и экспериментальной физики АН СССР (акад. А. И. Алиханов), Института проблем механики АН СССР (расчеты прочности плотин Куйбышевской и Волжской гидроэлектростанций) и многих других научных и промышленных организаций. В то время в СССР такие задачи можно было решать только на трёх машинах — БЭСМ, М-2 и «Стрела».

Опираясь на опыт работ по М-1 и М-2, И. С. Брук в 1955–1956 гг. сформулировал концепцию малых ЭВМ и их отличия от машин предельной производительности (нынешних суперЭВМ). Эта концепция отражалась им в термине «малогабаритная машина», который, конечно, не исчерпывал всех свойств малых ЭВМ. Первым решением задачи создания малых ЭВМ, поставленной И. С. Бруком, была разработка М-3, проведенная Лабораторией управляющих машин и систем АН СССР и НИИЭП в 1956–1957 гг. М-3 оперировала 30-разрядными двоичными числами с фиксированной точкой, имела двухадресный формат команд, память емкостью 2048 чисел на магнитном барабане и производительность 30 операций в секунду. При работе с ферритовой памятью той же емкости производительность М-3 возрастала до 1,5 тыс. оп/с. Она имела всего 770 электронных ламп и 3 тыс. купроксных диодов и занимала площадь 3 кв. м. Основные идеи построения М-3 были сформулированы И. С. Бруком, Н. Я. Матюхиным и В. В. Белынским. М-3 предназначалась для проектных и исследовательских институтов и выпускалась серийно на заводе им. Орджоникидзе в Минске. До начала серийного выпуска три организации в кооперации на паях изготавливали образцы М-3 для себя: КБ академика С. П. Королева, ВНИИЭМ (акад. А. Г. Иосифьян) и Институт математики АН Армянской ССР (акад. С. Н. Мергелян), из которого потом выделился Ереванский институт математических машин. Таким образом, М-3 послужила прототипом для двух промышленных серий ЭВМ — «Минск» (Г. П. Лопато, В. В. Пржиялковский) и «Раздан» (Б. Б. Мелик-Шахназаров). В появившихся позже ЭВМ «Минск-2», «Минск-3» и других машинах, выпускавшихся в Белоруссии и Армении, а также в первых венгерских и китайских ЭВМ были заметны гены М-1 и М-3.

В 1956 г. И. С. Брук выступил с докладом на сессии Академии наук СССР по автоматизации, в котором изложил главные направления промышленного применения вычислительных и управляющих машин, а в 1957 г. поставил научную проблему «Разработка теории, принципов построения и применения электронных управляющих машин». Для ее решения в 1958 г. был создан Институт электронных управляющих машин АН СССР (ИНЭУМ), директором которого стал И. С. Брук.

Постановка проблемы содержала систематизированное изложение основных направлений фундаментальных и прикладных исследований в области автоматизации производства и управления объектами с помощью электронных цифровых управляющих машин, создания систем управления, включающих в качестве звена человека-оператора, взаимодействующего с машиной. Заметим, что термин «кибернетика» еще не употреблялся в то время широко, в связи с идеологическими гонениями против этой «лженауки» в недавнем прошлом. Однако по содержанию проблема, поставленная И. С. Бруком в 1957 г., была направлена на развитие исследований и разработок в СССР именно в области кибернетики (как потом стали говорить — технической кибернетики). Проблемная записка И. С. Брука, опубликованная АН СССР в 1958 г., явилась толчком к организации в стране в конце 50-х годов целого ряда НИИ и КБ в оборонных отраслях промышленности, которые занимались созданием и применением универсальных и специализированных цифровых электронных управляющих машин и систем для решения задач управления объектами. В 1957 г. в ИНЭУМ коллектив, руководимый М. А. Карцевым, начал разработку электронной управляющей машины М-4,

одной из первых транзисторных машин, предназначенных для управления в реальном масштабе времени экспериментальным комплексом радиолокационных станций.

Другой разработкой ИНЭУМ, выполненной под руководством И. С. Брука, была управляющая машина М-7. Эта машина предназначалась для систем управления мощными теплоэнергетическими блоками электростанций («котел-турбина-генератор»). Она выполняла функции поддержания нормальных режимов работы энергоблока путем минимизации расхода топлива и выдачи соответствующих установок на регуляторы, а также сложные логические программы операций пуска и останова энергоблока, анализа сочетаний параметров работы энергоблока с целью обнаружения предаварийных ситуаций и отображения необходимой информации для оператора энергоблока. Ориентация архитектуры машины на ожидаемые алгоритмы задач позволила выбрать технические решения, наилучшим образом отвечающие требованиям по быстродействию и надежности.

В 1958 г. И. С. Брук начал разработку универсальной цифровой вычислительной машины М-5 (в выборе архитектуры М-5 на начальной стадии принимал участие М. А. Карцев). М-5 была задумана как мультипрограммная и многотерминальная ЭВМ, реализующая режимы как пакетной обработки, так и разделения времени. Ее структура базировалась на общей магистрали, связывающей центральный процессор, блоки оперативной памяти и устройства управления вводом-выводом и внешней памятью (игравшие роль каналов, характерных для машин третьего поколения). Была выделена адресная арифметика, обеспечивавшая выполнение операций над индексными регистрами и преобразование адресов в основных командах. Машина М-5, реализованная на транзисторных элементах и ферритовой памяти (т. е. на технической базе ЭВМ второго поколения), по своей архитектуре во многом была предшественницей ЭВМ третьего поколения. Она была изготовлена Минским заводом им. С. Орджоникидзе в одном экземпляре в 1961 г. и, к сожалению, не получила дальнейшего развития по причинам не технического, а организационного характера.

И. С. Брук еще во второй половине 50-х годов пришел к выводу, что наряду с применением ЭВМ для научных расчетов и управления объектами, необходимо развивать другую область применения ЭВМ — обработку экономической информации для задач учета, статистики, планирования, моделирования экономики. Познакомившись с методами линейного программирования Л. В. Канторовича, классическими динамическими моделями экономики и методами межотраслевых балансов В. Леонтьева, И. С. Брук развернул в ИНЭУМ работы по применению математических методов и вычислительной техники для решения экономических задач на государственном уровне. Он привлекал к этому специалистов по экономике, которые начинали использовать математические методы и ЭВМ (что в то время еще считалось отступлением от «чистопородного» марксизма-ленинизма), спасая их так же, как несколько ранее физики принимали в свои институты генетиков. С самого начала этих работ И. С. Брук ставил задачу о достоверности исходной базы для экономико-математических моделей, которую составляли соотношения цен. Он говорил о том, что в нормальной экономике не может быть планово-убыточных отраслей, что проводимая в начале 60-х годов в СССР экономическая реформа должна учитывать пересмотр цен. Одновременно он имел в виду учет специфики экономико-математических задач при создании ЭВМ следующих поколений. Эти и другие предложения И. С. Брука по применению ЭВМ в экономике встретили резкие возражения чиновников, стоявших у руководства Госпланом СССР, в ведение которого попал ИНЭУМ в начале 60-х годов. В результате непримиримых противоречий с руководством И. С. Брук в 1964 г. был вынужден уйти с поста директора ИНЭУМ.

Выйдя на пенсию, И. С. Брук продолжал работать в ИНЭУМ в качестве научного консультанта. В то время, на рубеже 60-х — 70-х годов, его чрезвычайно беспокоили пути развития отечественной вычислительной техники. Исторический интерес представляют неопубликованные комментарии И. С. Брука по докладу Межведомственной комиссии о разработке системы «Ряд» (ЕС ЭВМ), сделанные им в 1971 г.

И. С. Брук писал:

«Если только не поставить перед собой цель выйти на внешний рынок и частично вытеснить западные фирмы, то при выборе структуры "Ряда" следовало бы больше

ориентироваться на существующие у нас условия с учетом их изменения вследствие роста применения вычислительной техники. Доклад ориентирует на повторение или ускорение прохождения пути развития вычислительной техники за рубежом, т. е. в США. И это представляется ошибочным. Главные рекомендуемые в докладе мероприятия — увеличить капиталовложения, значительно увеличить подготовку кадров, довести все составляющие примерно до уровня США, а "остальное приложится". Конечно, вложения дадут результаты. Но это верно лишь отчасти. Предпосылкой является, по мнению составителей доклада, то, что, если в США применение вычислительной техники и средств автоматической обработки информации дает значительный экономический эффект, то тем более это даст эффект в условиях социалистического планового хозяйства ввиду его бесспорных преимуществ. Нужно, однако, считаться с тем, что никакого "автоматизма" здесь в действительности нет. Экономические выгоды не лежат на поверхности, и их извлечение требует больших усилий и умения. В этом суть дела. Многолетний опыт разработки, производства и различных применений вычислительной техники в СССР показывает, что, несмотря на значительные вложения в эту область и наличие мощной производственной базы, продолжается выпуск оборудования, отстающего по своим характеристикам от зарубежного уровня примерно на 12 лет. Это отставание неравномерно по всему фронту. Например, разработанная ИТМиВТ машина БЭСМ-6 несомненно ближе других к современным ЭВМ по своей логике и производительности. Для всех разработок и выпускаемых устройств характерен низкий уровень технологии, заложенный в конструкциях. Сам по себе тот факт, что при незначительном годовом выпуске в несколько сот вычислительных машин они выпускаются более десяти различных типов, не имеющих ничего общего по конструкциям, логике, языку и т. п., свидетельствует об отсутствии сколько-нибудь разумного регулирования и планирования. Поэтому, введение, вместо многочисленных выпускаемых или намечаемых к выпуску "проталкиваемых", премированных и т. п. машин, ограниченного числа программно совместимых моделей безусловно прогрессивно. Практически невозможно скопировать вычислительную машину по общему описанию, списку команд, описанию конструкции и эксплуатационным документам. Нет нужды доказывать, что наилучшим и экономичным по затрате времени решением проблемы освоения того, что уже достигнуто за рубежом, было бы использование лицензий, т. е. готовой документации и технологии. В противном случае — трудно устранимое отставание. Главным средством сокращения длительности разработок и освоения их в производстве является уменьшение объема самих разработок за счет сокращения номенклатуры до разумного минимума. Надо ориентироваться на массовое производство моделей, имеющих наибольшее применение — малых и средних моделей семейства. На начальном этапе следует ограничиться одной–двумя моделями с соотношением их производительности в 4–5 раз (а не в 3 раза как у семейства 360). Привлекательны двухпроцессорные системы с точки зрения повышения производительности (за меньшую цену) и надёжности. Наконец, в области применений необходимо в корне изменить подход к функциональному построению АСУ, не копировать когда-то принятую структуру сложившейся ручной технологии. Это лишено смысла».

И. С. Брук опубликовал более 100 научных работ. Ученый широкой эрудиции, И. С. Брук имел талант изобретателя и экспериментатора. Он получил более 50 авторских свидетельств на изобретения, из них 16 за последние 5 лет жизни, будучи уже в преклонном возрасте. Инженерную школу разработки вычислительных и управляющих машин, созданную И. С. Бруком, отличали:

— тщательный баланс характеристик производительности, надёжности и стоимости, принципиально важный для машин малого и среднего класса;

— безошибочный выбор схмотехнических и конструктивных решений при создании ЭВМ, основанный на блестящем знании самим И. С. Бруком теоретических основ электротехники, импульсной техники (этого же И. С. Брук требовал и от своих учеников);

— смелость в принятии технических решений при проведении крупных разработок; И. С. Брук учил сотрудников обходиться без больших макетов, но зато считать и тщательно обосновывать свои проекты;

— ориентация архитектуры создаваемых ЭВМ на классы задач, для решения которых предназначены эти ЭВМ;

— тесное сотрудничество инженеров и программистов в создании ЭВМ, выборе и разработке архитектуры и программного обеспечения.

Ученики и коллеги И. С. Брука (Б. И. Рамеев, Н. Я. Матюхин, М. А. Карцев, Г. П. Лопато, Б. Н. Наумов), продолжая традиции его школы, создали свои коллективы и научные школы, сыгравшие значительную роль в становлении и развитии отечественной вычислительной техники.

Наряду с широкой эрудицией, проницательностью и предвидением, свойственными крупному ученому, в характере И. С. Брука было что-то от любознательного мальчишки, который все хочет знать и все подвергает сомнению. Эти мальчишеские черты характера — любопытство и бесстрашие — вместе с талантом изобретателя и экспериментатора, определили жизненный путь И. С. Брука. Его добрые отношения с учениками и коллегами сохранились до последних дней его жизни.

Критическое отношение И. С. Брука ко многим вопросам, с которыми ему приходилось сталкиваться, в сочетании с редким остроумием, создавало И. С. Бруку облик резкого оппонента в научных кругах и у чиновников государственного аппарата, которые считали, что у И. С. Брука плохой характер и что с ним трудно иметь дело. В действительности, И. С. Брук был человеком, который болезненно реагировал на фальшь, обман, невыполнение обещаний, терпеть не мог халтуру в работе. Зато изобретательность, научную добросовестность И. С. Брук оценивал объективно и очень высоко, независимо от того, рассматривал ли он работы собственной школы или работы других школ. Вклад И. С. Брука в развитие отечественной вычислительной техники не был в достаточной степени оценен при его жизни.

6 октября 1974 г., спустя три месяца и три дня после смерти Сергея Алексеевича Лебедева, не стало и Исаака Семеновича Брука. Он похоронен в Москве, на Введенском кладбище.

Леонид Витальевич Канторович

В. Л. Канторович

Леонид Витальевич Канторович

Леонид Витальевич Канторович родился в Санкт-Петербурге в семье врача 19 января 1912 г. Он был, что называется, «вундеркиндом». Еще школьником он получал, как особо одаренный ребенок, специальную стипендию, а в четырнадцать лет поступил в университет. Ленинградский университет в ту пору оставался столичным (Академия наук еще не переехала в Москву), а уровень преподавания — очень высоким. Обучение было «штучным», например, Н. М. Гюнтер читал курс лекций всего для двух слушателей — Канторовича и Соболева. Студентов было немного, всего по несколько человек на курсе. Но среди тех немногих, кто учился там в те же годы, что и Леонид Витальевич, можно назвать будущих академиков С. Л. Соболева и С. А. Христиановича, члена-корреспондента Д. К. Фаддеева, профессора И. П. Натансона, иностранного члена итальянской и немецкой академий профессора С. Г. Михлина. Последний, вспоминая о студенте Канторовиче, рассказывал:

«Помню первое очень яркое впечатление — невысокий мальчик... очень румяный и очень мальчишеский. Я увидел его и не мог понять, что делает этот маленький мальчик в Университете. Я-то был уже солидным мужчиной, мне было почти 19 лет, а ему шел пятнадцатый год... Он был необычайно талантлив, это чувствовалось буквально с первых минут. Помню, как все мы, мои однокурсники, были потрясены, когда меньше чем через год появились в печати его первые работы. Это произвело на нас потрясающее впечатление. Мы уже были студентами третьего курса, он — второго, но идея, что студент может напечататься, казалась нам фантастической».

Начав научные исследования под руководством профессора Г. М. Фихтенгольца, Л. В. Канторович уже в студенческие годы циклом работ по дескриптивной теории функций приобрел широкую известность, особенно среди польских и московских математиков. Школа Н. Н. Лузина, в которой эта тематика занимала центральное место, не могла не обратить внимания на существенное продвижение в области ее интересов.

Закончив университет в 1930 году, Леонид Витальевич начал педагогическую работу, сочетая ее с интенсивными научными исследованиями. С 1932 года он — профессор Ленинградского института инженеров промышленного строительства и доцент ЛГУ. В 1934 году Леонид Витальевич становится профессором своей alma mater, а в 1935 г., почти сразу после того, как были вновь введены ученые степени — доктором наук без защиты диссертации. С ЛГУ и Ленинградским отделением Математического института АН СССР Леонид Витальевич связан до переезда в Новосибирск в 1960 г.

В тридцатые годы научные результаты Л. В. Канторовича как бы распадаются на два независимых потока. Одни относятся к весьма абстрактным разделам математики, наиболее престижным и трудным. Это, прежде всего, его классические результаты в области интенсивно развивавшегося в ту пору функционального анализа и, конечно, развитая им теория полуупорядоченных пространств — K -пространств, или пространств Канторовича. Работы сразу же привлекли внимание многих математиков (Дж. фон Нейман, Г. Биркгоф, А. Н. Колмогоров, И. М. Гельфанд, М. Г. Крейн и др.), хотя значение этого цикла работ было в полной мере осознано только в семидесятые годы. Начав эти исследования в 1935 г., Леонид Витальевич уже в 1936–37 гг. читал спецкурс «Функциональный анализ на основе теории полуупорядоченных пространств». Рукопись, составленная по этим лекциям, в 1938 году получила Первую премию на проходившем в то время Всесоюзном конкурсе работ молодых ученых. Это была очень почетная награда — в то время иных научных премий не было: (премии им. Ленина были ликвидированы в 1935 г., а Сталинские учреждены только в 1940 г.). О нем писали газеты, его фотографии публиковались в материалах по агитации, а знаменитый К. Петров-Водкин рисовал с него портрет «ученого-комсомольца». В 1939 г. Л. В. Канторовича даже выдвигали в Академию — ему было 27 лет, и он отказался от участия в выборах.

Не менее важными были его прикладные исследования. Одним из их итогов стала вышедшая в 1936 г. книга «Методы приближенного решения уравнений в частных производных» (совм. с В. И. Крыловым) — первая в мире монография по приближенным методам высшего анализа, которая под несколько иным названием многократно переиздавалась и была переведена во многих странах. Книга содержала и обзоры работ других авторов, но основной ее частью были вычислительные методы, предложенные самим Канторовичем. Как правило, это были плоды его многочисленных консультаций по поводу тех или иных конкретных технических задач, с которыми к нему обращались.

Одна из таких консультаций — о наилучшем распределении заданий между разными типами лущильных станков (задача «фанерного треста») привела к открытию «линейного программирования»¹⁷. Новый метод решения широкого класса экстремальных проблем был

¹⁷ Проф. А. М. Вершик писал: «История того, как задача фантреста, рассмотренная Леонидом Витальевичем в 1938 году, привела к теории наилучшего распределения ресурсов, — одна из самых замечательных и поучительных в истории науки XX века; она же может служить апологией математики. Именно такое отношение к работам Леонида Витальевича постепенно стало общепринятым среди математиков, его разделяли А. Н. Колмогоров, И. М. Гельфанд, В. И. Арнольд, С. П. Новиков и др. Нельзя не восхищаться естественностью и внутренней математической стройностью работ Леонида Витальевича по двойственности линейного программирования и их экономической интерпретацией».

изложен Л. В. Канторовичем в его ставшей знаменитой брошюре «Математические методы организации и планирования производства» (1939 г.). Тогда же (1940 г.) была написана совместная с М. К. Гавуриным большая статья специально о транспортной задаче, для которой был предложен метод потенциалов (по независящим от авторов причинам ее публикация задержалась до 1949 г.).

Обнаружив, что такие экстремальные задачи являются типичными для экономики и что задачу нахождения народнохозяйственного плана теоретически можно также рассматривать как экстремальную, Л. В. Канторович, на несколько лет забросив свои математические исследования, целиком отдался экономике. В это время им было написано больше десятка работ, в том числе «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов» — книга, которая как его «вклад в теорию оптимального распределения ресурсов» была спустя почти 35 лет отмечена Нобелевской премией. В этой книге, систематически развивая идею оптимальности плана и опираясь на теорему двойственности, Л. В. Канторович обосновал необходимость использования равновесных цен («объективно обусловленных оценок») в качестве автоматического регулятора экономики и невозможность без этого обеспечить ее эффективность.

Надеясь, что реализация его предложений быстро скажется на результатах работы тыла и тем самым поможет победе над фашизмом в тяжелой войне, Л. В. Канторович пытался привлечь к ней внимание руководства страны. Однако «эксперты» сочли его предложения ненужными, и что опаснее — «антимарксистскими», и, видимо, только потому, что все это происходило в годы войны, он избежал тех «неприятностей», которые за это полагались по сталинским «законам».

Груз этих нереализованных работ, безусловно, сказался на дальнейшем творчестве его, а почти пятилетнее отсутствие математических публикаций — на академической карьере. Убедившись, что продвижение экономических работ невозможно, более того — опасно, Л. В. Канторович сразу же после войны возвратился в математику. Под его руководством проводился ряд конкретных вычислительных работ, в частности, по атомному проекту — рассчитывалась критическая масса плутония (за эту работу он получил в 1949 г. специальную Правительственную премию). К этому же времени относятся и расчеты по рациональному раскрою промышленных материалов — первое в мире реальное применение линейного программирования в заводской практике (описано в совместной с В. А. Залгаллером книге 1951 г.). Внедрение этой работы наглядно продемонстрировало всю тупость существовавшей бюрократической системы планирования. Самый факт не был для Леонида Витальевича неожиданным, неожиданными оказались конкретные проявления. Вагоностроительный завод, внедривший работу: 1) был лишен премии за «невыполнение плана по сдаче металлических отходов»; 2) получил план на следующий год, который предписывал заводу не снижать темпов роста полезного использования металла и достичь цифры 101 % («планирование по достигнутому уровню»). Помог заводу авторитет Академии наук, давшей официальную справку, что полезно использовать металл больше, чем на 100 %, невозможно.

К военному времени относится начало увлечения Л. В. Канторовича вычислительными машинами. Еще на заре их появления он оценил важность этого изобретения, считая, что оно «окажет не меньшее влияние на все стороны человеческой деятельности, чем книгопечатание, паровая машина, электричество и радио». Он предложил одну из первых систем автоматического программирования и даже ряд новых конструкций машин, некоторые из них были осуществлены.

Этапной работой в личном творчестве Л. В. Канторовича и в развитии математики стала опубликованная в «Успехах математических наук» в 1948 году его большая статья «Функциональный анализ и прикладная математика», отмеченная Сталинской премией. Эта работа сделала функциональный анализ естественным языком вычислительной математики. Идеи, развитые в этой статье, само название которой в тот момент звучало парадоксально, вскоре стали классическими. Уже через несколько лет представить вычислительную

математику без функционального анализа было, по выражению академика С. Л. Соболева, так же невозможно как и без вычислительных машин.

В конце 50-х годов Леонида Витальевича приглашают на работу во вновь создаваемое Сибирское отделение Академии наук. С 1960 по 1971 г. Л. В. Канторович — заместитель директора Института математики и профессор Новосибирского университета, где он создал и возглавил кафедру вычислительной математики. В годы его работы кафедра обслуживала и курс функционального анализа, воплощая идею тесной связи обоих предметов, так же, как это было в Санкт-Петербурге, где впервые в стране в 1949 г. началась подготовка специалистов по вычислительной математике. Уместно здесь напомнить, что инициативой Л. В. Канторовича была также организация новой специальности — «экономическая кибернетика» — впервые на экономическом факультете ЛГУ в 1958 г.; он активно участвовал в создании этой же специальности в Новосибирском университете и, в частности, читал курс экономико-математических моделей. В 1959 г. вышел многократно переиздававшийся и переведенный на многие языки всемирно известный курс функционального анализа «Канторович — Акилов».

В том же 1959 г. публикуется написанный в 1942 г. «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов» — книга, которая вызывает продолжающиеся до середины 60-х годов резкие нападки традиционных экономистов и острые дискуссии, за которыми заинтересованно следят и западные ученые. Тогда же переводятся и становятся широко известными некоторые из ранних работ Л. В. Канторовича по линейному программированию, обеспечивших его приоритет. В середине 60-х приходит определенное признание внутри страны: в 1964 он стал действительным членом АН по Отделению математики, а в 1965 удостоен Ленинской премии «за разработку линейного программирования и экономико-математических моделей» (совместно с В. С. Немчиновым и В. В. Новожиловым). Громадные усилия он тратит на безуспешные попытки внедрения современных идей и методов в экономическую практику, особенно в период «косыгинских реформ».

С конца 50-х годов Л. В. Канторович получает многочисленные почетные приглашения на международные конференции по вычислительной математике, исследованию операций, математическому программированию, эконометрике и т. д. Поступают сообщения о присуждении ему степени почетного доктора различных университетов и об избрании в иностранные академии, однако в зарубежных поездках ему регулярно отказывают. Возможность выезда и, соответственно, полноценных контактов с иностранными учеными он получил уже в пожилом возрасте, только после присуждения ему (совместно с Т. Купмансом) Нобелевской премии по экономике в 1975 г.

В 1971 г. Л. В. Канторович переехал из Новосибирска в Москву, где продолжал заниматься вопросами экономического анализа, не оставляя попыток оказать воздействие на конкретную экономическую практику и процесс принятия экономических решений в народном хозяйстве. Влияние, оказанное Леонидом Витальевичем на развитие экономической науки в нашей стране трудно переоценить — несколько поколений современных экономистов так или иначе воспитывались на его работах и считают его своим учителем. Среди них его прямой ученик академик В. Л. Макаров, имевшие тесные контакты с ним академики А. Г. Аганбегян и Н. Я. Петраков, покойные А. А. Анчишкин и С. С. Шаталин.

Леонид Витальевич окончил свой жизненный путь 7 апреля 1986 г. Он похоронен на Новодевичьем кладбище в Москве.

Штрихи к портрету

Л. В. Канторович, поступив в 14 с половиной лет в Университет, стал слушать мои лекции по анализу, и с тех пор я непрерывно руковожу всей его учебной и учёной работой. Постоянное и интенсивное общение с ним на протяжении четырех лет позволяет мне с

полной определенностью констатировать, что в лице этого (ныне 18-летнего) юноши мы имеем человека с исключительными математическими дарованиями.

Г. М. Фихтенгольц

(Отзыв о работах Л. В. Канторовича, 16 апреля 1930)

Такие люди, как Леонид Витальевич, рождаются, вероятно, в среднем раз в столетие. Я лично не знал ни одного человека, равного ему по таланту... Как специалист по вычислительной математике, я могу со всей ответственностью сказать, что только за то, что он сделал в вычислительной математике, он был бы признан великим математиком.

С. Г. Михлин

(«Воспоминания», январь 1987)

Я с полным правом считаю его своим Учителем с большой буквы... В своей жизни я встретил только одного гениального ученого — это Л. В. Канторович. И так я считаю только по его заслугам перед экономической наукой — не мне судить, что он сделал в математике, хотя слышал, что он там много выдающегося сделал, но в экономике он совершил просто переворот.

А. Г. Аганбегян

Вас всего, как человека, я не знаю ещё, но угадываю мягкий чарующий характер. Но что я точно знаю — это размер Ваших духовных сил, которые, насколько я привык угадывать людей, представляют в науке неограниченные возможности. Я не стану произносить соответствующего слова — зачем? Талант — это слишком мало. Вы имеете право на большее.

Н. Н. Лузин

(письмо Л. В. Канторовичу от 29 апреля 1934 г.)

Профессор Канторович был великим математиком, удостоенным Нобелевской премии по экономике. Столкнувшись в расцвете своей научной карьеры с задачей, которая на первый взгляд могла бы показаться тривиальной и чисто практической ... он применил свои глубокие знания функционального анализа и нашел настолько общий ответ на этот вопрос, что смог дать решение и методологически новую трактовку проблем максимизации и, соответственно, минимизации, составляющих основу современной экономической теории.

Василий Леонтьев

(«Памяти Канторовича», 1990)

В чем я усматриваю гениальность Леонида Витальевича? В очень простой вещи — он совмещает в себе гуманитарную и математическую культуры... Лишь единицы в двадцатом веке оказались способны на этот синтез... Речь идет о единой внутренней одухотворенности, которая одинаковым образом сказывается во всем его творчестве.

И. М. Гельфанд

(«Леонид Канторович и синтез двух культур», 1991)

Один из итогов его работы общеизвестен — математическая экономика. Этот пример поучителен для научной молодёжи. Полезно знать, что в XX веке, как и раньше, высшим наградам — своей страны и зарубежным — нередко предшествует не только длительная тяжёлая научная работа, но и борьба с консерватизмом и невежеством, которые никогда не исчезнут из человеческого общества.

С. П. Новиков

**Выступление на заседании
Ленинградского математического общества,
посвящённом памяти Л. В. Канторовича**

1. Моё поколение, кончавшее университет в середине 50-х годов, застало Л. В. Канторовича в расцвете его научной и организационной деятельности, но ещё только в преддверии его широкой всесоюзной и, тем более, мировой славы. Математико-механический факультет ЛГУ тех лет был исключительно мощным математическим центром, но Леонид Витальевич выделялся и на этом фоне как звезда первой величины. И даже неопытный студент, поприсутствовав на нескольких лекциях или семинарах, послушав его выступление, сразу понимал, что этот живой невысокий человек с пронизательным взглядом — ученый редкой одаренности и интеллектуальной силы, мгновенной реакции. Глубина анализа, умение схватить главное, всеобъемлющий охват проблемы, и не только чисто математический — вот что отличало его. О его ранних успехах, успехах вундеркинда, о научных работах, ставших известными, когда автору не было 20-и лет, было всем хорошо известно. На старших курсах мы слушали его спецкурсы и ходили на знаменитый семинар Канторовича — Фихтенгольца. Тогда там разбирались популярные работы Лорана Шварца. Недавно скончавшийся ученик и соратник Л. В. Г. П. Акилов, который на мой взгляд наиболее точно понимал замысел Л. В. в области функционального анализа и его приложений, попросил меня сделать обзор по различным определениям понятия обобщенной функции. Л. В. посоветовал обратить внимание на его работу 34-го года на эту тему. Доклад я сделал ужасно, но каково было моё изумление, когда, готовясь к докладу, я обнаружил в работе 34-го года определение обобщенной функции, введенной мимоходом задолго до С. Л. Соболева и Шварца. Я думаю, что это — очень характерный для Л. В. штрих. В работах Л. В., иногда по случайным поводам, разбросаны начала многих теорий, далеко не все из них получили нужное развитие.

У меня нет времени останавливаться на этом, но его приоритет признан не только в теории приближенных методов, но и в теории вычислительных машин, теории аналитических выкладок на машинах и, конечно, математической экономики, к чему я сейчас перейду.

2. В 1939 г. в издательстве ЛГУ вышла небольшая брошюра Л. В. «Математические методы организации и планирования производства». В ней был подведен итог стремительному (заявшему несколько месяцев) наступлению Л. В. Канторовича на совершенно новый круг проблем, поставленный практиками-экономистами. Эта небольшая книжка принадлежит к выдающимся достижениям мировой науки. В ней, по существу, были сформулированы все основные задачи и методы линейной математической экономики. Я позволю себе процитировать главный результат, составляющий, во-первых, глубокий математический факт, а, во-вторых, являющийся образцом плодотворной экономической интерпретации математического утверждения:

«Оптимальность производственного плана в некоторой линейной задаче планирования эквивалентна существованию оценок ограничений (Л. В. называл их разрешающими множителями, а позже — объективно обусловленными оценками), подчиняющихся в свою очередь некоторым новым ограничениям и таким, что затраты на реализацию плана, вычисленные с помощью этих оценок, совпадают с непосредственными затратами».

С точки зрения математики это — теорема двойственности линейного программирования, уходящая корнями в теорию линейных неравенств. Сейчас она входит в программы обучения студентов.

Это заседание, организованное А. М. Вершиком, состоялось в ленинградском Доме ученых 27 января 1987 г. Публикуемый здесь текст был зачитан на заседании, так как А. М. Вершик не мог присутствовать по болезни. Выступления других участников заседания опубликованы в книге: Леонид Витальевич Канторович: человек и ученый. Том 1 // Новосибирск, 2002, с.97–114.

Глубокий экономический смысл теоремы Л. В. состоит в том, что она даёт точную формулировку эквивалентности двух принципиально различных способов планирования производства: директивного и стимуляционного (в рамках некоторой модели). Мне кажется, что это — выдающийся пример применения математики к экономике, не имевший аналогов, если не считать математико-экономических работ фон Неймана. Не случайно, что основоположниками математической экономики явились два выдающихся представителя функционального анализа, поскольку именно линейный анализ тогда давал нужную математическую базу. Вообще, параллель Канторович — фон Нейман, несмотря на её условность, очень плодотворна: по широте интересов, вниманию к приложениям, одаренности и т. д., они во многом напоминали друг друга.

3. Идеи Л. В., намеченные в первой книге 1939 года и подробно развитые во второй, увидевшей свет в 1959 году (почти через 20 лет после её написания), были настолько новаторскими и революционными с точки зрения приложений математики к экономике, что никак не могли быть благосклонно приняты в тогдашней консервативной и обскурантистской идеологической атмосфере (достаточно вспомнить о Лысенко, о многих псевдонаучных дискуссиях, о нормативных взглядах на литературу и музыку). Так и случилось: над всей этой тематикой навис не явный, но категорический административный запрет. Ученики Л. В. по этим вопросам занимались уже другой деятельностью, часть из них погибла во время войны. Деятельность в этом направлении свелась к второстепенным и не очень важным приложениям. В этом я вижу глубокую драму большого ученого, не имевшего возможности реализовать свою главную и столь нужную экономике идею.

Окончив университет, все мы не имели никакого представления о работах Л. В. по математической экономике, если не считать частных и слухов. Всё это было окутано мрачной таинственностью. Но уже шел 1956 год, времена менялись, и, видимо, именно тогда Л. В. Канторович принял решение начать планомерное и последовательное распространение своих идей. В том, как он на протяжении нескольких лет вел эту кампанию, проявился его дар стратега.

В конце 1956 года, в связи с встретившейся мне на практике задачей теории приближений, Г. П. Акилов посоветовал обратиться к работам Л. В. по математической экономике, которые имели прямое отношение к теории приближений. Он познакомил меня с учеником Л. В., Г. Ш. Рубинштейном, тот ввел меня в курс дела, и вскоре я прочел все (а их было не более 20-ти) опубликованные к тому времени работы Л. В. и его учеников по этой проблематике. Замечу, что приблизительно в то же время Л. В. и Г. Ш. придали замечательную законченную форму транспортной метрике, открытой Л. В. в 1942 году. Об этом я тогда же узнал от них и был восхищен красотой этой работы, в которой фактически делалось обратное применение математической экономики к математике: в дальнейшем я много популяризировал эту идею, особенно в теории вероятности и в теории меры.

Ознакомившись в 1956 году с работами Л. В., я буквально заболел ими. Мне казалось ненормальным, что никто у нас не знает об этом, не использует эти идеи, а если что и слышал, то о начавших доходить из США первых работах по линейному программированию, которые Л. В. обогнал на 10 лет и в которых он не упоминался. О Данциге наши прогрессивные ученые и военные уже слышали, о Канторовиче — нет. В меру своих сил я читал в практических организациях лекции, приглашал к практикам Л. В. для докладов и т. д.

Деятельность Л. В. тех лет (1956–1958) чрезвычайно интенсивна. Были запланированы циклы лекций в ЛГУ, ЛОМИ (по-моему, также и в Доме ученых). Позже были охвачены и другие города (в 1957 г. Леонид Витальевич стал членом-корреспондентом по СО АН СССР). Хочу подчеркнуть активную роль тогдашнего декана математико-механического факультета, который помогал Л. В. Позже администрация редко поддерживала научные инициативы. Все эти доклады и лекции Л. В. адресовал не математикам, а экономистам и инженерам. Я сделал тогда несколько наблюдений. Обычно математики тускнеют в гуманитарной или непрофессиональной среде — им не хватает общности языка с аудиторией. Л. В. буквально преображался, он находил простые понятия и сравнения, блестяще и остро защищался и нападал. Кроме того, бросалось в глаза, что Л. В. знает труды экономистов и Маркса лучше и глубже, чем его оппоненты, поскольку он искал

в их работах новые идеи, а не подтверждения трюизмов или избитых мест. Дискуссии были очень острые. Навсегда войдет в историю фраза, сказанная позже одним из наиболее глубокомысленных критиков: «Математическая экономика — такая же нелепица как математическая физика». В 1960 г. вышла, наконец, книга Л. В. в Москве. Состоялась первая представительная конференция по математическим методам в экономике.

С тех пор прошло много лет, и битва выиграна полностью. Никто сейчас не рискнет даже признаться в том, что он стоял на пути математической экономики. Да и почти не осталось этих людей — хоть в красную книгу заноси. Но должны ли мы благодушно забыть об этом (а это заметно у многих современных авторов)? Нет, вовсе не должны. Дело не в том, чтобы вытаскивать жалких теперь критиков-обскурантов на белый свет, а в том, чтобы дело, начатое Леонидом Витальевичем, было достойно продолжено, во-первых, и, во-вторых, чтобы мы всегда помнили об уроках того, что значит душировать живую мысль.

Академик Л. Канторович: Математические методы — экономике

Известному советскому ученому, заведующему проблемной лабораторией экономико-математических методов и исследования операций Института управления народным хозяйством академику Л. В. Канторовичу и американскому специалисту в области математической экономики профессору Т. Купмансу за вклад в теорию оптимального использования ресурсов присуждена Нобелевская премия по экономике 1975 года. Корреспондент «Литературной газеты» О. Мороз встретился с академиком Л. В. Канторовичем и попросил его ответить на несколько вопросов:

Леонид Витальевич, десять лет назад за научную разработку метода линейного программирования и экономических моделей Вы и Ваши коллеги — академик В. С. Немчинов и профессор В. В. Новожилов — были удостоены Ленинской премии, высшей награды, которой отмечается в нашей стране труд ученого. Теперь эта работа обратила на себя внимание Шведской академии наук. Не могли бы Вы рассказать читателям «Литературной газеты» о существовании Вашего многолетнего исследования?

— Исследование по теории оптимального использования ресурсов, за которое мне вместе с американским ученым профессором Купмансом присуждена Нобелевская премия, было начато мною в конце тридцатых годов, когда я работал в Ленинградском университете и ленинградском отделении Математического института. Тогда я впервые обратил внимание на такие практические задачи, как наилучшее распределение работ между станками, наиболее рациональный раскрой металла, наилучшее использование транспортных средств, посевных площадей и т. д. Все они относились к одной и той же группе математических задач — так называемых экстремальных. Выяснилось, что решить их классическими математическими методами практически невозможно, так как для этого требовалось бы решение десятков тысяч или даже миллионов систем уравнений. Поэтому были разработаны новые методы, которые позже были названы методами линейного программирования, а после дальнейшего развития — математического оптимального программирования. Основы этих методов были изложены в моей брошюре «Математические методы организации и планирования производства», изданной Ленинградским университетом в 1939 году.

В дальнейшем выяснилось, что методы линейного программирования можно распространить на решение задач более широкого масштаба — относящихся к планированию грузовых потоков, рациональной загрузке мощностей в масштабе отрасли, а затем и задач народнохозяйственного планирования в целом. Конечно, в условиях социалистического хозяйства.

В процессе такого решения было проведено математическое моделирование этих задач. Благодаря этому не только появилась возможность рассчитывать план, но и возникла база для научно обоснованного исчисления ряда важнейших экономических показателей — цены ренты и показателей экономической эффективности капиталовложений.

Эти работы получили свое первое завершение в книге «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов», изданной Академией наук СССР в 1959 году. В дальнейшем они получили существенное развитие в трудах многих более молодых советских экономистов, в частности, в Центральном экономико-математическом институте, в Институте экономики и Институте математики Сибирского отделения Академии наук СССР, Институте кибернетики Украинской академии наук и многих других научных институтах и вузах.

В последние годы с использованием этих же методов успешно решаются вопросы, относящиеся к таким сравнительно новым областям, как экономика природопользования и охраны внешней среды, многие проблемы экономики технического прогресса и т. д.

В то же время нужно сказать, что целый ряд важных вопросов здесь остается нерешенным. Это и не удивительно, если вспомнить о необычайной сложности и многообразии «экономической материи». Напомним, что и в физике, и в механике, где математика применяется сотни лет, есть много нерешенных проблем, связанных с ее применением.

Какое практическое применение нашли Ваши идеи в народном хозяйстве?

— Впервые методы оптимального математического программирования стали применяться на практике примерно 25 лет назад. Так, на Ленинградском вагоностроительном заводе имени Егорова они были применены для рационального раскроя материала и дали значительный экономический эффект. Более 15 лет применяются эти методы для решения транспортных задач планирования грузопотоков и маршрутизации автоперевозок в Москве, Ленинграде и других городах. Это позволило значительно сократить объем работы, повысить полезное использование транспорта.

Можно привести много других примеров применения математических методов оптимизации. По многим отраслям проведены расчеты оптимальных перспективных планов, что ведет к значительной экономии капиталовложений. Эти расчеты находят определенное использование в плановой работе.

Каковы, на Ваш взгляд, перспективы применения математических методов оптимизации в народном хозяйстве?

— В будущем эти методы могут найти еще более широкое применение. На это постоянно ориентируют нас партия и правительство. Так, XXIV съезд КПСС поставил задачу: «В целях совершенствования планирования народного хозяйства и управления обеспечить широкое применение экономико-математических методов...».

Особенно большое признание получило применение этих методов в перспективном планировании. Мне представляется также очень важным их использование и при планировании текущем. Именно в последнем случае они могут, во-первых, дать незамедлительный и бесспорный эффект, а, во-вторых, поскольку текущее планирование предъявляет гораздо более жесткие требования к решениям, это позволит усовершенствовать, «отточить» методы оптимального планирования, а также повысить их авторитет. Методы оптимизации должны шире использоваться при изучении потребления в вопросах дальнейшего повышения жизненного уровня.

Математические методы и модели текущего планирования должны занять большее место в разработках автоматизированных систем управления, которым, как известно, уделяется сейчас большое внимание. Наибольший эффект от этих систем может быть достигнут не столько за счет решения чисто информационных задач, не столько за счет автоматизации учета, сколько за счет введения моментов оптимизации в текущее и перспективное планирование. При этом будет повышаться не только эффективность управленческой работы, но и уровень отдачи самого производства, уровень отдачи фондов, производительность труда в основном производстве и т. д.

Естественно, однако, что для такого широкого использования математических методов оптимизации недостаточно усилий одних лишь научных работников и научных институтов. Необходимо, чтобы в этом деле непосредственно участвовали работники промышленности.

Возглавить же эту работу должны основные планово-экономические органы страны — такие, как Госплан, Госнаб, Комитет цен, Комитет по труду и заработной плате, Министерство финансов, а также Комитет по науке и технике. Без их участия и контроля оказывается, что даже работы, проверенные на ряде предприятий, многие годы не получают широкого распространения.

Чем Вы можете объяснить то обстоятельство, что работу, возникшую на материале исследования экономики социалистического общества, отметила премией (кстати говоря, впервые) научная организация капиталистической страны?

— Я не вижу тут причин для удивления, ибо в значительной своей части работа представляет развитие общего научного аппарата исследования экономических систем, экономических объектов, которые, конечно, встречаются в хозяйстве любой экономически развитой страны. Ведь, как было уже сказано, разработанные методы применимы и на уровне отдельного предприятия, и на уровне отдельного участка, и т. д. Таким образом, это есть некоторое общее научное достижение. Подтверждением универсальности этих методов является тот факт, что независимо, хотя и несколько позднее, они были открыты в западных странах, в частности, в работах профессора Купманса (пользуюсь возможностью отметить также вклад американского ученого профессора Дж. Данцига и советских исследователей профессоров В. В. Новожилова и А. Л. Лурье).

В то же время необходимо сказать — я отмечал это еще в своей первой работе 1939 года, — что оптимальные математические методы следует считать наиболее ценными и наиболее подходящими в условиях социалистической системы хозяйства, где научное планирование играет неизмеримо бóльшую роль. Можно в качестве примера привести хотя бы решаемую ныне в Госнабе методами линейного программирования при нашем непосредственном участии задачу размещения заказов на металлопродукцию в масштабе всей страны. Конечно, ни в какой другой — несоциалистической — стране немыслимо, чтобы одновременно и согласованно решалась задача загрузки сотен прокатных и трубных станов заказами десятков тысяч различных организаций. В еще большей мере это относится к народному хозяйству в целом, сознательное научное планирование которого возможно только в условиях социалистического общества.

Тут надо отметить еще вот что. Математическое моделирование экономики, предоставляя эффективные способы совершенствования плановых методов хозяйственного руководства, дает возможность разумно сочетать общегосударственные плановые решения с хозяйственной инициативой на местах, оставляя за первыми решающую роль. Поэтому совершенно необоснованны появлявшиеся в западной печати высказывания (основанные на незнании или на сознательном искажении существа дела), связывающие оптимальное планирование с теориями «рыночного социализма». Еще в своей книге 1959 года, критикуя подобные теории, я писал о том, что их источник — недооценка уже достигнутых успехов в планировании и экономическом развитии социалистических стран, а также недооценка тех больших потенциальных возможностей дальнейшего совершенствования планирования экономики, которые заключены в природе социалистического способа производства — самого совершенного в истории человечества.

И. Кряжев, С. Певзнер

Математик пришел в цех

Рождение новой науки

Математика встретили с удивлением. Какое, казалось, отношение может иметь он — человек, оперирующий отвлеченными понятиями о количественных соотношениях и пространственных формах, — к такому прозаическому делу, как разрезание труб на куски разной длины. Кое-кто из инженеров вагоностроительного завода имени Егорова даже вспомнил, что само слово математика происходит от греческого глагола, означающего

«Учусь через размышление». Многим философам древнего мира представлялось, что это — умозрительная наука, не имеющая ничего общего с познаниями, которые приобретаются путем практического опыта.

Математик, пришедший в цех, был научным сотрудником Математического института Академии наук СССР. Он подолгу стоял около станка, на котором рабочий разрезал длинные блестящие трубы. Металлист действовал, как повелось издавна. Сначала он заготавливал детали одной длины, отбрасывая остатки в сторону. Затем начинал нарезать трубы других размеров, стремясь при этом использовать и отходы. Только опыт самого рабочего определял, какое количество металла будет употреблено в дело, а какое — пойдет в лом.

Математик поинтересовался: нет ли инструкций, которые указывали бы путь к более полному использованию труб? Оказалось, что инструкции есть лишь для листового материала. Называются они «картами раскроя». Но существуют эти карты недавно и с трудом внедряются в производство. По ним еще не продуман до конца процесс работы.

— Как же составлялись карты? — спросил посланец института. Выяснилась интересная подробность: в основе этих технических документов лежит лишь недостаточно проанализированный практический опыт. Науки о раскрое еще не существует в природе.

— Почитайте, — сказал математик и, достав из кармана небольшую брошюру, добавил: Ее написал мой учитель.

Имя автора брошюры доктора математических наук, профессора Леонида Витальевича Канторовича было хорошо известно инженерам. Они не раз слышали об этом талантливом советском учёном. В 1930 году 18-летним юношей он уже окончил физико-математический факультет Университета, а еще через два года получил звание профессора.

Представитель славной плеяды молодых советских ученых, он с первых же дней своей творческой деятельности стремился возможно шире ввести науку в жизнь, приблизить ее к актуальным запросам инженерной мысли. Профессор давно уже начал искать внутренние связи, которые делают математически родственными многие проблемы практики: от целесообразного планирования загрузки станков одного завода до размещения посевов по полям, от плана железнодорожных перевозок до распиловки бревен. Брошюра содержала изложение найденного этим крупным советским ученым общего принципа, дающего возможность применить точные вычислительные методы к широкому ряду таких задач.

Заводские инженеры с интересом принялись читать статью. Но постепенно на их лицах появлялось выражение разочарованности. Общие категории, которыми пользовался ученый в своих рассуждениях, были далеко не столь просты, как хотелось бы практикам.

Будь профессор в этот момент в цехе, он и сам счел бы такое впечатление естественным. Он хорошо знал, что в чистом виде его метод вряд ли будет доступен людям, имеющим только инженерное образование. Метод должен обрасти плотью живых особенностей конкретного дела, окрепнуть в преодолении возражений, выдвигаемых практикой. Только в тесном содружестве с живым опытом может расти наука.

Цех должен был стать отправной точкой, исходным пунктом вторжения научного метода в практику. Это был малый плацдарм, необходимый для выхода на широкие оперативные просторы. Здесь надо было развить один из разделов общей работы — вопрос о рациональном раскрое материалов. Даже этот частный вопрос имел большое государственное значение. На тысячах металлообрабатывающих заводов режут трубы, штанги, листы металла. Материалы кроят швейники, обувщики, деревообработчики. И на каждом предприятии большое количество металла, тканей, фанеры идет в отходы. Снизить эти отходы можно только создав науку о раскрое.

К выполнению этого большого труда профессор решил привлечь молодого научного работника В. А. Залгаллера. Выбор его был не случаен. Профессор искал человека, который был бы математиком по призванию и в котором сочетались бы умение пространственно мыслить с жадной конкретными практическими дел. Виктор Залгаллер и был таким человеком.

Незадолго до войны он по призыву комсомола перешел с третьего курса математического факультета Университета в Авиационный институт. В то время стране нужнее были

строители самолетов, а Виктор хотел работать именно на таком важном участке. Он решил: буду и математиком и авиастроителем...

Война спутала все расчеты. Решающим стал фронт. Студент начал войну в рядах Народного ополчения. В боевых порядках Советской Армии провел он годы Великой Отечественной войны, заслужив пять боевых наград. Демобилизовавшись, Виктор поступил в университет и на последнем курсе был Сталинским стипендиатом. Коммунист Залгаллер мечтал совместить творческие дерзания в науке с трудом на участке, который представлялся ему теперь решающим. Таким участком является содружество науки и техники.

«Человек не имеет крыльев и по отношению веса своего тела к весу мускулов в 72 раза слабее птиц... Но я думаю, что он полетит, опираясь не на силу своих мускулов, а на силу своего разума». Эти слова великого русского ученого Н. Е. Жуковского, создавшего теорию воздухоплавания, Виктор запомнил на всю жизнь.

Содействовать приложению математики к практической деятельности означало, пользуясь образной мыслью Жуковского, усилить взлет экономики и техники страны к новым высотам. С такими планами Залгаллер и пришел в Математический институт Академии наук СССР.

И вот он в цехе. Здесь он начал с раскроя труб. Его видели на складе за измерением заготовок, у станка, где шло резание металла, за столом в отделе главного механика при изучении карт раскроя. Потом, у себя в институте, он снова и снова перечитывал статью профессора и, пользуясь изложенной в ней методикой, погружался в расчеты.

Он рассказывал профессору о своих беседах с технологами и рабочими, об их требованиях. Профессор учил: надо не только найти рациональный раскрой труб. Надо продумать простые приемы, которые стали бы доступными каждому.

Нередко длинные колонки цифр приходилось перечеркивать. В расчетах не удавалось добиться той простоты, а главное — той гибкости и умения учитывать десятки технологических соображений, за которыми начинается живое плодотворное сочетание математики и техники. Это не обескураживало Залгаллера. Наоборот, он спокойно откладывал один листок за другим, — меньше оставалось ошибочных путей...

Наконец настал день, когда он смог сказать профессору, что готов приступить к опытным раскройам.

В цехе молодой математик попросил изготовить полутораметровую деревянную линейку. Он сам нанес на нее деления и помог прикрепить к станку. Вместе с линейкой у станка появилась и коротенькая инструкция. Пользуясь ими, любой, даже малоопытный рабочий мог самым рациональным способом резать трубы, безошибочно соблюдая заданную комплектность.

Залгаллер точно предсказал цифру экономии металла в зависимости от длины заготовок. Она колебалась от 4 до 5 процентов. Его расчеты полностью оправдались.

Математика — точная и очень практичная наука, — сказал он тем инженерам, которые в свое время удивились его приходу в цех. А сократить путь от отвлеченных понятий до прикладных расчетов — это в наших с вами силах.

И тут же предложил технологам и стахановцам заключить социалистический договор на быстрое внедрение нового способа. Он обязывался продолжить свою работу.

Свое слово Залгаллер сдержал. Недавно он закончил составление простых в употреблении раскройных карт для изготовления различных деталей из фанеры. Эти карты позволили сократить на 8 процентов расход материалов.

Профессор Л. В. Канторович удостоен Сталинской премии за труд, посвященный применению функционального анализа к прикладной математике. Трудно переоценить практическое значение и новой работы, развивающей частный случай его другого большого труда. Сделаны первые практические шаги в создании науки о раскрое, науки, которая поможет нашему государству сберечь миллионы рублей, науки, которая открывает широкие возможности для снижения производственных отходов, а, следовательно, для увеличения выпуска машин, одежды...

Продолжая в тесном творческом содружестве с производственниками составлять карты раскроя для различных отраслей промышленности, математики вместе с тем будут

накапливать данные для науки, которой суждено большое будущее. Это — благородный патриотический труд. Его можно будет считать завершённым лишь тогда, когда удастся обобщить собранные данные и ввести в институтах для студентов новый курс — «Рациональный раскрой материала».

Сергей Алексеевич Лебедев

Сергей Алексеевич Лебедев

Сергей Алексеевич Лебедев родился 2 ноября 1902 года в Нижнем Новгороде, в семье литератора Алексея Ивановича Лебедева и учительницы начальной школы Анастасии Петровны Мавриной.

В 1921 г., сдав экстерном экзамены за среднюю школу, Сергей Лебедев поступает в Московское высшее техническое училище им. Н. Э. Баумана (МВТУ), на электротехнический факультет, где специализируется в области техники высоких напряжений. В 28-м году он становится преподавателем МВТУ и одновременно — сотрудником Всесоюзного электротехнического института (ВЭИ), где организует группу, а затем лабораторию, в которой разрабатывались проблемы устойчивости и регулирования мощных энергосистем. В 30-м начинает преподавать основы электротехники в только что организованном Московском энергетическом институте (МЭИ), разрабатывает и читает новый курс «Устойчивость параллельной работы электрических систем», который затем вводится и в других энергетических вузах страны.

В 1935 г. получает звание профессора по специальности «электрические станции и сети». С 1936-го года возглавляет отдел автоматики ВЭИ. На основе разработанной им теории искусственной устойчивости защищает докторскую диссертацию (1939 г.). В 1939–1940 гг. руководит расчетом режимов работы магистральных линий электропередачи от подготавливаемого к строительству Куйбышевского гидроузла.

Уже тогда Лебедев полагал, что назревает необходимость автоматизации такой важной области, как научные исследования и математические расчеты. Незадолго до Великой Отечественной войны Сергей Алексеевич приступил, по свидетельству сотрудников ВЭИ, к разработке принципов создания ЭВМ, в основу работы которой была положена двоичная система счисления. Ходит легенда о том, что в 38-м году Лебедев подал докладную в правительственные инстанции о возможности создания вычислительной машины быстрым действием 1000 операций в секунду, на что требуется 50 тыс. рублей, и будто бы ему, восприняв предложение как химеру, с юмором ответили, что такая машина не нужна, так как на ней будут сосчитаны за год все задачи, и она начнет простаивать.

В 41-м, вместе с Институтом, Лебедев эвакуируется в Свердловск. Возглавляемый им отдел переключается на выполнение работ по оборонной тематике. Во время войны С. А. Лебедев разработал систему стабилизации танкового орудия при прицеливании, принятую на вооружение, аналоговую систему автоматического самонаведения на цель авиационной торпеды и т. д.

После возвращения в 43-м в Москву, он продолжает развивать идею создания специализированной аналоговой вычислительной машины для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, которые часто встречаются в задачах, связанных с энергетикой. Такая электронная АВМ была создана под его руководством в 1945 г.

В этом же году Лебедев избран действительным членом АН УССР, а в 46-м назначается директором Института энергетики АН УССР, переезжает в Киев и с 1947-го по 1951-й год возглавляет Институт электротехники АН УССР, выделившийся из состава Института энергетики.

С 1948 г. С. А. Лебедев полностью посвящает себя созданию ЭВМ. Впоследствии (в 1957 году) он писал:

«Быстродействующими электронными счетными машинами я начал заниматься в конце 1948 г. В 1948–1949 гг. мной были разработаны основные принципы построения подобных машин. Учитывая их исключительное значение для нашего народного хозяйства, а также отсутствие в Союзе какого-либо опыта их постройки и эксплуатации, я принял решение как можно быстрее создать малую электронную счетную машину, на которой можно было бы исследовать основные принципы построения, проверить методику решения отдельных задач и накопить эксплуатационный опыт. В связи с этим было намечено первоначально создать действующий макет машины с последующим его переводом в малую электронную счетную машину. Чтобы не задерживать разработку, запоминающее устройство пришлось выполнить на триггерных ячейках, что ограничило его емкость. Разработка основных элементов была проведена в 1948 г. К концу 1949 г. были разработаны общая компоновка машины и принципиальные схемы ее блоков. В первой половине 1950 г. изготовили отдельные блоки и приступили к их отладке во взаимосвязи; к концу 1950 г. отладка созданного макета была закончена. Действующий макет успешно демонстрировался комиссии».

В этой короткой записке создатель первой отечественной ЦЭВМ несколькими словами очертил этапы героической работы, которую за короткое время проделали он и его немногочисленные сотрудники¹⁸ в двухэтажном здании бывшего монастыря, в Феофании, под Киевом.

Функциональная схема МЭСМ¹⁹ соответствовала почти всем принципам фон Неймана. Она была универсальной ЭВМ с хранимой программой, система команд машины включала команду условного перехода, вычисления велись в двоичной системе счисления. Иерархия запоминающих устройств включала ОЗУ на триггерных регистрах для хранения 63 команд и 31 числа, постоянные неизменяемые части программы и константы набирались на штеккерном ЗУ. Кроме того, была предусмотрена возможность подключения магнитного барабана.

Отладка макета была закончена к 7 ноября 1950 года. В журнале работ Сергей Алексеевич записывает:

«Настоящим свидетельствую, что сегодня, 6 ноября 1950 года, на машине МЭСМ была решена первая тестовая задача, что означает выполнение социалистического обязательства о пуске машины к ноябрьским праздникам».

Внизу — по форме, как положено, три подписи: зав. лабораторией Лебедев, парторг Шкабара, профорг Рабинович.

В середине мая машину показали академической комиссии во главе с М. В. Келдышем, а 25 ноября 1951 года был составлен акт о введении МЭСМ в эксплуатацию. (В состав комиссии входили также М. А. Лаврентьев, С. Л. Соболев, К. А. Семендяев, А. Г. Курош).

В 1952 г. на МЭСМ решались важнейшие научно-технические задачи из области термоядерных процессов (Я. Б. Зельдович), космических полетов и ракетной техники (М. В. Келдыш, А. А. Дородницын, А. А. Ляпунов), дальних линий электропередач (С. А. Лебедев), механики (Г. Н. Савин), статистического контроля качества (Б. В. Гнеденко).

После МЭСМ началось создание специализированной ЭВМ СЭСМ для решения систем алгебраических уравнений. Ее главным конструктором был З. Л. Рабинович. Основные идеи построения СЭСМ выдвинул С. А. Лебедев.

В марте 1950 г. С. А. Лебедев был назначен заведующим лабораторией Института точной

¹⁸ В проектировании, сборке и отладке МЭСМ участвовали 12 человек (вместе с Лебедевым), которым помогали 15 техников и монтажников.

¹⁹ «МЭСМ» обычно расшифровывают как «Малая Электронная Счетная Машина», хотя первоначально это сокращение понимали также как «Макет Электронной Счетной Машины» — *Ред.*

механики и вычислительной техники (ИТМиВТ), директором которого стал М. А. Лаврентьев. Первой ЭВМ, разработанной под руководством С. А. Лебедева в ИТМиВТ, была машина параллельного действия БЭСМ-1 (8–10 тыс. оп/с). Она, в сущности, послужила основой для создания всех последующих ЭВМ в СССР. Возможности, предоставляемые набором операций БЭСМ-1 (в первую очередь — операциями над числами «с плавающей запятой») позволяли решать сложные научные и производственные задачи.

Разработку арифметического устройства БЭСМ С. А. Лебедев поручил П. П. Головистикову, а устройства управления — К. С. Неслуховскому. Над БЭСМ трудились и студенты-практиканты из вузов, выполнившие дипломные работы — макетирование отдельных блоков и описание соответствующих разделов эскизного проекта БЭСМ: В. С. Бурцев, В. А. Мельников, А. Г. Лаут, И. Д. Визун, А. С. Федоров и Л. А. Орлов.

В I квартале 1953 г. БЭСМ была налажена, а в апреле 1953 г. принята Государственной комиссией в эксплуатацию. Нужно отметить, что в связи с дефицитом электронно-лучевых трубок вначале БЭСМ эксплуатировалась с памятью на акустических ртутных трубках, что снижало ее проектное быстродействие в несколько раз. В 1956 г. БЭСМ была принята Государственной комиссией вторично — с памятью на потенциалоскопах.

В 1955 г. доклад С. А. Лебедева о машине БЭСМ на международной конференции в Дармштадте произвел сенсацию²⁰.

В 1953 г., по рекомендации М. А. Лаврентьева, ставшего вице-президентом АН СССР, С. А. Лебедев был назначен директором ИТМиВТ. В этом же году его избрали действительным членом АН СССР.

В течение 20 лет, с 1953 г., С. А. Лебедев возглавлял в Москве институт, который сейчас носит его имя. Здесь им были созданы деятельный коллектив и научная школа по разработке самых быстродействующих машин. Это направление Лебедев считал главным в развитии вычислительной техники.

Фундаментальные принципы построения ЭВМ и конкретные технические решения были проверены Лебедевым еще в Киеве, при создании МЭСМ. Был накоплен опыт наладки и эксплуатации ЭВМ, программирования важнейших вычислительных задач. С. А. Лебедеву принадлежат многие оригинальные решения по распараллеливанию в ЭВМ процесса обработки данных, использованию новых элементов и технологий, модульного принципа построения вычислительных систем. Реализация этих решений привела к значительному увеличению производительности ЭВМ.

В 1955 г. С. А. Лебедев начал разработку машины М-20 (цифра в названии указывала на ожидаемое быстродействие — 20 тыс. оп/с). Такой скорости вычислений тогда не имела ни одна машина в мире. Постановлением Правительства СССР создание М-20 было поручено ИТМиВТ и СКБ-245. С. А. Лебедев стал главным конструктором, М. К. Сулим (СКБ-245) — его заместителем. Идеологию и структуру М-20 разрабатывал С. А. Лебедев, систему команд — М. Р. Шура-Бура, схемотехнику элементной базы — П. П. Головистиков. Машина М-20 имела новые важные структурные особенности — частичное совмещение операций, аппаратную организацию циклов, параллельную работу процессора и устройства вывода информации на печать. В 1958 г. Государственная комиссия приняла машину М-20 и рекомендовала ее в серийное производство.

В первой половине 60-х годов Лебедев организует работы по созданию специализированных быстродействующих ЭВМ, функционирующих в системах реального времени. В этих машинах ввод информации осуществлялся непосредственно с линий связи.

Выдающимся достижением Лебедева и возглавляемого им коллектива разработчиков в ИТМиВТ стало создание универсальной быстродействующей ЭВМ — БЭСМ-6 (1967), которая по производительности (1 млн. оп/с) превосходила более чем на порядок все ЭВМ, разработанные до этого в СССР. Такая производительность машины определялась как применением высокочастотных полупроводниковых элементов, так и новой развитой структурой, к основным достоинствам которой относятся глубокое совмещение работы всех внутренних и внешних устройств и организация конвейерной обработки команд. Без

²⁰ Сообщение ТАСС об этой конференции (от 12 ноября 1955 г.) воспроизводится ниже. — *Ред.*

преувеличения можно сказать, что многие новые принципы, положенные в основу серийной машины БЭСМ-6, предвосхитили то, что сейчас считается характерным для высокопроизводительных вычислительных систем.

Разработка БЭСМ-6 была завершена в 1967 г., серийный выпуск продолжался 17 лет, что является рекордом среди ЭВМ этого класса и подтверждает удачность выбора архитектуры и сочетания параметров. К началу серийного производства БЭСМ-6 была одной из лучших ЭВМ не только в СССР, но и в мире.

На основе БЭСМ-6 были созданы вычислительные центры коллективного пользования для научных организаций, системы автоматизации научных исследований в ядерной физике и других областях науки, информационно-вычислительные системы обработки информации в реальном времени. Она использовалась для моделирования сложнейших физических процессов и процессов управления, в системах проектирования программного обеспечения для новых ЭВМ.

ИТМиВТ, совместно с заводом САМ, на основе БЭСМ-6 разработал вычислительную систему АС-6, которая обеспечивала возможность построения децентрализованных многомашинных вычислительных комплексов, эффективную реализацию трансляторов с языков программирования высокого уровня, многоуровневую систему защиты памяти. АС-6 использовалась для обработки данных и управления в системах космических экспериментов, а также в ряде вычислительных центров крупных научно-исследовательских организаций.

Основными разработчиками АС-6 и ее программного обеспечения были В. А. Мельников, А. А. Соколов, Л. Н. Королев, В. П. Иванников. В течение почти 15 лет все основные космические полеты, в частности, совместный с США полет «Союз — Аполлон», проводились с применением этих вычислительных комплексов.

Высказанные Сергеем Алексеевичем идеи создания многопроцессорных и многомашинных вычислительных комплексов различной архитектуры были реализованы в дальнейшем коллективами разработчиков ИТМиВТ.

Развитию научной школы С. А. Лебедева в значительной мере способствовали его своевременные публикации и выступления на научных конференциях, его активная работа с аспирантами и студентами МЭИ, МФТИ, МГУ и других вузов Москвы.

Увидеть выпуск следующей серии высокопроизводительных ЭВМ, которые разрабатывал ИТМиВТ, С. А. Лебедеву не довелось. Сергей Алексеевич Лебедев умер 3 июля 1974 г. в Москве. Он похоронен на Новодевичьем кладбище.

Талантливый инженер, выдающийся ученый и организатор науки, С. А. Лебедев внес основополагающий вклад в становление и развитие вычислительной техники в нашей стране. Организованные им научные коллективы и созданная школа высокопроизводительных ЭВМ — лучший памятник ученому. В человеческом плане его основными чертами, которые отмечают все, кто бы ни соприкасался с ним, были справедливость, доверие, требовательность, доброта и полное отсутствие чувства превосходства по отношению к другим.

Научную школу С. А. Лебедева составляют сотни его учеников. Многие из них выросли в самостоятельных ученых, создали свои научные школы и коллективы, продолжающие традиции Учителя.

Имя С. А. Лебедева и значимость научной, организаторской, педагогической и общественной деятельности сопоставимы с именами и значимостью деятельности И. В. Курчатова, С. П. Королева, М. В. Келдыша в области атомной энергии и освоения космического пространства. Успехи в этих важнейших сферах научно-технического прогресса непосредственно связаны с использованием высокопроизводительных вычислительных машин и систем, разработанных под руководством Лебедева.

Выдающиеся заслуги С. А. Лебедева получили высокое международное признание. В 1996 году одна из самых авторитетных профессиональных организаций — IEEE Computer Society наградила С. А. Лебедева самой престижной в компьютерном мире наградой — медалью «Computer Pioneer». Надпись на обороте этой медали гласит: «Компьютерное общество признало Сергея Алексеевича Лебедева основоположником советской компьютерной индустрии».

Электронная счетная машина

В Академии наук СССР более трех лет работает быстродействующая электронная счетная машина БЭСМ, сконструированная Институтом точной механики и вычислительной техники. Машина является мощным средством научных исследований, проводимых учеными. Она позволила им совершенно по-новому подойти к решению важнейших проблем физики, механики, астрономии, химии и других отраслей знания, широко использовать современные методы математического анализа.

За одну секунду машина совершает в среднем 7.000–8.000 арифметических действий. В связи с этим нельзя не вспомнить, что опытный вычислитель с помощью арифмометра может выполнить за смену лишь около 2.000 арифметических действий. Таким образом, за несколько часов на машине выполняются вычисления, которые опытный работник не сможет сделать за всю свою жизнь. Одна такая машина заменяет собой колоссальную армию вычислителей, состоящую из нескольких десятков тысяч человек. Только для их размещения необходимы были бы сотни тысяч квадратных метров площади.

На нашей электронной машине за время ее эксплуатации решено множество задач из различных областей науки и техники. В результате страна получила экономию, исчисляемую сотнями миллионов рублей. Приведем несколько примеров.

Для международного астрономического календаря за несколько дней были подсчитаны орбиты движения около семисот малых планет солнечной системы с учетом воздействия на них Юпитера и Сатурна. На десять лет вперед определены их координаты, точно вычислено, где они будут находиться через каждые сорок дней. Ранее такие расчеты требовали многих месяцев работы большого вычислительного бюро.

При составлении карт по данным геодезической съемки местности приходится решать систему алгебраических уравнений с большим числом неизвестных. Задачи с 800 уравнениями, требовавшие выполнения до 250 миллионов арифметических действий, решались на электронной машине менее чем за двадцать часов.

На ней же подсчитаны таблицы для определения форм контуров наиболее крутых неосыпающихся откосов каналов. Это даст большую экономию материальных средств и времени в гидротехническом строительстве. Прежние попытки решить эту задачу хотя бы для одного варианта при работе 15 вычислителей в течение ряда месяцев не увенчались успехом. На электронной же машине подсчеты для десяти вариантов заняли менее трех часов.

Как работает наша электронная вычислительная машина?

Прежде чем приступить к решению той или иной проблемы, необходимо, зная физическую сущность исследуемого процесса, сформулировать задачу в виде алгебраических формул, дифференциальных или интегральных уравнений или других математических соотношений. Применяя хорошо разработанные методы численного анализа, можно почти всегда свести решение такой задачи к определенной последовательности арифметических действий. Таким образом, самые сложные задачи решаются посредством четырех действий арифметики.

Для выполнения какого-либо арифметического действия при ручном счете необходимо взять два числа, произвести с ними заданное арифметическое действие и записать полученный результат. Он может потребоваться для дальнейших расчетов или явиться искомым ответом.

Эти же операции осуществляются и в электронных счетных машинах. Если вводить числа от руки и от руки же задавать машине, какое арифметическое действие следует с ними произвести, а затем записывать полученный результат, то скорость вычислений будет весьма

низкой. Следует, кстати, отметить, что по этому принципу действуют настольные клавишные вычислительные машины. Для обеспечения большой скорости весь вычислительный процесс в электронных машинах полностью автоматизируется.

Для того, чтобы взять числа, с которыми следует произвести то или иное арифметическое действие, необходимо их где-то «хранить». Для этой цели в электронных машинах имеется «запоминающее устройство», разбитое на ряд ячеек. Все ячейки перенумерованы, и для того, чтобы выбрать какое-либо число, следует задать номер ячейки, в которой оно «хранится». Выбранные из «запоминающего устройства» числа поступают в ту часть машины, где выполняется заданное арифметическое действие. Полученный результат направляется в одну из ячеек «запоминающего устройства». Там он и «хранится» до тех пор, пока не потребуется в дальнейших расчетах.

Для выполнения какого-либо одного арифметического действия должны быть заданы: номера ячеек «запоминающего устройства», откуда следует взять два числа; действие, которое нужно произвести с этими числами, и, наконец, номер ячейки, куда нужно направить полученный результат. Такое задание, представленное в виде определенного кода, называется «командой».

Решение задачи сводится к последовательному выполнению ряда «команд». Эти «команды» образуют программу вычислений и «хранятся» в машине — обычно в том же «запоминающем устройстве».

Программа вычислений, то есть совокупность «команд», обеспечивающая заданную последовательность арифметических действий, необходимых для решения задачи, заготавливается математиками заранее.

Многие задачи требуют для своего решения десятков и даже сотен миллионов арифметических действий. Поэтому в электронных машинах используются методы, позволяющие сравнительно небольшим числом «команд» выполнять большое количество арифметических действий.

Наряду с «командами», выполняющими арифметические действия, в электронных машинах предусматриваются также «команды» для логических действий. Используя их, с помощью машины можно осуществлять, в частности, перевод текста с одного языка на другой.

При переводе текста с одного языка на другой в «запоминающем устройстве» вместо чисел хранятся слова, расположенные в алфавитном порядке, как в словаре. По заданному переводимому слову отыскиваются соответствующие ему слова на другом языке. Таких слов может быть несколько. Полученный подстрочный перевод фразы тут же обрабатывается машиной с учетом грамматических и синтаксических особенностей языка.

Вычисления на нашей машине ведутся с числами от одной миллиардной доли единицы до одного миллиарда. Каждое число имеет девять значащих цифр, что обеспечивает требуемую точность для большинства задач. В отдельных случаях, например, при решении некоторых астрономических задач, вычисления на машине можно производить с удвоенной значностью чисел.

В качестве основного оперативного «запоминающего устройства» в машине используются специальные электронно-лучевые трубки, несколько напоминающие трубки для телевизоров. Числа «хранятся» в виде зарядов в отдельных точках экрана трубки. В этом «запоминающем устройстве» может находиться 10^{23} числа или «команды». Выборка какого-либо числа, запись результата осуществляются за двенадцать миллионов долей секунды.

Для расширения круга решаемых задач, оперирующих с большим количеством чисел, в машине имеется дополнительное, менее быстродействующее «запоминающее устройство» на магнитном барабане и магнитных лентах. Запись чисел на магнитные ленты или барабан аналогична записи звука на магнитофонах. Только вместо звуковых колебаний при этом записываются электрические импульсы, соответствующие кодам чисел. На магнитных лентах может «храниться» более 120.000 чисел, а на барабане — 5.120. Зато числа с барабана выбираются значительно быстрее, чем с ленты.

«Арифметическое устройство» машины использует электронные счетные схемы, позволяющие производить непосредственное сложение чисел в течение трех миллионов

долей секунды, а умножение — за 192 миллионных доли секунды.

Первоначальный ввод чисел и «команд» в машину осуществляется с перфорированной ленты посредством специального «вводного устройства». Подготовка таких лент производится вне машины на перфораторах.

Результаты вычислений выводятся в виде записи их на магнитную ленту с последующим печатанием на киноленту вне машины на фотопечатающем устройстве со скоростью 200 чисел в секунду. Кроме того, имеется электромеханическое печатающее устройство, работающее непосредственно от машины со скоростью 1,5 числа в секунду. Это устройство используется в основном для печати контрольных значений, по которым можно следить за ходом вычислений.

Машина работает круглые сутки. Она имеет около 5.000 электронных ламп, срок службы каждой из которых превышает 10.000 часов. Смена ламп производится при профилактическом контроле машины. Техническая эксплуатация непосредственно самой машины обеспечивается двумя инженерами и одним техником в смену.

За время эксплуатации быстродействующая электронная счетная машина Академии наук СССР показала большую эффективность. Она получила хорошую оценку советских и зарубежных ученых и специалистов. На недавно состоявшейся Международной конференции по электронным вычислительным машинам в Дармштадте ряд американских и немецких ученых оценил нашу машину как наиболее быстродействующую в Европе и стоящую на уровне современных американских вычислительных машин.

Советские ученые работают над созданием еще более совершенных счетных устройств, над изысканием новых возможностей их использования. Это является серьезным фактором технического прогресса в нашей стране, важным условием успешного развития многих отраслей науки.

Сообщение ТАСС

Электронные счетные машины

В Москву возвратились из Германской Федеральной Республики советские участники международной конференции по цифровым электронным вычислительным машинам, состоявшейся в городе Дармштадте. На конференции было заслушано свыше 60 докладов и сообщений.

С докладами о советских цифровых электронных машинах выступили советские учёные академик С. А. Лебедев и Ю. Я. Базилевский. Академик С. А. Лебедев рассказал о работающей уже три с половиной года в Академии наук СССР машине БЭСМ (быстродействующая электронная счетная машина), выполняющей в среднем 7.000–8.000 арифметических операций в секунду. Ю. Я. Базилевский сделал сообщение о серийной электронной счетной машине «Урал», которая проходит в настоящее время испытания и предназначена для инженерных исследований и расчетов. Доклады советских ученых вызвали большой интерес и многочисленные отклики в печати.

Доктор Дрейер из Дармштадтского института прикладной математики заявил, что БЭСМ является наиболее быстродействующей машиной в Европе. Президент американской ассоциации по вычислительным машинам Хаузхолдер отметил, что советская машина БЭСМ находится на уровне американских быстродействующих вычислительных машин.

Опубликовано в газете «Смена», 12 ноября 1955 г.

В 1955 году в Дармштадте (ФРГ) академик Сергей Алексеевич Лебедев выступил с докладом об архитектуре быстродействующих машин. Это было время, когда спроектированные под руководством С. А. Лебедева электронно-вычислительные машины по быстродействию превосходили зарубежные серийные образцы. Причем они никогда не были копией какого-либо зарубежного типа ЭВМ. Это был продукт собственного оригинального творчества советских специалистов, а не слепок в ухудшенном варианте с прототипа, выпускаемого зарубежными фирмами, как это случилось потом.

На этой конференции в Дармштадте С. А. Лебедев очень четко высказал идею конвейерной организации вычислений в архитектуре высокопроизводительных машин. Такой способ организации параллельной обработки данных был им назван «принципом водопровода». Только по прошествии десятка лет этот принцип стал широко использоваться зарубежными разработчиками ЭВМ, естественно, без ссылок на С. А. Лебедева. Здесь нет иронии: дело в том, что от провозглашения принципа до его реализации огромная дистанция, само его воплощение неоднозначно и требует творческого высоконаучного поиска.

Провозглашенный Лебедевым принцип был к тому времени уже реализован в некоторых советских вычислительных машинах, разработанных под его руководством, а в БЭСМ-6 получил свое яркое воплощение. По признанию специалистов, в том числе и зарубежных, свежесть идей, заложенных в архитектуру БЭСМ-6, сделала её классическим примером машины, намного опередившей своё время.

Иногда приходится слышать в отношении С. А. Лебедева, что, мол, он — талантливый инженер, и что вообще создание ЭВМ это не наука, а сложная техническая работа. Это мнение, по-видимому, основано на том, что результат научной разработки выглядит как сложнейшее электронное устройство. Однако, не все знают, что язык описания логики работы ЭВМ — это язык математики, и, в частности, структурно-логическая организация БЭСМ-6 записана в виде формул алгебры логики (точнее, Булевой алгебры). И не все знают, что поиск оптимального согласования логического взаимодействия различных устройств ЭВМ — это решение сложнейшей математической задачи, требующей привлечения самых современных разделов математики, требующей научного поиска и — можно больше сказать — научного подвига. Этот подвиг был совершен академиком С. А. Лебедевым, при участии в общем-то не очень большой по современным меркам группы его учеников «первой волны». В Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР, директором которого был С. А. Лебедев, именно им была поставлена научная разработка проблем вычислительной техники. Как представляется по прошествии достаточного времени и на основе сравнительного анализа, эта научная работа была поставлена на самом высоком уровне.

Во-первых, четко была сформулирована цель, соответствующая сегодняшним и перспективным нуждам державы. Во-вторых, работа велась, как принято сейчас говорить, на конкурсной основе. Тем самым был исключен монополизм. Победа лебедевских идей в конкурсной работе объясняется не его научными титулами и авторитетом, а лишь только высоким качеством его идей. В-третьих, он никогда не гнался за расширением штатов института. Талантливые специалисты, таким образом, не превращались в администраторов больших лабораторий и отделов. Они продолжали собственные исследования, подчиненные общей цели.

Все помощники и ученики С. А. Лебедева участвовали в процессе внедрения разработанных ЭВМ и устройств вычислительной техники в производство. Внедренческая сторона деятельности института стимулировала качество разработок, нацеленных на практику, и в то же время явилась мощным резервуаром, из которого черпались новые задачи и проблемы для научного поиска.

Каждый, кому посчастливилось работать с Сергеем Алексеевичем Лебедевым, скажет вам о его внутренней скромности, никак не рассчитанной на эффект. Многие поругивали его за

то, что он не умел представить «товар лицом». Он всегда первый во всеуслышание указывал на недостатки и ограничения проектов собственной разработки и не очень громко говорил об их достоинствах. В этом сказывалась глубокая человеческая и научная порядочность — не столь уж частое явление в нашей действительности.

Академик С. А. Лебедев не оставил после себя неоплаченных векселей. То, что им было обещано государству, выполнено. Его научные идеи продолжают работать, принося ощутимую пользу.

Особое значение в наше время приобретает стиль научного поиска С. А. Лебедева, опирающийся на глубокую веру в творческие способности советских специалистов, веру в возможности их усилиями решать самые трудные задачи в самых сложных условиях.

Алексей Андреевич Ляпунов

Алексей Андреевич Ляпунов

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 в ней 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 ученым-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 Гейдельбергском университетах. До 1917 г. он служил в Путевом ведомстве, а 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.

Статья представляет собой сокращенный вариант биографического очерка, опубликованного в книге: Алексей Андреевич Ляпунов (1911–1973) / Материалы к биобиблиографии ученых. Москва: Наука, 1996, с. 8–27. (Авторы очерка: Ю. И. Журавлёв, Н. П. Бусленко, Е. В. Гливенко, Н. А. Ляпунова, О. В. Сосюра, Б. А. Трахтенброт).

Начальное образование А. А. получил дома. В 1924 г. он поступил в 5-ый класс экспериментальной школы № 42 Бауманского района г. 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 Каррингтона 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 церковей (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 сейсмологии. 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: «Экспериментатора 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 сейсмологии 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 Григория Александровича 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. Новиковым.

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 г. 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. К. Кольцова Юлием Яковлевичем Керкисом. Впоследствии, уже после войны, А. А. выполняет ряд работ, посвященных 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 математики 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. Гливленко и П. С. Новиковым.

Начавшаяся в 1941 г. война застала А. А. старшим научным сотрудником Института математики АН им. 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 тяжелое. Научная работа не клеилась. Сотрудники Академии наук, имевшие ученую 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 — учеба и преподавание в училище, некоторое время пребывание в резервных формированиях, госпиталь в связи с тяжелым заболеванием сыпным тифом, едва не стоившим молодому лейтенанту жизни. С октября 1943 г. А. А. Ляпунов в качестве командира топографического разведывающего взвода 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 боев в районе Курской магнитной аномалии А. А., используя свой опыт работы у П. П. Лазарева, сумел внести в артиллерийский расчет 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 награжден орденом Красной Звезды.

В апреле 1945 года, старшего лейтенанта А. А. Ляпунова отозвали с фронта из-под Кенигсберга и направили преподавателем в Артиллерийскую академию им. 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 вероятности 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 ученые: 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. Шваргин, 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. Гамбургцев). 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 МИ АН 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 кафедры математической логики и вычислительной математики. В 1953 г. он организует в МГУ семинар по программированию, 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 1956 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 ученые в области теоретической и прикладной кибернетики: академики А. П. Ершов, Ю. И. Журавлев, 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 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 ее защите от неоправданных нападков, 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 «Кибернетика». По предложению А. А. председателем Научного совета назначается академик А. И. Берг, а А. А. становится его заместителем.

В 1960 году 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 развертывания 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. Еще ранее по его инициативе в Новосибирский Академгородок приехали многие из его учеников и последователей.

А. А. сыграл определяющую роль в создании Отделения 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 награжден орденом Знак почета (1953 г.), двумя орденами Красного знамени (1956-й и 1967-й гг.) и Орденом Ленина (1971 г.).

А. А. Ляпунов скоропостижно скончался 23 июня 1973 года 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 ее 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. пронес через всю жизнь и неоднократно возвращался к занятию ею 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.

Теория множеств делится на метрическую, связанную с измерениями, и дескриптивную, занимающуюся способами конструирования множеств и их классов. В дескриптивной теории множеств А. А. работал над проблемами отделимости и униформизации множеств. Он детально изучил общие законы отделимости и неотделимости по отношению к A -операции, введенной П. С. Александровым. Полученные А. А. результаты позволили решить до конца некоторые вопросы, относящиеся к изучению природы основных объектов математического анализа.

Ряд существенных результатов получен А. А. в области униформизации множеств.

Исследуя свойства δS -операций, введенных А. Н. Колмогоровым, А. А. установил общие теоремы о кратной отделимости для δS -операций, из которых следуют все известные теоремы этого типа. Его «основная лемма» лежит в основе кратной отделимости.

А. А. существенно продвинул вперед теорию R -множеств и вопрос о расширении теоретико-множественных операций, приводящих к измеримым множествам.

Работы А. А. в метрической теории множеств посвящены 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. возвращается к анализу вполне аддитивных вектор-функций в 60-е годы. Он публикует две статьи в «Проблемах кибернетики», подчеркивая 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, главным образом в области математической статистики и в математической экономике.

Работы по кибернетике.

Идея применения дескриптивных методов исследования вне математики возникла у А. А. еще в 40-е годы. Однако реальное воплощение ее 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 был активным организатором исследований по кибернетике в нашей стране. Работы А. А. Ляпунова посвящены разработке общих вопросов 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 ее структура, строение. Система строится из элементарных подсистем, связанных друг с другом по определенным правилам. Каждая из элементарных подсистем функционирует по своему закону; при соединении получают различные композиции этих законов, дающие 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 трех 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 надежности управляющих систем — к микроподходу. Для всех двенадцати направлений указаны методы исследования, сформулированы задачи исследований 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 приближенно изоморфной данной, и в наблюдении за ее 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, ее научного содержания базируются на концепциях, сформулированных А. А. Ляпуновым в конце 50-х — начале 60-х годов, и развитых в работах его учеников.

Теория программирования.

Основная заслуга А. А. Ляпунова в области 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. Для этого непригодны существующие языки теории алгоритмов. А. А. предложил двухступенчатое описание алгоритма — логической схемой счета и логической схемой программы.

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

Схема счета 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 счета или схемы программы к простейшему или достаточно простому виду.

Алгебраическая теория программирования, основы которой были заложены в работах Алексея Андреевича и его учеников (Ю. И. Янов, Н. А. Криницкий, Р. И. Подловченко, А. П. Ершов и др.), получила бурное развитие во многих научных коллективах как в нашей стране, так и за рубежом, и дала серьезные 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 важное 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 теоретического 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 разветвленные 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, приближенная алгоритмизация, кодировка,

машинный эксперимент и др.), с другой стороны,— задачи лингвистические (выяснение структурно-лингвистической иерархии языков, их классификации, эволюции и др.).

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, еще 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

74 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 еще к 1941 году. В кибернетический период научной деятельности А. А. круг его интересов в этой области стал очень широким. Работы А. А. Ляпунова 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 посвящен проблемам эволюции популяций. Много внимания А. А. уделял биогеоценологии, исследованию совокупности популяций, совместно существующих на общей территории. Биогеоценозы являются естественными составными частями биосферы. Сюда относятся, в частности, модели океанических биоценозов. Кроме того, им были начаты серьезные 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., посвященные 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 все управление на разных уровнях рассматривалось им с единой системной точки зрения.

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 ее до конца.

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

О роли математики в современной человеческой культуре

В последнее время наблюдается огромное увеличение общего объема человеческих знаний и распространение образования. Это органически связано с тем, что человеческие знания становятся все более и более действенными, т. е. они все 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, влечет возникновение новых требований к знаниям и вызывает существенное изменение структуры знания.

Перспективы практического использования заставляют нас добиваться гораздо большей отчетливости знаний, они требуют объективности и изгнания необоснованных точек зрения.

В свою очередь, требование объективности знания влечет 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. Все 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 невыносимо и представить себе сколько-нибудь плодотворную деятельность исследователей или конструкторов в этих областях в отрыве от математики невозможно.

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 усовершенствуются 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 строении управляющих систем, возникшая в работах Винера и сильно продвинутая работами Неймана, Шеннона, а также трудами советских ученых, в частности, коллективами, возглавляемыми В. М. Глушковым, С. В. Яблонским, Ю. И. Журавлевым, Н. П. Бусленко и др., сформировалась в чрезвычайно крупное научное направление, имеющее большое значение для судьбы человечества.

Впервые напечатано в кн. Математизация знания: Матер. к конф. М., 1968, с. 24–54 (ротапринт). В настоящем издании воспроизводится сокращенный вариант этой статьи, опубликованный в: А. А. Ляпунов. Проблемы теоретической и прикладной кибернетики / М.: «Наука», 1980, с. 297–307.— *Ред.*

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 массивы 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 все 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 определенной сфере человеческой деятельности. (По-видимому, невыгодно на первых порах гнаться за слишком большой универсальностью алгоритмов машинного перевода, целесообразнее иметь варианты этих алгоритмов, приспособленные к определенному 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, учет, снабжение — все 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; оснащенность 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 серьезный 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 трудоемких 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. Все 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 приближенные 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 более 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 трудоемко. 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 трудоемка, 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 трудоемкость 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 в 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 определенным объектам соответствуют определенные ячейки памяти, определенным 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 определенного 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, учтенных в модели, и тех отношений в реальном процессе, которые обеспечивают интегральную картину, к которой он приводит. Поэтому первый этап работы состоит в том, что строится грубая модель, ее функционирование сопоставляется с действительностью, и затем на основе этого сопоставления модель совершенствуется. Нередко последовательное улучшение модели проводится несколько раз. И только тогда получается хорошее согласие модели с действительностью. 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.

Приведем 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 определенную пропускную способность. Однако на практике достичь проектной пропускной способности оказалось невозможно. Процесс начинал 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 объем некоторых бункеров, в которых обрабатываемые объекты ожидают очередных операций. Им удалось определить целесообразный объем бункеров, и это позволило наладить нормальную работу конвейера. Далее оказалось, что небольшое изменение проекта позволяет при тех же затратах создать конвейер еще 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 определенных полимеров также является моделированием деятельности человека, управляющего этим процессом.

Из всего изложенного выше вытекает, что в наше время существенным образом меняются требования к характеру математической работы, а также характеру знаний математиков и характеру математических знаний представителей других профессий. Современное проникновение математики в самые различные сферы человеческой деятельности ведет 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.

Объем знаний и характер индивидуального опыта, органически требуемый прикладными задачами, часто далеко превосходят возможности одного человека. Поэтому экспансия математической мысли с необходимостью ведет 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 свое дело, но он должен уметь плодотворно взаимодействовать со своими товарищами по работе, как правило представителями других профессий.

Старая формула, что каждый человек должен знать все о немногом и понемногу обо всем, оказывается неприменимой. Действительно, нужно знать, если не все, 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 определенных рамках обеспечивает достоверность знаний. Однако такой математический подход может быть развит только при наличии определенных условий. Исходный материал должен быть достоверным, объективным и обладать достаточной 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 поразному. В качестве первого подхода отметим подход математической статистики, который позволяет рациональным образом обобщать эмпирические факты, оценивать необходимый объем эмпирических работ для получения достаточно надежных 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 ведет 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 надежно опираться, приходится вырабатывать новые теоретические концепции одновременно с разработкой новой эмпирической области. Нередко случается, что математический подход в таких вопросах непосредственно поджигает 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 ее 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 еще 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.

Еще в 20-х годах итальянский математик 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. Полетаев 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.

Еще 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 учетом основных естественнонаучных закономерностей формируются различные математические модели естественнонаучных явлений, которые образуют *математическое естествознание*. В рамках математического естествознания можно выделить следующие три уровня теорий, различающихся между собой с некоторых общеметодологических позиций.

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, рассматриваемого в приближении теории автоматов.

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 определенными 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 ее 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. По-

этому 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 возможностей. 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 ее 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 ее жизнедеятельность, приходится умерщвлять клетку, рассматривать сохранившиеся там структуры и только косвенным образом делать заключение о процессах жизнедеятельности.

Однако еще 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 нее 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 разные фактические сведения приобретались.

И еще 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 идет 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 гуманитарных 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 еще далеко не достаточно.

С. П. Капица

Очерк воспоминаний о кибернетике и ее 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 ее распространение. Тогда я прочел эту книгу в ее 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 ее распространением и пропагандой, несмотря на все запреты.

Статья написана специально для данного сборника (на основе магнитофонной записи беседы Я. И. Фета с С. П. Капицей, проведенной 31 октября 1999 г.).

Интересно отметить, что в те годы Винер преследовался и в Соединенных 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 преследовали в Соединенных 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, ее 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 как кибернетики, так и вычислительной математики в нашей стране. Но надо сказать, что кибернетику критиковали в те времена и потому, что многие не признавали ее всеобъемлющего, междисциплинарного, характера. Так, некоторые острословы 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 провел 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 четко 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 произвел 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 молодежи, как центр интеллектуальной и культурной жизни.

Сейчас, в перспективе 50-ти лет видно, быть может, все 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 свое 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 ее 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 редуccionистского 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 отчетливостью 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 еще 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 ученые 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 ее 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.

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, разберемся. 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 ведет 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 все, обычно обладают низким творческим потенциалом. Они все 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 оклик на такой торг. Студенты готовы были решать и умели решать сотни задач, щелкая 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 ученых.

В отношении кибернетики мы видели в свое время именно эйфорию, веру, если хотите, в технократический, хотя это очень грубо сказано, подход к социальным и человеческим проблемам. Тогда почти все ученые были убеждены, что в каком-то смысле в науке нет человеческих проблем, что она даже вне морали. Тогда никто из ученых всерьез 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 ученые, 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 ученые, 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 наперед заданному вопросу и практически все 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 провел войну в лаборатории Массачусетского технологического института, а Алексей Андреевич после серьезного математического воспитания в Московской математической школе прошел 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 еще 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 ее 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 отвлеченных 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 все ее значение и будущее.

Андрей Андреевич Марков

Б. А. Кушнер

Марков и Бишоп

*Светлой памяти А. А. Маркова (1903–1979)
и Э. Бишопа (1928–1983)*

Amicus Plato, sed magis amica veritas.

«Платон мне друг, но истина дороже»
Печален звук латыни сей... —
Ведь только Ты, Великий Боже,
Владеешь истиною всей.
А я прошу совсем немного —
Чтоб нам Твоим Подобьем быть —
Пусть будет истина у Бога,
У нас — умение любить...
Я знаю, трудно жить иначе,—
Дается знание борьбой,
Но друг, что предо мною плачет,
Дороже истины любой.

1. Мне трудно определить жанр настоящих заметок—наверное, это своего рода эссе о двух крупнейших творцах конструктивной математики нашего времени. В одном случае я пишу о своем Учителе, незабвенном и единственном для меня человеке, рядом с которым прошла счастливейшая пора моей жизни. С Э. Бишопом я практически не был знаком, но сейчас, когда судьба забросила меня на другой континент, на его творческую территорию, где жива его школа, я много думаю о нем и, постигая новую цивилизацию, вместе с тем постигаю и оригинальность этой уникальной личности, такой американской и такой общечеловеческой. Я вполне ощущал это творческое поле еще в Москве, но здесь, на его земле, появилось еще и персональное сопереживание, без которого любое писание было бы мертво.

2. К счастью для всех сторон, Великая Конструктивная революция в Математике не состоялась, и теперь, когда страсти успокаиваются, глава эта и творцы ее постепенно уходят в историю нашей науки. И Время приносит новое понимание размеров и величия их достижений и горечи их потерь, равно как и вечного величия того, с чем они так искренне боролись.

Латинская мудрость, вынесенная в заголовок маленького стихотворения-эпиграфа, всегда поражала меня своей холодной жестокостью. Сколько Платонов было истреблено поборниками истины! Какие высокие слова при этом произносились, как легко и блаженно было следовать этим словам, какое освобождение от обыденного, человеческого они приносили! Последствия во все времена подсказывала История и во все времена никого она не убеждала. Математика тоже не являла собой исключения — трагедия сотворения кумира из истины разворачивалась и здесь, как повсюду, и кумиру этому приносились подобающие жертвы,— конечно, не сопоставимые с жертвами, принесенными на алтарь Социальной Истины, но все же печальные и порой непоправимые. И теперь, когда я начинаю яснее и яснее слышать голос моей персональной истории, я не могу не согласиться с ним. Платон дороже Истины. Что же, лучше поздно, чем никогда...

3. Андрей Андреевич Марков очаровал меня с первой же встречи. Дело было в 1960 или 1961 г.¹, перед тем как мы, студенты-математики мехмата МГУ, должны были выбрать кафедру для дальнейшей специализации. Было устроено собрание в одном из амфитеатров 16-го этажа (16-10 или 16-24), и представители кафедр агитировали нас в пользу надлежащих дисциплин. До сих пор помню спокойное и очень весомое выступление академика Г. И. Петрова — единственного механика в той аудитории. С самого начала мое внимание привлек седой, загадочно красивый человек — он саркастически улыбался, слушая ораторов. Наконец, объявили: Андрей Андреевич Марков, заведующий кафедрой математической логики. До этого момента я видел его несколько сбоку, и теперь сочетание ослепительно голубых глаз и столь же ослепительного нимба седины, какое-то сияние, исходившее от него, поразили меня. Даже само имя его сияло упругим повторением — Андрей Андреевич... Необычайной оказалась и манера его речи — это была скорее декламация. Позже, когда я увидел, как он пишет, буквально вырисовывая каждую букву, отчего каждый знак в его рукописи приобретал персональное значение, я поразился полной гармонии между этой письменной декламацией и манерой его устной речи. Последняя не представляла собою ораторского приема — в беседе наедине или даже в телефонном разговоре почти всегда сохранялась эта торжественная манера, когда каждое слово представляло в специфической красоте своего звучания, а все говорение приобретало статус священнодействия. И я снова и снова поражался этому чуду — сотворению письменной и устной речи, языку, одним словом, реальному чуду, которое мы перестали замечать в погоне за чудесами воображаемыми. Но вернемся в ту давнюю аудиторию, в то ушедшее время. Андрей Андреевич говорил о новой, молодой науке — математической логике — и еще более молодой кафедре, призванной эту науку всячески развивать. Он сказал несколько слов о понимании логических связей, остановившись в особенности на дизъюнкции. Здесь он привел пример из толкового словаря — кажется, это была фраза вроде «или он ее любил, или

она его любила»ⁱⁱ. Последовавший торжественный разбор этой любовной фигуры весьма развеселил аудиторию. Невозмутимым оставался только оратор. Перечисляя сотрудников кафедры, Андрей Андреевич особенно тепло упомянул С. А. Яновскую и В. А. Успенского. В последнем случае он заметил: «Правда, Владимир Андреевич — классик». Должен признаться, что я понял тогда эту характеристику почти буквально и вскоре был поражен, увидев энергичного молодого человека без надлежащей бороды и седин. В нараставшем расположении аудитории, завороченной его необычайной манерой, Марков продолжал говорить о своей кафедре. Коснувшись специальных курсов, он упомянул читаемый им курс конструктивной логики, который — здесь его голос, и без того торжественный, приобрел особую значительность, а паузы между словами стали еще весомее — «посещают студенты, ассистенты, доценты, профессора». В этот момент молчавший доселе старейший профессор Московского университета, представлявший одну из геометрических кафедр, не выдержал и буркнул: «Только ректор не ходит...». Андрей Андреевич вопросительно повернулся к нему. «Вот Вы сказали, что на Ваши лекции ходят студенты, аспиранты, ассистенты, доценты, профессора. Только ректор не ходит». — «Но ведь ректор — профессор!» Эта реплика потонула во всеобщем смехе, и судьба моя была решена: я покинул алгебру и начал свое странствие в математической логике. С тех пор произошло много событий, многие первоначальные увлечения умерли в разочаровании, многие потери болят и будут болеть, но я все так же счастлив, что встретил Учителя.

Артистичность — вот одна из главных сторон личности А. А. Маркова. Он был артистом в самом широком и высоком смысле этого слова, когда сам жизненный процесс воспринимается как художественное действие. И сейчас у меня перед глазами эта величественно-смешная сцена: Андрей Андреевич закончил лекцию и идет по коридору 16-го этажа, чтобы вымыть руки. Руки эти торжественно вытянуты вперед, и он несет их перед собой с выражением хирурга, направляющегося к операционному столу. Шаги его почти недискретны, и он плывет в студенческом водовороте, как линкор на морском параде, не заботясь нимало, свободно ли пространство перед ним. И пространство действительно каким-то чудом оказывается свободным... Удивительным местом был мехмат в студенческие мои годы!

По-видимому, именно артистическое начало привлекало людей к Андрею Андреевичу. Оно же порой и пугало. Не каждый был в состоянии оценить его своеобразный юмор и постоянную готовность к мистификацииⁱⁱⁱ. Порою что-то мефистофельское ощущалось за всем этим. При всем своем опыте ученики его, включая и автора этих строк, раз за разом попадали в одну и ту же ловушку: «Вчера вечером я вышел из дома...» — начинал, бывало, Андрей Андреевич. Далее следовало *crescendo*, события (самой разной природы) становились всё более невероятными. Мы застывали — что же дальше? «И здесь... я проснулся», — вдруг заявлял Андрей Андреевич и тут уж начинал улыбаться. Этот необычайный мир, столько раз сотворенный им на моих глазах, запечатлен в единственном известном мне прозаическом произведении Андрея Андреевича — рассказе «Случай с профессором Ивановым» (не могу, к сожалению, поручиться за точность заглавия).

Тем же своеобразным совершенством отмечены и стихи Андрея Андреевича, которые я впервые услышал (притом в авторском исполнении) в середине 60-х годов на даче на платформе «42-й км» Казанской ж. д., где мы (А. А. Марков, И. Г. Башмакова, А. С. Кузичев и я) навещали Софью Александровну Яновскую. Сочетание архитектурной стройности стихов, их удивительной чисто звуковой выразительности (в частности, великолепное ощущение красоты русских гласных) со все той же неиссякаемой мистификацией, делающей самое обыденное волнующим и загадочным, подкрепленное уникальной авторской декламацией, производило совершенно необычайное впечатление^{iv}. Прочтение, нет, исполнение Андрея Андреевича было отмечено уникальным, только ему присущим чувством акустической и синтаксической структуры языка и взаимодействия этих структур. Позже, летом 1971 г., мне удалось записать одно из таких исполнений на магнитную ленту. Копии этой записи, имеющиеся у учеников Андрея Андреевича, в какой-то мере сохранили для нас этот артистический и художественный феномен.

Еще одним проявлением мистификационных наклонностей А. А. Маркова была его манера прочтения — нет, опять-таки исполнения — различных бюрократических документов. Многие участники и гости Ученого совета мехмата, по-видимому, помнят это зрелище: Андрей Андреевич держит бумагу несколько поодаль, с глубоким почтением к ней, торжественно, как один восточный монарх держал бы послание другого столь же восточного монарха (я всегда в таких случаях думал, что нехватает одного прислужника для держания бумаги и другого прислужника с опахалом). Голос Андрея Андреевича переливается звонкими и величественными обертонами. Затертые бюрократические формулы, обычно проскальзывающие по самым окраинам нашего сознания, вновь сверкают во всей своей идиотской значительности. Аудитория от души смеется... и порою диссертанту тоже становится легче на его Голгофе. Здесь я не могу не вспомнить одно из таких давних заседаний в аудитории 14-08, трагическую защиту одного из учеников П. С. Александрова. Не знаю, кто там прав по так называемому существу, но, несомненно, нападавшие действовали по пресловутой латинской формуле. Думаю, что теперь, когда Павла Сергеевича нет с нами, по крайней мере, некоторые из этих молодых, энергичных и талантливых ученых вспоминают случившееся с печалью. Поведение Маркова в гущи этого скандала представлялось парадоксальным: тепло отозвавшись о диссертации и диссертанте, он затеял дискуссию с одним из официальных оппонентов, известным советским математиком, отзыв коего загадочным образом соединял абстрактные топологические конструкции диссертанта с возможным будущим решением проблем перевозки мяса и молока (о проблеме производства таковых в то время еще не принято было говорить). Трактую этот отзыв в духе обычного своего прочтения бюрократических бумаг, Андрей Андреевич со всех направлений неизменно возвращался к «перевозкам мяса и молока», каждое новое упоминание было еще более значительным и вызывало еще более мощный взрыв смеха в аудитории. Не могу забыть И. Р. Шафаревича, смеявшегося буквально до слез... И тогда мне казалось, и теперь кажется, что Андрей Андреевич сознательно избрал эту парадоксальную линию, прошедшую контрапунктом через всё трагическое действие, чтобы смягчить и сделать более человеческой сложившуюся ситуацию.

В начале 70-х годов Андрей Андреевич переживал своеобразную вторую молодость. В это время он сблизился со своими учениками и неизменно возглавлял наши совсем неформальные собрания и застолья. Один из наших стажеров, чудесный, добрый человек, изготавливал в своей родной Грузии изумительное домашнее вино, не имевшее никаких аналогов в торговой сети, и это делало наши дружеские встречи еще более шумными и неформальными. Трудно забыть, каким солнечным был Андрей Андреевич в Дилижане и в Обнинске весной-летом 1970 г. Две конференции последовали одна за другой почти без перерыва, и человеческое сближение школы и Учителя тоже оказалось необычным. Однажды в Обнинске после многолюдного собрания в одном из тесных номеров местной гостиницы, с чтением стихов, вином, пением и спорами, мы отправились гулять по окрестным лесам далеко за полночь (прогулка была замечательная, и я даже потерял паспорт с командировочным удостоверением, каковые в 6 часов того же утра мне вернул мрачный работник одного из тамошних режимных учреждений). Когда на рассвете мы возвращались назад, горничные стыдили Андрей Андреевича: «... И с кем же Вы связались! Солидный, седой, пожилой...» Следующим вечером они употребили свою служебную власть (я всегда пытался понять таинственные истоки этой необъятной власти) и попросту не пустили Андрея Андреевича с нами, заперев с соответствующими декларациями все выходы с его этажа. Зато мы принесли ему ведро ландышей (да простят нас «зеленые» всех стран и народов).

В это же время Андрей Андреевич начал бывать у меня в доме. Визиты были вполне неформальные и подчас начинались и заканчивались поздно вечером. Домой он всегда возвращался пешком, он вообще любил длинные прогулки (однажды мы прошли с ним вдвоем 18 км от нашего Юго-Запада до Внуково, обсуждая всю дорогу обобщенные индуктивные определения; в аэропорту мы выпили кофе и, пожалев, что нет времени для такой же обратной прогулки, сели в автобус. Тем не менее, наша дискуссия еще долго продолжалась уже на квартире Андрея Андреевича). Вспоминаю один из таких летних

вечеров. Мы ждали Андрея Андреевича. Пришли Н. М. Нагорный с женой, извлечено было из тайников неслыханное наше вино, а Андрей Андреевич все не появлялся. И тут разразился чудовищный, тропический дождь. В низине, там где кончается проспект Вернадского и начинается улица Лобачевского, немедленно образовалось огромное озеро (какое и лужей-то не назовешь!). Весь транспорт застыл по берегам этого творения стихии. Мы решили, что Андрей Андреевич уже не придет. И напрасно. Вскоре раздался звонок — за дверью улыбался Андрей Андреевич, с которого текли потоки воды... Мы переодели его в какие-то случайные мои одежды, и он рассказал нам свою «одиссею»: «Я вышел из дома и был на углу Ленинского проспекта, когда начался дождь. Я решил идти вперед и вскоре оказался перед этой гадкой лужей. Что делать? Решил пересечь её под землей и пошел в метро (станция „Прспект Вернадского“.— *Б. К.*). Но там оказалось, что у меня совсем нет денег. Ни копейки. Тогда я остановил одну даму, снял шляпу (на Андрее Андреевиче была соломенная шляпа, с поляй которой тоже текли ручьи.— *Б. К.*) и попросил: "Мадам, извините, пожалуйста, не могли бы Вы дать мне пять копеек?" Дама испугалась и немедленно ссудила мне требуемую сумму». Вообразите себе эту сцену...

Андрей Андреевич любил и умел чувствовать себя молодым. И перед надвигавшимся семидесятилетием шутил, что, пока нет семидесяти, он — молод, а там сразу станет старым. Но вот «роковая» дата наступила, и на юбилейном заседании (опять-таки в одной из больших аудиторий 16-го этажа) он выступил в своей обычной необычной манере. Запомнилось завершение этой юбилейной речи: «Говорят, что в 70 лет человек стар. Но я совсем не стар. Более того, я только что сдал в печать восемь статей!» Последние слова и особенно слово «восемь» Андрей Андреевич почти выкрикнул к особому восторгу аудитории. Кстати, «Доклады Академии наук» вначале не хотели брать столько статей сразу под предлогом, что это одна большая статья, разбитая на части. Помогло вмешательство акад. А. Н. Тихонова. Молодым и веселым был Андрей Андреевич и на праздничном банкете (или, как он предпочитал выражаться, праздничном ужине). Почетным гостем был А. Н. Колмогоров. Здесь мне хочется сказать несколько слов об отношениях между этими двумя выдающимися личностями. Околорематический фольклор сохранил ряд случаев (порой анекдотических) взаимной их пикировки. Похоже, что отношения и в самом деле были непростыми. Однако я всегда чувствовал огромное уважение, которое Андрей Андреевич испытывал к личности и к научным достижениям Колмогорова. Несомненно, Андрей Андреевич был задет, когда впервые введенный на мехмате обязательный курс математической логики был отдан для первого прочтения Колмогорову. Тем не менее, он с явным интересом посещал все лекции (что, кажется, даже несколько нервировало Колмогорова). Однажды, отвечая на незаданный вопрос, Андрей Андреевич сказал мне: «Вы, верно, удивляетесь, почему я не протестовал, не боролся. В математике есть царство света и царство тьмы. Андрей Николаевич из первого. И это всего важнее». Должен сказать, что уважение было взаимным — во всех случаях моего общения с Колмогоровым это ясно ощущалось. И еще один, главный, по-моему, штрих: после смерти Андрея Андреевича Колмогоров буквально заслонил собою его осиротевшую кафедру.

О математических трудах А. А. Маркова (а он был уникальным по разносторонности ученым) много писали и, несомненно, много будут писать. Я был рядом с ним в последний период его жизни, когда его интересы концентрировались вокруг созданного им конструктивного направления в математике. Я не пишу сейчас подробно об этом его детище — существуют великолепные авторские изложения (см., например, [1–6]), кроме того, мною написана специальная статья на этот счет, и я всё же надеюсь увидеть её опубликованной (см. также Введение к [7] и [8]). Скажу только, что конструктивная математика Маркова была, как и его стихи, удивительно похожа на своего творца^v. И в ней, и в нем было что-то от классического храма, образованного прямыми линиями, которые, казалось бы, должны сталкиваться в углах, но... мягко и гармонично сочетаются друг с другом. Первоначальная концентрация конструктивного процесса и конструктивного объекта, лежащая в основе марковского конструктивного мировоззрения, в моем представлении непосредственно происходит из его «дискретной» манеры письма — одного из самых впечатляющих конструктивных процессов, которые мне довелось наблюдать... И удивительно, как много

успевал сделать Андрей Андреевич при этой торжественной неторопливости!^{vi}. Уже после кончины А. А. Маркова я начал редактировать неоконченную его рукопись, впоследствии великолепно развитую Н. М. Нагорным в уже упоминавшуюся монографию [6]. Рукопись по большей части была посвящена семиотике, и, хотя многие начальные идеи вызывали у меня чувство протеста (я не видел, в частности, существенной разницы между тем, что доказывалось и что предполагалось очевидным), тем не менее развитие этих идей, его последовательность, ясная мощь производили огромное впечатление. Увы,— уже и в почерке Андрея Андреевича ощущалась мучительная болезнь, в конце концов разлучившая нас...

Многие годы своей жизни Андрей Андреевич посвятил построению конструктивной логики. Это было нелегкое, порою мучительное занятие — по-видимому, крест любого творца конструктивной математики^{vii}. В конечном счете он создал великолепную концепцию ступенчатой семантической системы, призванной, в частности, объяснить феномен импликации в конструктивной математике. Теория эта, начавшаяся там, где заканчивались многие попытки истолкования конструктивного смысла математических суждений,— достойный памятник его подвижнической деятельности в математической науке... Должен сказать, что использование им обобщенных индуктивных определений (аналогичных знаменитым брауэровским конструкциям) в качестве семантического средства оказалось для меня (да и не только для меня) абсолютно неожиданным. Многие участники нашего семинара в Вычислительном центре Академии наук СССР помнят горячие дискуссии вокруг этих проблем, И здесь я должен вспомнить еще об одной прекрасной человеческой черте Андрея Андреевича: при всей разнице нашего опыта, возраста и положения я никогда не чувствовал ни малейшего его намерения использовать в дискуссии между нами свой авторитет как таковой. Он всегда был готов слушать и пытаться понять меня. Порою он раздражался, сердился, в какой-то момент наши личные отношения даже стали портиться, но... затем неистощимое чувство юмора возвращало улыбку на его лицо, и мы смеялись вместе, когда он преуспевал с очередной своей мистификацией...^{viii} Платон был для него дороже истины...

Последние годы жизни Андрей Андреевич боролся с тяжелой болезнью и с трагедиями, обрушившимися на его семью. Поразительным было его мужество — что бы ни происходило, он всегда был вежлив, внимателен, и посторонний наблюдатель вряд ли смог бы почувствовать, как безжалостна была к нему в эти годы судьба. Он работал до последней физической возможности, даже тогда, когда мир буквально рушился вокруг него...^{ix}

В конце сентября 1979 г. я пришел к нему в больницу перед своим отъездом в Варшаву. Я чувствовал, что больше не увижу его, хотя, конечно, отталкивал эту мысль... Может быть, и к лучшему, что судьба уберегла меня, и в последний раз, когда я видел его, я видел его живым... И этот первый сияющий Марков из солнечного мехмата моей юности и прощальная его улыбка в серой палате больницы АН СССР, как две фотографии из семейного архива,— между ними жизнь.

4. В 1966 г. в Москве проходил Международный математический конгресс. Я хорошо помню то нежаркое лето и совершенно непривычную атмосферу в главном здании МГУ. Приезд огромного числа иностранных коллег, возможность непосредственного общения с ними — все это было чем-то абсолютно из ряда вон выходящим. В особенности для нас, аспирантов. Именно в эти дни превратились в живых симпатичных людей многие имена, дотоле казавшиеся просто символами. Мне, например, посчастливилось увидеть таких легендарных ученых, как А. Чёрч, С. Клини, А. Гейтинг, А. Тарский. Уверен, что подобные открытия выпали и на долю моих друзей по аспирантуре. Просматривая программу конгресса, я натолкнулся на пленарный доклад американского математика Э. Бишопы, посвященный конструктивизации математического анализа. В то время уже в течение примерно 15 лет вокруг А. А. Маркова росла и развивалась новая школа конструктивной математики со всей своеобразной философией и техникой. Многие результаты в эти годы были, в частности, получены в конструктивном математическом анализе, который с традиционной точки зрения мог приближенно трактоваться как последовательно алгоритмическая версия классического анализа. Само имя Бишопы, не говоря уже о его конструктивистских концепциях, было мне незнакомо. В тот же день ко мне подошел

однокурсник (ныне известный советский математик) и с изумлением на лице поведал, что Бишоп — выдающийся аналитик с первоклассной репутацией, и что его обращение в конструктивизм рассматривается коллегами как большое несчастье. Учитель моего друга, тоже великолепный аналитик, пытался даже отговорить Бишопа от этой затеи. Но, видимо, «высокая болезнь» конструктивизма трудно излечима домашними средствами. К несчастью, мой тогдашний английский (в самом лучшем случае письменный) помешал мне составить ясное впечатление о докладе Бишопа. Его часовая лекция была встречена с вежливой сдержанностью, обычной, впрочем для таких международных аудиторий. У меня не хватило духу подойти к нему и поговорить хотя бы с помощью моих двуязычных друзей. Сейчас об этом можно только жалеть. Зато последнее мимолетное персональное соприкосновение с Бишопом запомнилось навсегда. Это было на все том же 16-м этаже главного здания МГУ, около кафедры математической логики. Я что-то хотел взять из кафедральных бумаг, но из-за двери доносились голоса, шло какое-то обсуждение, и я решил подождать. Вскоре дверь распахнулась, и через коридор в лифтовый холл стремительно прошел, почти пробежал Бишоп. Его лицо выглядело утомленным и отрешенным. Затем появился как всегда невозмутимый Марков с его обычной загадочно-ясной улыбкой. И наконец, в коридор ворвался один из ближайших марковских сподвижников. «Но у него нет позиции, у него нет позиции», — повторял он возбужденно, имея в виду, очевидно, Бишопа. Возмущение было вполне понятным, поскольку позиция Бишопа, в двух словах, состояла в предпочтении живой математической деятельности поискам какой-то специальной позиции, в то время как упомянутый ученый многие годы искал именно позицию и каждый круг этих поисков заканчивался очередным этапом «непонимания математических суждений»^x. Читатель догадался, что я присутствовал при окончании первой (и, насколько мне известно, единственной) встречи лидеров двух важнейших конструктивных направлений нашего столетия. В те годы я еще сильно ощущал дистанцию между собою и Марковым и не решился спросить его о том, что же, в сущности, произошло. И как-то не спросил позже. Еще одно горькое из многих «не успел». Думаю, что эта дипломатическая неудача, обусловленная, по-видимому, личностными барьерами и чрезмерной одушевленностью и истинноискательством («Платон мне друг...») участников имела решающее воздействие на дальнейшее совершенно раздельное существование этих двух школ. А ведь сколько было общего, о стольком можно было поговорить, столькому научиться друг у друга! Вскоре после конгресса я получил на рецензию из журнала «Новые книги за рубежом» монографию Бишопа [11] и был поражен его энергией и творческой мощью. Передо мною был беспрецедентный случай, когда мыслитель, декларировавший свою оригинальную концепцию математики, немедленно подтверждал ее плодотворность огромной работой по развитию конкретных математических дисциплин, включая далеко продвинутые и, казалось бы, слишком абстрактные для конструктивизации области математического анализа. Вдохновенный (иного слова не подберешь) «Конструктивистский манифест», которым открывалась книга, ясно и изящно излагал авторское кредо. Тогда же в своей рецензии я рекомендовал перевести монографию. Позже к этой идее возвращался известный логик Вл. Лифшиц, но... Между тем Э. Бишоп в сотрудничестве с Д. Бриджесом предпринял существенную переработку своего труда — по существу была создана новая книга, увидевшая свет в 1985 г., уже после безвременной кончины Бишопа. Быть может, эта монография [10] найдет переводчиков в России?

Сейчас, когда я пишу эти строки, среди мягких холмов Аппалачей, на которых уже горит непривычно багровея Пенсильванская осень, передо мною лежит еще один и, видимо, последний конструктивистский манифест Бишопа с необычным титулом «Шизофрения в современной математике» — запись лекции, прочитанной им для Американского математического общества в 1973 г. [12]. Эта работа была позже перепечатана в мемориальном выпуске того же общества [13] вместе с воспоминаниями коллег Бишопа^{xi}. Чтение этой речи Бишопа, этой еще одной, возможно, последней попытки убедить «неверующих» — волнующее и печальное занятие. Сколь явственно здесь то особое отчаяние, отчаяние человека, ощущающего себя пророком, перед лицом простого равнодушного непонимания! Между тем, истина так ясна, так очевидна, и, кажется,

достаточно нескольких слов, жестов даже, чтобы сообщить ее этим милым и интеллигентным людям вокруг... Но... Иррациональность этого сопротивления рождает апокалипсическую картину мира, сошедшего с ума. Думаю, что этот эмоциональный накал и ответственен за беспрецедентное название лекции Бишопы — ни один конструктивист до него все же не решался ставить диагноз «шизофрения» традиционной математике (или, правду сказать, традиционным математикам, ибо, в моем представлении, эмоции Бишопы вырастают скорее из общения с коллегами, нежели из чтения их математических трактатов). В первых же строках автор говорит о безуспешных десятилетних усилиях сообщить коллегам реальное ощущение вовлеченных в математику первостепенных философских проблем. Его усилия и идеи попросту не принимались всерьез. Хуже того, издание его первой конструктивной монографии [11], сейчас признаваемой теми же коллегами выдающейся, встретило серьезные препятствия — один из рецензентов прямо писал, что публикация монографии сослужила бы плохую службу математике. Ученики и сотрудники Бишопы встречали серьезные затруднения в развитии своей профессиональной карьеры — по этим причинам Бишоп перестал принимать новых студентов^{xii}. Можно представить, что чувствовал при этом этот благородный и одухотворенный человек!

Я не могу в этих заметках сколько-нибудь подробно излагать конструктивную концепцию Бишопы, тем более что она представлена так ярко и художественно в оригинальных его работах. Я лишь кратко остановлюсь на психологически интересных взаимоотношениях бишоповского конструктивизма с интуиционизмом Брауэра и конструктивной математикой А. А. Маркова.

В своей «Шизофрении в современной математике» Бишоп формулирует четыре основных принципа конструктивного математического мировоззрения.

- (A) Математика есть здравый смысл;
- (B) Не спрашивай, истинно ли данное суждение, до того, как ты понял, в чем его смысл;
- (C) Доказательством является всякое убедительное рассуждение;
- (D) Осмысленные различия заслуживают рассмотрения.

Разумеется, подобные перечни никогда не следует воспринимать слишком буквально и слишком всерьез — это всегда лишь попытки немногими словами очертить круг идей и концепций, попытки, уязвимые по самому своему существу. Подчас они определяются привходящими обстоятельствами — настроением автора в момент создания того или иного произведения, характером дискуссий в предшествующее время и т. д. Мне, например, нравится тезис (B), тезисы (A) и (C) представляются слишком расплывчатыми, тезис же (D), взятый сам по себе, тавтологичным. Трудно избежать впечатления, что столь сильный акцент на (A) и (C) проистекает из горячего отрицания формалистской концепции, свойственной крайним последователям Гильберта (но, по моему мнению, ни в коем случае, ему самому) и практически полностью изгоняющей интуицию и смысл из математики^{xiii}. Более умеренное математическое большинство, по-видимому, вполне согласится с принципами (A) и (C), добавив при этом, что ежедневный здравый смысл (или, выражаясь изящнее, первоначальная интуиция) достаточен лишь как базис нашей математической активности. В ходе таковой развивается специфическая многоступенчатая математическая интуиция, здравый смысл высших порядков, позволяющий нам (точнее, некоторым из нас), например, свободно ориентироваться в многомерных пространствах и «видеть» геометрические образы в них или, скажем, ощущать реальность далеких трансфинитов с такой же или подчас большей силой, чем действительные реалии нашей физической жизни. Возможность развития таких вторичных интуиций (физической, химической, математической, технической, музыкальной, шахматной и т. д.) является одной из самых плодотворных и волнующих способностей человека. Никто, кроме самых убежденных формалистов, не станет оспаривать и (C) — беда только в том, что объективизация сугубо субъективной категории «убедительного», ощущающаяся в (C), слишком оптимистична (см. [14]). Один из исторических уроков состоит в том, что восприятие истины даже самыми честными и талантливыми людьми может быть поразительно различным, порою просто противоположным. Мы можем проследить это и в кризисах оснований математики, последний из которых продолжается на наших глазах. Кто, например, был прав в столь плодотворной, но и столь трагической в

персональном плане дискуссии между Гильбертом и Брауэром? И конечно же, любой разумный человек, вообще говоря, подпишет под декларацией (D). Иное дело, что не всегда готовы мы проследить всякое, даже вполне разумное различие, и, действительно, классическое обращение с экзистенциальными суждениями не учитывает несомненно существенного различия между конструктивными и неконструктивными методами. Вознаграждением за эту потерю нюансов, за это абстрагирование от реального разнообразия математического мира является красота, сила и совершенство теории. Подобную картину можно наблюдать и в естественных науках, например физике, оперирующей с концепциями типа концепций материальной точки, абсолютно твердого тела, несжимаемой жидкости и т. д., да и вообще использующей математические модели точечного континуума, весьма идеальные с точки зрения реального восприятия действительности^{xiv}. В ответ на тезис (D), подразумевающий в нашем контексте игнорирование в классической математике различия между конструктивными и неконструктивными теоремами существования, традиционный математик мог бы сказать то же, что и физик в подобной ситуации: различия эти, конечно, существенны, и мы будем работать над теориями, учитывающими их, но, как ни печально, мы не в состоянии создать гармоничную и обозримую картину мира, сразу же трактуя явления во всем их разнообразии. Далее он добавил бы, что изучение эффективных теорем существования возможно и в рамках классической математики, имеющей все необходимые средства для этого. В подобной аргументации много того самого здравого смысла из (A), хотя более развитый здравый смысл и шепчет нам о глубокой и неслучайной самооценности конструктивных мировоззренческих концепций, обогативших наше понимание природы математики и подаривших нам ряд общематематических достижений (таких, например, как интуиционистская логика, теория последовательностей выбора, конструктивные модели континуума и т. д.). Сказанное показывает не только ограниченность перечней, вроде (A)–(D), но и несовершенство всякого пересказа — Бишоп, конечно, развивает эти тезисы в другом направлении. И все же трудно не почувствовать глубокого и трагического различия между «Конструктивистским манифестом» 1967 г. [10, 11] и «Шизофренией в современной математике». Первое произведение исполнено оптимизма, оно просто излучает моцартовский свет. Препятствия как будто бы не существуют, и полемика не является, похоже, даже второстепенной его задачей. Сущность бишоповской конструктивной математики выражена уже в самом начале «Манифеста» ярко и афористично: «Всякое математическое утверждение в конечном счете выражает тот факт, что, если мы выполним определенные вычисления внутри множества положительных целых чисел, мы получим тот или иной результат»^{xv}. Именно в недостатке нумерического смысла состоит главная претензия, которую конечное существо может предъявить классической математике^{xvi}. Той же оптимистической и революционной интонацией пронизано и предисловие к монографии 1967 г. [11]: «Настоящая книга имеет тройное назначение: представить конструктивную точку зрения, продемонстрировать, что конструктивная программа может быть успешной, и заложить фундамент для дальнейшей работы. Эти непосредственные цели тяготеют к финальной цели — приблизить тот неминуемый день, когда конструктивная математика станет общепризнанной нормой». Увы (или не увы?), сегодня этот день представляется столь же далеким (если вообще верить в его реальность), как и в 1967 г. несмотря на усилия конструктивистов всех ориентаций и направлений. По-видимому, нарастающее чувство собственного одиночества в математическом мире и равнодушие (сколь оно страшнее самых резких возражений!) коллег ответственны за полную горечи полемическую интонацию лекции 1973 г.

Что можно сказать об отношении Бишоп к «другим» конструктивистам? Приведем выразительное место из воспоминаний А. Нероды: «Мы спросили его, насколько большое влияние оказали на него работы Брауэра. Он сказал, что на него повлияла книга Вейля, и что он вкратце заглянул в Брауэра, избегая, однако, детального изучения из опасения потерять свои естественные линии развития» [13, с. 81–82]. Позиция, понятная для такой могучей творческой индивидуальности как Бишоп. Однако в свете этой позиции особенно печально его почти не скрываемое пренебрежение к интуиционистской математике. Воздавая должное Брауэру за его критику классических концепций, в частности, универсального характера

закона исключенного третьего, а также за установление конструктивной интерпретации логических операторов, Бишоп без права обжалования отвергает концепции и построения Брауэра, направленные на создание неточечной теории континуума и использующие идею свободно-становящихся последовательностей (последовательностей выбора). Между тем проблема соотношения дискретного и непрерывного имеет огромную историю, и «атомистические» теории континуума (в том числе и бишоповская) не столь уж безупречны концептуально. Более того, можно еще спросить о том, какая интуиция развита у Homo sapiens сильнее: интуиция непрерывной протяженности или интуиция натурального числа (последняя является краеугольным камнем большинства конструктивных течений). Я припоминаю одну из публичных лекций А. Н. Колмогорова, где он явно отдавал приоритет интуиции непрерывного. Словом, здесь неплохо бы применить принцип (D) и хотя бы не отвергать с порога изучение упомянутого различия. Что же касается свободно-становящихся последовательностей (их рассмотрение восходит, кстати сказать, к Э. Борелю), то, несмотря на известные трудности в восприятии брауэровских идей, развитие науки вполне подтвердило оригинальность и плодотворность этой концепции. Заодно еще раз подтвердилась необычайная проницательность Брауэра, создавшего, среди прочего, удивительную математическую теорию незавершенных объектов (см., например, [15]; историческую и философскую трактовку брауэровской теории континуума можно также найти в моей работе [16]).

Еще большим пренебрежением пронизано отношение Бишоп к конструктивной школе А. А. Маркова. Он фактически не замечает таковой в монографии 1967 г. и отводит (не упоминая явно) несколько уничижительных фраз в лекции 1973 г. По-видимому, в том давнем московском споре не родилась истина. Вообще, если таковая в спорах и рождается когда-нибудь, то гораздо чаще рождаются в них совсем другие субстанции и сопутствующие им чувства. Как жаль, что эти две школы так и прожили лучшие свои годы, не познав радости дружеского общения. Между тем, родство их несомненно: когда, например, Бишоп говорит о классическом употреблении квантора существования, то я буквально слышу Маркова. То же относится и к бишоповской характеристике эзотерического характера классической математики как таковой. Правда, Андрей Андреевич с его насмешливым отношением ко всяческим мудрствованиям выразился бы здесь попроще (и нет чего-то эзотерического в самом употреблении этого термина?). Что же касается первородного греха отождествления интуитивной концепции алгорифма с одним из точных его понятий — греха, свойственного школе Маркова и, по-видимому, составляющего главное ее отличие от бишоповского подхода, то в пользу этого решения можно привести много вполне серьезных аргументов. Должен сказать, что антирекурсивная аргументация Бишоп не производит на меня сильного впечатления и отнюдь не убеждает в роковом характере сделанного А. А. Марковым выбора. Математика весьма долго и весьма безуспешно обходилась интуитивными представлениями о действительных числах, функциях, непрерывности, пределах, бесконечно малых и т. д., и т. д. Не думаю, однако, что ей повредило уточнение (хотя неизбежно и относительное) этих понятий, достигнутое в XIX в. Точно так же невозможно отрицать огромное воздействие теории рекурсивных функций на глубину и точность наших представлений о том, что такое алгорифм. Упрек же в недостигнутой абсолютной точности восходит к застарелому предрассудку, наделяющему математику особым статусом идеальной, вечной, единственно точной и пр., и пр. науки^{xvii}. Абсолютная истина принадлежит не нам, но все же мы несем в себе ее образ и подобие. И способны чувствовать движение к ней. Обе замечательные личности, с которыми я сейчас расстаюсь, были в высшей степени наделены этим даром при всех противоречиях между ними. В этом суть, остальное уносит время.

Мир им.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ По понятным причинам я иногда опускаю персональные имена и заранее приношу извинения если память подведет меня иногда в деталях и (особенно) в датах.

² Позже я не раз встречал подобный разбор статей из энциклопедий и т. д. в публичных выступлениях Маркова. Неизбежные изъяны соответствующих дефиниций обнаруживали себя под его острым глазом, и противоречие случившегося с серьезностью самого издания неизменно вызывало оживление в публике.

³ Он вполне уважал эту склонность и в других. Однажды несколько озорных моих знакомых стали звонить по различным номерам и просить к телефону Бетховена. Обычной реакцией было возмущение. Андрей Андреевич, как ни в чем не бывало, ответил, что позвать Бетховена к телефону он не может, поскольку таковой здесь не проживает. В ответ на еще более нахальную просьбу передать Бетховену привет, он вполне спокойно заявил, к сожалению, не может сделать и этого, так как Людвиг ван Бетховен умер в Вене в 1827 г. «Извините, пожалуйста, мы, видимо, не туда попали». — «Пожалуйста. Всего доброго». Они попали в самую точку...

⁴ Интересно, что стихов было сравнительно немного. В отличие от многих профессионалов Андрей Андреевич не писал без крайней необходимости.

⁵ Таков же был и математический стиль Андрея Андреевича. Он не любил разговоров об «идеях доказательств», порою вообще отрицая существование таковых (в чем, несомненно, был элемент присущей ему мистификации). Все детали, включая самые незначительные, должны были быть представлены. И подчас именно в этих деталях он обнаруживал пробелы и даже ошибки. На «Это же очевидно!» он любил отвечать: «Тем легче будет доказать». Иногда казалось, что он дремлет на семинарах — детали, все же, не такое веселое дело, но можно было не сомневаться, что он проснется при первых же признаках ошибки.

⁶ Ср. воспоминания Н. М. Нагорного в его предисловии к монографии [6].

⁷ Интересно, что и Э. Бишоп, вначале отрицавший увлечение философией за счет конкретной математической активности, в конце концов погрузился в глубокие размышления о сущности импликации (см. [9; 10, с. 13]).

⁸ Нелишне заметить, что при всей его наружной ортодоксальности, революционных конструктивных декларациях представители самых различных направлений и школ вполне уживались и спокойно работали на возглавлявшейся им кафедре математической логики МГУ.

⁹ «Мне кажется, что я падаю, все падает...» — однажды сказал он мне. Болезнь привела к тяжелому расстройству вестибулярного аппарата.

¹⁰ Конечно, это мимолетное наблюдение, в сущности, дефектно. Я глубоко уважаю его горячую честность и подвижничество и сознаю ценность его достижений, хотя и подозреваю, что истина лежит где-то далеко за пределами тех формальных троп, на которых он ее ищет.

¹¹ Э. Бишоп скончался 14 апреля 1983 г., а уже 24 сентября того же года Университет Сан-Диего (Калифорния), многолетним профессором которого был Бишоп, провел мемориальную конференцию, материалы которой вошли в цитированный сборник. Трудно здесь не провести печальной параллели: насколько мне известно, ни Московское, ни Ленинградское математические общества так и не провели мемориальных заседаний памяти Маркова.

¹² См. воспоминания А. Нероды (A. Nerode) в том же сборнике. Он также пишет, что, когда Бишоп пригласили в 1982 г. прочесть лекцию в Летнем институте по рекурсивной теории, он отказался, сказав, что бесплодные усилия найти общий язык с коллегами десятилетием раньше закончились сердечным приступом. Все заверения и уговоры были напрасны.

¹³ Мне кажется, что, ругая формалистов, Бишоп имеет в виду не только и даже не столько формализм как философско-математическое течение, сколько использование его в качестве психологического укрытия, своего рода истины в последней инстанции (подчас без детального понимания соответствующей доктрины) практическими математиками, не желающими иметь дела с щекотливыми вопросами типа «что такое математика, чем она занимается, каков статус математических объектов и т. д., и т. д.» «Вину» за такое положение дел Бишоп возлагал на «логиков», к коим относился с подозрением (см. уже упоминавшиеся воспоминания Нероды).

¹⁴ Достаточно, например, спросить, является ли скорость света (скажем, в км/с) рациональным или иррациональным числом, чтобы стало ясным, как далеко уводит от реальности (или абстрагируется от нее) традиционная концепция действительного числа. Брауэровские «развивающиеся» числа лучше соответствуют природе физических констант, однако физические теории, оперирующие с ними, насколько мне известно, не созданы.

¹⁵ Здесь и далее перевод цитат с английского мой. — Б. К.

¹⁶ Можно, однако, посмотреть на всю ситуацию иначе и спросить, а так ли уж «конечно» существо, способное создать классическую математику? Тезис о «конечности» человека как такового принимается как самоочевидный практически всеми конструктивистскими течениями.

¹⁷ Ср. интересное обсуждение этого круга вопросов в [14].

Литература

1. Марков А. А. О конструктивной математике // Тр. Математического ин-та АН СССР им. В. А. Стеклова. Т. 67. М.; Л., 1962, с. 8–14.
2. Марков А. А. Комментарий редактора перевода // Гейтинг А. Интуиционизм / Пер. с англ. М., 1965.

3. Марков А. А. О логике конструктивной математики. М., 1972.
4. Марков А. А. Конструктивная математика. БСЭ. 3-е изд. Т 13. М., 1973. с. 148–151.
5. Марков А. А. Конструктивное направление в математике // Там же. с. 151–152.
6. Марков А. А. Нагорный Н. М. Теория алгоритмов. М., 1984.
7. Кушнер Б. А. Лекции по конструктивному математическому анализу. М., 1973.
8. Кушнер Б. А. Конструктивная математика // Математическая энциклопедия. Т. 2. М., 1979. С. 1051–1053.
9. Bishop E. Mathematics as a numeral language // Intuitionism and proof theory. Amsterdam: North-Holland, 1970. P. 53–71.
10. Bishop E., Bridges D. Constructive analysis. Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo, 1985.
11. Bishop E. Foundations of constructive analysis. N.Y.: McGraw-Hill, 1967.
12. Bishop E. Schizophrenia in contemporary mathematics // Errett Bishop: reflections on him and his research / Ed. M. Rosenblatt. M. Amer. Math. Soc. Contemporary mathematics. V. 36. Providence: Rhode Island, 1984.
13. Errett Bishop: reflections on him and his research / Ed. M. Rosenblatt. M. Amer. Math. Soc. Contemporary mathematics. V. 39. Providence: Rhode Island, 1984.
14. Успенский В. А. Семь размышлений на темы философии математики // Закономерности развития современной математики. М., 1987. С. 106–155.
15. Troelstra A., van Dalen D. Constructivism in mathematics. An introduction. V. 1–2. Amsterdam; New York; Oxford; Tokyo: North-Holland, 1988.
16. Кушнер Б. А. Принцип бар-индукции и теория континуума у Брауэра // Закономерности развития современной математики. М., 1987. С. 230–250.

**II. КИБЕРНЕТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА,
ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

Михаил Александрович Гаврилов

В наше время теории возникают и умирают быстро. Многие ли теперешние молодые специалисты в Computer Science знают, что такое теория автоматов? А ведь с нее начиналась кибернетика. Автоматами и логическими схемами занимались в годы ее зарождения «отцы-основатели» информатики — фон Нейман, Шеннон, Тьюринг и такие столпы математической логики, как С. К. Клини и А. Чёрч. У нас широкая научная общественность была разбужена в 1955 году статьей С. Л. Соболева, А. А. Ляпунова, А. И. Китова (см.[1]). А одной из самых модных научных книг в конце 50-х гг. стал сборник статей «Автоматы» [2], вышедший в США в 1956 году и изданный у нас в том же году.

Заокеанские семена новой науки, как выяснилось сразу же, попали у нас не на голую землю, а на хорошо вспаханное поле. И распахивал его долгие годы практически один человек — Михаил Александрович Гаврилов (МАГ, как его называли все, кто его знал).

Это началось почти двадцатью годами раньше. К концу 30-х годов МАГ уже был сложившимся специалистом-исследователем по телемеханике, имевшим к тому же практический опыт инженера и преподавателя. Он работал диспетчером на МОГЭС, затем перешел в исследовательскую лабораторию Мосэнерго, занявшись научной и изобретательской, а впоследствии — и преподавательской деятельностью. У него были изобретения и статьи по устройствам диспетчерской связи, он преподавал в МЭИ, создав там первую в Москве кафедру автоматики и телемеханики. В 1937 году он перешел на постоянную работу в лабораторию Комиссии АН СССР по автоматике и телемеханике, активно участвовал в преобразовании этой комиссии в Институт автоматики и телемеханики АН СССР (ныне Институт проблем управления РАН), в котором был заведующим лабораторией до самой своей смерти в 1979 г. В те же 30-е годы он получил звание доцента, степень кандидата технических наук и уже подготовил докторскую диссертацию по принципам построения устройств телемеханики.

Его спокойная научная жизнь резко изменилась, когда он в 1938 году, случайно попав на семинар Московского математического общества, услышал доклад физика из МГУ В. И. Шестакова о применении булевой алгебры для описания структуры релейных схем. Он — единственный в то время — понял революционность этой идеи для практики всей дискретной автоматики (которая тогда была исключительно релейной²¹). Понял потому, что сам давно уже думал над проблемами описания поведения и структуры релейных схем и чувствовал неадекватность тогдашних подходов к этим проблемам.

В то время поведение релейных схем рассматривалось исключительно в терминах электротехники, т. е. проводимости и динамики токов. С этой точки зрения никак нельзя было объяснить, почему устройства с разным числом элементов, разной структурой связей между ними и, соответственно, разными проводимостями, работают одинаково. Поэтому и общего подхода к построению устройств релейной автоматики не было. Каждое новое устройство было изобретением, результатом искусства и опыта конкретного разработчика. МАГ первый понял, что булева алгебра впервые дает функциональный подход к описанию

²¹ Все схемы дискретной автоматики строились в то время на электромеханических реле, принцип работы которых заключался в том, что при подаче тока в катушку реле контакты реле замыкали или размыкали некоторые участки электрических цепей; электронные схемы появились только в 50-х гг.

схем, позволяющий рассматривать схему как преобразователь входных сигналов в выходные, причем значениями этих сигналов являются не величины токов, а всего лишь наличие или отсутствие тока (т. е. двоичные значения) в приемных (входных) и исполнительных (выходных) цепях. Этот подход впервые объясняет, почему разные устройства ведут себя одинаково: они эквивалентны функционально, подобно тому, как эквивалентны разные формулы, представляющие одну и ту же функцию. Кроме того, булева алгебра дает средства для описания структуры релейно-контактных схем: как показали Шеннон и Шестаков, параллельное соединение схем равносильно дизъюнкции булевых функций, реализуемых этими схемами, а последовательное соединение схем — конъюнкции. Поэтому структуру схем можно описывать формулами, а преобразования схем — заменить преобразованием формул.

МАГУ стало ясно, что открывается путь к созданию настоящей теории релейных устройств. Эта перспектива захватила его «на всю оставшуюся жизнь». Он отказался от защиты докторской диссертации по телемеханике, материал для которой был уже готов, и целиком погрузился в создание новой теории. Итогами многолетней интенсивной работы стали его новая докторская диссертация, защищенная в 1946 году, и книга «Теория релейно-контактных схем», вышедшая в 1950 г.

Этот период в жизни МАГа без преувеличения можно назвать героическим. Наряду с объективными профессиональными трудностями, возникающими при создании любой новой теории, было и много других, специфических для того времени. Совершенно новая математика, никому неизвестная. В Москве даже среди профессиональных математиков специалистов по булевой алгебре и математической логике вообще пересчитать можно было по пальцам. Инженеры эту странную математику отказывались понимать. (Характерная деталь — в первой американской книге по теории логических схем [3], вышедшей в 1951 году, операции булевой алгебры «для большей понятности» описывались как арифметические операции над 0 и 1 : конъюнкция $x \& y$ изображалась умножением $x \cdot y$, дизъюнкция $x \cup y$ — выражением $x + y - xy$, отрицание — выражением $1 - x$.) Это относилось не только к «дальнему окружению» МАГа (так сказать, широкой научно-инженерной общественности, которая не понимала его идей и относилась к ним настороженно, а зачастую и просто враждебно), но вначале и к ближнему кругу — сотрудникам. Долгие годы МАГ работал практически в вакууме, не имея должной научной среды единомышленников, в которой он мог бы квалифицированно обсуждать свои идеи и постановки задач.

Практически отсутствовала литература: в качестве руководства по булевой алгебре МАГУ в первых статьях приходилось ссылаться на книгу, вышедшую в Одессе в 1909 году [4]. В 1947–1948 годах на русском языке появились, наконец, две серьезные книги по современной логике (Гильберта и Аккермана [5] и Тарского [6]). Однако в них логика излагалась не в функционально-алгебраической форме, удобной для описания схем, а в виде естественной для нужд самой логики дедуктивно-аксиоматической системы — исчисления высказываний, где основное внимание уделялось выводу тождественно-истинных формул из аксиом, а не преобразованию произвольных выполнимых формул. И кроме того, в общей послевоенной атмосфере «охоты на ведьм» эти книги послужили поводом для атаки на математическую логику со стороны правоверных философов, обвинивших и саму науку, и инициатора издания этих книг в СССР С. А. Яновскую в идеализме и насаждении буржуазной идеологии (подробнее об этом — в вводной статье Д. А. Поспелова к книге [1], с. 10–11). Ясно, что такая обстановка, мягко говоря, не способствовала занятиям математической логикой и ее приложениями.

Все это — и непонимание коллег, и открытую враждебность, и обвинения в идеализме — МАГ «получил» сполна на защите своей докторской диссертации в 1946 г. Очевидцев этой защиты почти не осталось, сохранились только легенды. Заседание Ученого совета, в котором активно участвовали многие недоброжелатели МАГа, продолжалось 8 часов (!). МАГ с блеском отбил все обвинения, в полной мере проявив свой бойцовский характер. Во многом помогли ему оппоненты — математики С. А. Яновская и П. С. Новиков. В конце дискуссии блестяще выступил А. И. Берг, окончательно склонивший Совет в пользу МАГа.

А в 1950 году вышла знаменитая книга М. А. Гаврилова «Теория релейно-контактных схем», ставшая первой в мире монографией по применению математической логики для анализа и синтеза схем дискретной автоматики. На Западе первая аналогичная монография вышла на год позже (см. [3]).

Значение этой книги было колоссально. Широкая научная и инженерная общественность впервые смогла ознакомиться с кругом революционных идей МАГа. К тому же он сам активно занимался пропагандой теории, преподавая в МЭИ и на курсах повышения квалификации во Всесоюзном заочном энергетическом институте (ВЗЭИ). Эта книга вызвала большой интерес и среди математиков, которые с удивлением узнали о возможностях применения такой абстрактной ветви математики, как математическая логика, в весьма земных инженерных делах. Для профессионального сообщества логиков эти идеи послужили, кроме всего прочего, и защитой от обвинений в идеализме, о которых рассказывалось выше. Свидетельством такого интереса математиков может служить доклад А. Н. Колмогорова «Алгебра двузначных функций двузначных переменных и ее применение к теории релейно-контактных схем», сделанный осенью 1951 г. в Московском математическом обществе. В обсуждении его участвовали и М. А. Гаврилов вместе с В. И. Шестаковым²².

Но все же в первую очередь МАГа интересовало распространение его идей в кругу инженеров. И если на первом этапе (конец 30-х и 40-е годы) МАГ практически

в одиночку создавал новое направление, активно его пропагандировал и защищался от непонимания и нападков, то с начала 50-х гг. ситуация стала заметно меняться. Книга и активная пропагандистская деятельность МАГа постепенно привлекали к нему новых соратников. Наиболее заметная группа единомышленников сложилась в ЛПС — Лаборатории проводной связи АН СССР (впоследствии — Лаборатория передачи информации, преобразованная в 60-х гг. в Институт проблем передачи информации). Лидерами этой группы стали Вадим Николаевич Рогинский и — несколько позже — Владимир Георгиевич Лазарев. А «легализация» кибернетики в середине 50-х гг. и бурный рост интереса к ней окончательно сняли с теории релейно-контактных схем печать чего-то экзотического и полудозволенного. Это время совпало с общей атмосферой хрущевской оттепели, ослаблением железного занавеса. Появились международные контакты и возможность знакомиться с зарубежной научной литературой. МАГ становится признанным мэтром с международной известностью. Его книгу издают на русском языке в Китае, переводят в Чехословакии, его самого приглашают в Румынию и Чехословакию, на его работы начинают ссылаться на Западе. В 1957 г. организуется Первое Всесоюзное совещание по теории релейных устройств, где с основным докладом выступает, естественно, МАГ. В 1958 г. признание его заслуг выражается в присуждении ему престижной академической премии им. Яблочкова. А еще позднее, в 1963 г., его избирают членом-корреспондентом АН СССР.

Казалось бы, цели достигнуты, можно спокойно продолжать свое дело. Но МАГ не был бы МАГом, если бы он почивал на лаврах. И в конце 50-х — начале 60-х он в очередной раз взрывает ситуацию.

К тому времени в своем Институте (тогда — Институте автоматики и телемеханики АН СССР, ныне — Институте проблем управления РАН) он давно возглавляет лабораторию телемеханики. В ней работают квалифицированные инженеры. Они уже знакомы с новой математикой релейных схем, но она остается для них чужой. Они — не теоретики. Их дело инженерное — разработка конкретных телемеханических систем. Только-только начали работать первые аспиранты МАГа И. В. Прангишвили (ныне директор Института проблем управления), П. П. Пархоменко — ныне член-корреспондент РАН, создатель отечественной школы технической диагностики. Яркой звездой промелькнул недолго работавший в лаборатории Г. Н. Поваров — автор первой в

²² Свидетельство об этом семинаре имеется в воспоминаниях В. А. Успенского [1], с. 124. В. А. Успенский рассказывает там, в частности, о том, что через год А. Н. Колмогоров назначил ему книгу М. А. Гаврилова в качестве основного материала для сдачи кандидатского экзамена.

Союзе работы по асимптотической сложности релейных схем, улучшивший классический результат Шеннона. Появился первый сотрудник с математическим образованием — В. М. Остиану. Но пока еще не они определяют лицо лаборатории. МАГ в ней — непререкаемый и по существу единственный авторитет. Ходовая фраза в разговорах с сотрудниками — «Это есть в моей книге».

Ему есть чем гордиться. Новое, созданное им направление утвердилось. Сформулированы основные задачи теории — создание методов анализа и синтеза релейных схем; провозглашена главная практическая цель этих методов — переход от «штучного» проектирования схем, качество которых целиком зависит от опыта и искусства проектировщика, к алгоритмическим методам и в конечном счете — к автоматизации проектирования. Эта идея далеко опередила свое время. Тогдашнее состояние вычислительной техники не позволяло задачу автоматизации решать теперешними средствами — путем программирования на универсальных компьютерах. Была взята ориентация на создание специализированных машин. Важным успехом на этом пути была созданная аспирантом МАГа П. П. Пархоменко машина для анализа релейных схем.

И все же... Мировой фронт работ по теории релейных схем стремительно расширяется. Да и сами релейные схемы перестают быть только «релейно-контактными». Появляются полупроводниковые логические элементы. Принципы построения схем из таких элементов заметно отличаются от схем из электромеханических реле. В ранних работах МАГа мало внимания уделялось схемам с памятью — а с середины 50-х годов в США появляются модели, формализующие это понятие: логические сети (А. Беркс и Дж. Райт, 1953 г.) и конечные автоматы (Д. Хаффмен, 1954 г., Дж. Мили, 1955 г. и две знаменитые статьи С. Клини и Дж. Мура в уже упоминавшемся сборнике [1]). Одной булевой алгебры для решения возникающих задач уже недостаточно. И главное — с кем решать эти задачи? Ведь нужны были люди, знакомые с новой — дискретной — математикой, которая только начинала завоевывать свои позиции и в стандартных курсах высшей математики еще не присутствовала.

И, начиная с 1958 г., МАГ занялся резким омоложением лаборатории. В течение 7–8 лет в лабораторию пришла большая группа молодых людей (все они были моложе 30-ти): О. П. Кузнецов и В. Д. Казаков — 1958 г., А. Я. Макаревский, Л. А. Шоломов, Е. Д. Стоцкая — 1962 г., В. Ш. Окуджава, А. В. Марковский и А. К. Григорян — 1964 г., Л. Б. Шипилина — 1966 г. С точки зрения образования мы представляли довольно пеструю картину. Никто из нас (за исключением Е. Д. Стоцкой) на момент поступления не имел математического образования. О. П. Кузнецов и В. Д. Казаков закончили философский (!) факультет МГУ, остальные — различные инженерные вузы. Но пятеро из нас, уже работая в лаборатории МАГа, получили второе высшее образование на вечернем или заочном отделении мехмата МГУ.

Наше с Казаковым появление — философы в Институте автоматики и телемеханики! — было особенно необычным, можно сказать, взаимно нестандартным. Узнав, что некий кибернетический мэтр (фамилия М. А. Гаврилова мне тогда еще ничего не говорила) ищет человека, знакомого с математической логикой, я без долгих колебаний отказался от персонального распределения в Институт философии (чем, как выяснилось, немало оскорбил тех, кто туда меня пригласил: «От таких предложений не отказываются!»). Но и для МАГа это решение и его реализация были нетривиальными. Впоследствии он рассказывал, что вопрос о нашем приеме ему пришлось решать на уровне Управления кадрами Академии наук, где он долго объяснял, зачем ему нужны люди, закончившие философский факультет. Вот, кстати, характерная черта МАГа: принятое решение он, как правило, пробивал до конца, не стесняясь идти в высокие инстанции даже, казалось бы, по пустяковым вопросам.

Появление молодежи резко изменило лицо лаборатории и ее атмосферу. Воцарился вольный дух поиска научной истины, возникли лабораторные семинары, определявшие стиль работы лаборатории до самой смерти МАГа. Наше поколение не признавало авторитета МАГа априори и проверяло этот авторитет на каждом семинаре заново. И наше уважение к нему росло по мере того, как мы убеждались, что такое поведение он считает нормальным. А ему было непросто — в 60 лет, будучи ученым с мировым именем и

привыкнув к непререкаемости своего авторитета, он столкнулся с молодой оравой, которая так и норовила этот авторитет подвергнуть сомнению. Ведь мы, как само собой разумеющееся, получили к 30 годам образование, на которое МАГ потратил большую часть своей жизни, и научные вопросы могли обсуждать на равных. Но МАГ неизменно оказывался на высоте. Несомненная авторитарность его характера (а без нее, он, наверно, не выжил бы в 40-е годы) на семинарах всегда в конечном счете уступала совместному поиску истины. Он быстро понял, что его книга 1950 года к 1960-му году стала давно пройденным этапом. И легендарная в лаборатории фраза «В моей книге это есть» для нас так и осталась легендой — мы ее уже не слышали. Более того, мы практически ничего не слышали и о самой книге. МАГ вместе со всеми нами занялся новыми задачами и сумел стать одним из двух (наряду с В. М. Глушковым) признанных лидеров теории логических схем и конечных автоматов, которая в 60-х гг. была наиболее продвинутой и бурно развивающейся ветвью кибернетики.

Признанием этого лидерства — причем на международном уровне — явился блестящий по составу участников Международный симпозиум ИФАК по теории логических схем, организованный МАГом в 1962 г. в Москве и собравший 90 делегатов из 16 стран. Симпозиум проходил в Доме ученых. От Советского Союза участвовали М. А. Гаврилов, А. Н. Колмогоров (здесь он сделал один из первых докладов по своей теории сложности алгоритмов), А. А. Марков, В. М. Глушков, М. Л. Цетлин, В. И. Шестаков, В. Н. Рогинский, Р. Р. Варшамов, Д. А. Поспелов, В. И. Варшавский, В. Г. Лазарев, З. Л. Рабинович, Ю. В. Капитонова, А. А. Летичевский. Были заслушаны доклады А. Беркса, Дж. Маккласки, Д. Хаффмена, Р. Карпа, Дж. Рота, О. Селфриджа (США), Л. Кальмара и Р. Петер (Венгрия), Г. Цеманека (Австрия), Гр. Моисила (Румыния).

Но и помимо симпозиума — безусловно, самого яркого события в публичной кибернетической жизни начала 60-х годов — вся эта жизнь в эти годы была весьма бурной. А в нашей области — теории логических схем и конечных автоматов²³ — пожалуй, особенно бурной. Регулярно работал городской семинар под руководством МАГа, в МГУ вел семинар В. И. Шестаков, а в ЛПИ — В. Н. Рогинский и В. Г. Лазарев. Стали появляться заметные лица из других городов. В Ленинграде возник блестящий и в научном, и в человеческом плане молодой коллектив во главе с В. И. Варшавским (здесь нельзя не упомянуть тех, кто вместе с лидером составлял его основу — И. Н. Боголюбова, Б. Л. Овсевича, Л. Я. Розенблюма). А в далеком Томске объявился коллектив под руководством А. Д. Закревского. Его мы узнали сначала по статьям, а в начале 60-х он приехал в Москву защищать кандидатскую диссертацию.

Руководитель коллектива, и всего-то кандидатскую? — скажет современный читатель. Но тогда во всей нашей «проблемной области» было всего два доктора — М. А. Гаврилов и В. Н. Рогинский. Только что стали кандидатами Д. А. Поспелов и В. И. Варшавский, а В. Г. Лазарев готовил докторскую диссертацию. В молодой команде МАГа, о которой рассказывалось выше, первая кандидатская защита состоялась в 1965 г. Девальвация степеней еще не наступила, и кандидат наук был уважаемым человеком.

Неудивительно, что у МАГа возникла идея собрать всех специалистов для профессионального разговора. Это не должен быть парадный симпозиум. Но и обычного однодневного семинара мало. Нужно собраться на несколько дней, объявив заранее сравнительно узкую, но актуальную тему. Не надо широковещательных приглашений. Собрать только тех, у кого есть что сказать, и кто способен активно участвовать в обсуждениях.

Так произошло событие, которое положило начало знаменитым Гавриловским школам. Это было Всесоюзное совещание по языкам описания логических устройств, прошедшее в далеком Томске в марте 1964 года. Именно на нем возник новый жанр научных собраний,

²³ МАГ предпочитал говорить «теория релейных устройств» (и всячески пытался этот термин внедрить), понимая под ними любые логические устройства и их математические модели. Термин не хотел приживаться: он звучал слишком неуклюже и старомодно, а впоследствии и неадекватно — когда стало понятно, что логические алгоритмы можно реализовать не только «в железе», но и программно. Но для МАГа «релейность», видимо, была слишком родным словом, связанным с эпохой его научного становления, эпохой радости открытий, борьбы и побед.

который довольно точно был затем назван «школой-семинаром». А само это «совещание», которое совершенно не было похоже на традиционные научные совещания и конференции, в дальнейшем было признано Первой из 33 (!) Гавриловских школ.

Об этом жанре вообще и о Гавриловских школах, в частности, исчерпывающе написано в двух блестящих статьях Д. А. Поспелова [7, 8]²⁴. После них трудно сказать что-то еще. Не претендуя на новое слово, попробую сказать о том же своими словами.

Почему «семинар» — понятно. Стиль семинара совершенно не похож на обычный стиль конференций, где каждый произносит свой доклад в отведенное регламентом время (обычно — 15–20 минут) и на этом считает свою задачу исчерпанной. В лучшем случае остается время на один–два вопроса, а о сколько-нибудь обстоятельном обсуждении речи вообще не идет. На семинаре докладчику предоставляется время, достаточное для того, чтобы рассказать свою работу с той степенью подробности, с какой он считает нужным. Кроме того, остается время для обстоятельных вопросов и обсуждения. Но многодневный семинар — это все-таки новое качество. Традиционному однодневному (т. е. в действительности двух–трехчасовому) семинару не хватает времени, чтобы стать по-настоящему рабочим. Цель докладчика на таком семинаре — проинформировать коллег об уже полученных результатах и выслушать их компетентные мнения. А коллеги, выслушав докладчика и подискутировав с ним, расходятся на месяц заниматься своими делами, подчас весьма далекими от темы доклада.

Многодневный семинар в замкнутом пространстве (лучше всего — какой-нибудь пансионат или спортивный лагерь) имеет возможность длиться непрерывно, отвлекаясь только на сон. Даже перерывы на обед и ужин в значительной мере не в счет — обсуждения могут продолжаться и там. Это не значит, что люди — да еще молодые, а на Гавриловских школах их было большинство — не занимаются ничем другим. Занимаются, конечно: развлекаются, купаются летом, катаются на лыжах зимой, в карты играют, флиртуют и вино пьют. Но при этом мозги всегда «в горячем резерве», и во время лыжной прогулки или игры в преферанс чья-нибудь реплика это выдает — и снова может начаться дискуссия.

«Имеет возможность» — важная оговорка. Для того, чтобы эта возможность реализовалась, нужно что-то еще, то, что называется атмосферой. Что же отличало Гавриловские школы от многих других многодневных семинаров и что такое была их неповторимая атмосфера?

Термин «школа» многозначен. В первую очередь, под школой понимается сообщество научных работников, работающих в одном научном направлении и объединенных общим пониманием научных приоритетов, предпочтений и критериев оценки своих и чужих результатов. Именно это получилось и у нас — хотя, разумеется, сложилось не сразу, где-то к третьей или четвертой школе.

Школа понимается и как многодневный семинар особого типа, на котором, кроме относительно коротких (но никогда не меньше 1–2 часов) докладов с конкретными результатами, обязательно бывают длинные обзорные доклады-лекции, которые могут продолжаться и 4–6 часов, иногда с продолжением на следующий день. Такие лекции обычно заказываются определенным докладчикам заранее, с учетом конкретной тематики школы (а у нас она всегда была конкретной и сравнительно узкой).

Не менее важен стиль обсуждения. В стиле Гавриловских школ наиболее существенной чертой было полное равноправие участников. Это означает, во-первых, абсолютное отсутствие пиетета перед научными регалиями и прошлыми заслугами — и не только в существе аргументации, но и в форме общения. Во-вторых, отсутствует дистанция между докладчиком и слушателями. Если обычно ходом доклада управляет сам докладчик (с помощью председателя): позволяет или не позволяет задавать вопросы, иногда уклоняется от ответов по существу, если вопрос неудобен, регулирует уровень подробности рассказа и т. д., то на наших школах этим ходом в большой степени управляли слушатели. Вопрос мог быть задан в любом месте доклада, и уклоняться не разрешалось. При ответе, не удовлетворившем спрашивающего, могла возникнуть локальная мини-дискуссия, в которую

²⁴ Статья [8] публикуется в настоящем разделе сборника.— *Ред.*

включались и другие слушатели. Иногда именно они давали вариант ответа, который всех устраивал. Двигаться дальше можно было только тогда, когда всем было понятно. Эта цель «понятности для всех» была существенно важнее традиционной цели соблюдения регламента, который при такой манере неоднократно нарушался. Зато после окончания доклада часто оказывалось, что дискуссия не нужна — все уже обсуждено.

Разумеется, такой стиль таит в себе серьезные опасности. Мини-дискуссия посреди доклада может перерасти в «базар», увести в сторону и отнять много времени. Понятность для всех хороша тогда, когда уровень компетентности слушателей примерно одинаков и не надо долго объяснять одному то, что уже давно понятно всем остальным. Из-за несоблюдения меры может «пойти в разнос» и заседание, и регламент школы в целом. Невозможность уклониться приводит к определенной жесткости аудитории по отношению к докладчику, которая в свою очередь может вызвать обиды. А здесь уже в разнос может пойти и весь коллектив.

Все это в определенных дозах бывало на первых школах, но привело не к разносу, а к устойчивому состоянию, которое и можно назвать особой атмосферой. Она определяется прежде всего духом сотрудничества, ощущением совместной работы — тем, что когда что-то докладывается, это и твое дело, чем бы ты не занимался дома. Только благодаря этому ощущению работа не прекращается, когда кончилось заседание. Но этот дух сотрудничества вырабатывает и общее чувство опасности. Часто слишком увлекшегося второстепенными вопросами останавливала сама аудитория — гораздо чаще, чем это делал МАГ, бессменный председатель всех (!) заседаний всех 20 школ, прошедших при его жизни²⁵. Бывали и обиды — но они снимались юмором и общей доброжелательной обстановкой, которая удивительным образом совмещалась с весьма жесткой манерой дискуссий. Это парадоксальное сочетание — существеннейшая черта атмосферы Гавриловских школ.

И хотя сложившийся стиль во многом рождался благодаря молодому азарту его участников, его становление было бы невозможно, если бы ему не способствовал МАГ. Казалось бы, отсутствие пиетета должно было бы в первую очередь задевать именно его — ведь он был самым старшим, самым остепененным (член-корреспондент, все-таки!), самым заслуженным и вообще «отцом-основателем». Но ему именно это нравилось! Нравилось быть равным среди молодых и задиристых, нравилось побеждать на равных. Проигрывать, разумеется, приходилось тоже, но, во-первых, у нас признание правоты собеседника никогда не считалось неудачей и не влияло на репутацию, а во-вторых, МАГ по натуре был спортсменом и бойцом и проигрывать умел.

Кстати, о выигрывах и проигрывах. Любой научный работник скажет вам, что он занимается поиском истины. Но при этом любой научный работник амбициозен и в научном споре хочет, чтобы последнее слово оказалось за ним. Игра на самоутверждение и поиск истины сосуществуют в любой научной дискуссии и содержат зародыш конфликта. В наших жестких — иногда до резкостей — дискуссиях до конфликта не доходило никогда. «Игры» были кооперативными — выигрывали все и никогда не было важно, за кем осталось последнее слово. Установка на поиск истины была настолько очевидной, что любая попытка самоутвердиться за счет других, за счет использования всяческих ненаучных полемических приемов, ссылок на авторитеты и приоритеты резко выбивалась из общего духа и встречала столь единодушный отпор, что желания повторить ее не возникало. Тем, кто не мог с этим примириться, проще было на школах не появляться — что не раз и случалось. Происходил естественный отбор участников, в результате которого сформировалось никем не зафиксированное, но устойчивое ядро «школьников», неявно определявших «гамбургский счет» школы и бывших носителями ее традиций. МАГ замечательно чувствовал наличие этого ядра и очень тактично пользовался его мнением.

И еще один смысл слова «школа» — школа для докладчиков. Стиль свободного обсуждения для новичка бывал жестким и неудобным: если аудитория его не понимает или замечает ошибки, то посреди доклада на него обрушивается град вопросов и замечаний, от которых он может растеряться и сбиться с намеченного плана. Но в то же время эти вопросы

²⁵ Вопрос о председательстве на заседании никогда не вставал — ни публично, ни в кулуарах. МАГ, конечно, кто же еще!

и замечания, как правило, очень полезны докладчику как по существу, так и по форме — с точки зрения умения держаться и внятно доносить свои мысли. Именно при таком стиле докладчик получает мощную обратную связь, которую он не получит ни на одной конференции. Поэтому многие стремились доложить на школе свои результаты перед защитой диссертации или каким-нибудь ответственным выступлением. Но заявка на такой доклад принималась, только если он мог быть интересен публике. Никаких формальных «репетиций», никаких отзывов и заключений. Более того, Гавриловская школа — в отличие от многих аналогичных мероприятий принципиально не публиковала трудов (за 33 школы было лишь 2–3 исключения), и поэтому никто не стремился доложить на ней «ради публикации».

География участников школы постепенно включила в себя весь Союз: Москва, Ленинград, Новосибирск, Киев, Минск, Рига, Таллинн, Тбилиси, Баку, Кишинев, Фрунзе, Ташкент, Томск, Свердловск, Челябинск, Севастополь, Таганрог. Да и заседания школы были в самых разных местах (см. приложение), способствовавших как научному уединению (по возможности в стороне от большого города, в каком-нибудь пансионате или турбазе), так и приятному времяпровождению, которое также формировало атмосферу школы и к тому же, как уже говорилось, в любой момент могло снова перейти в научную дискуссию.

Деятельность Гавриловской школы совпала с золотым веком теории логических схем и автоматов, когда эта теория была на переднем фронте кибернетики. Школа была одним из двух центров этой теории²⁶, работавших на мировом уровне, и вырастила многих известных специалистов. Но при этом она еще служила уникальным средством установления различных контактов — научных, деловых, дружеских. До сих пор старые школьники, встречаясь, чувствуют себя членами одной семьи.

Помимо школ, шла и другая научная жизнь, которая для МАГа всегда была бурной. Продолжалась работа в лаборатории МАГа. В разные времена в ней были разные люди, и отношения между ними и у них с МАГом складывались по-разному. Но лабораторный семинар (1–2 раза в месяц) всегда проходил регулярно, и «школьный» стиль свободного обсуждения сохранялся на нем всегда. В том же стиле проходил и общемосковский ежемесячный семинар под руководством МАГа.

МАГ всегда активно стремился поддерживать международные научные связи. Не по его вине (надо ли объяснять — по чьей?) они ограничивались «странами народной демократии», т. е. Восточной Европы. С учеными всех этих стран были серьезные контакты: регулярные обмены визитами, совместные обсуждения и работы. Незадолго до смерти МАГа старый его знакомый и коллега австриец Цеманек, ставший президентом ИФАК, пригласил МАГа сделать пленарный доклад на очередном конгрессе ИФАК в Канаде. МАГ справедливо расценил это приглашение как международное подтверждение его научных заслуг и тщательно готовился к докладу. Увы, поехать на конгресс ему не позволило здоровье.

В последнее десятилетие МАГ, которого всегда интересовали практические применения теории, всерьез заинтересовался автоматизацией проектирования логических устройств, что заметно повлияло на тематику школ (как видно из приложения) и работ его лаборатории. Это существенно продлило и жизнь самой теории, задачи которой постепенно исчерпывались. На внутрисоюзном уровне и здесь школа МАГа была лидирующей. К сожалению, усиливавшееся отставание нашей вычислительной техники и слабая востребованность передовых идей нашей промышленностью не позволили получить адекватное применение многочисленным разработкам школы МАГа.

Свое 70-летие МАГ праздновал в кругу друзей и коллег, полный сил и бодрости. Казалось, так будет всегда. Но почти сразу же его начало беспокоить сердце. Как это часто бывает с энергичными людьми, не привыкшими болеть, у МАГа почти отсутствовало чувство опасности. Сердечные приступы он воспринимал как отдельные досадные эпизоды.

²⁶ Второй центр, — несомненно, киевский Институт кибернетики АН УССР во главе с В. М. Глушковым. Его сотрудники — З. Л. Рабинович, А. А. Летичевский, Ю. В. Капитонова, В. Н. Коваль, А. Н. Чеботарев — были частыми участниками Гавриловских школ.

И продолжал, как ни в чем ни бывало, активно работать и ездить на школы и совещания. Он и умер в дороге, возвращаясь из ГДР в Москву — 29 апреля 1979 года, в вагоне поезда, только что пересекшего нашу границу, на руках своего ученика последней волны А. А. Амбарцумяна.

Что считать наследием МАГа? Ведь у него почти нет окончательных результатов — «теорем Гаврилова» или «методов Гаврилова». Все его достижения — исходные положения теории, методы минимизации булевых функций, методы блочного синтеза, упрощение таблиц переходов за счет «обобщенных входов» — были перекрыты последующей волной исследований, в том числе исследованиями его «школьников». Изданный посмертно том его работ [9] представляет интерес не столько для работающих ученых, сколько для историков науки. Этот том можно было бы назвать собранием черновиков первопроходца, которые неоднократно переписывались последующими поколениями ученых. Сложившаяся наука, как она представлена в учебниках и монографиях, выглядит гладким «беловиком», в котором не остается следов пота и крови, пролитых за черновики. Наследие МАГа — это открытое им научное направление, его ученики, его школы, внесенный им академический дух в прикладную науку, вся та созданная им благоприятная среда, в которой плодотворно и комфортно работало несколько поколений исследователей. Из его лаборатории вышли нынешний директор Института проблем управления РАН И. В. Прангишвили, член-корреспондент РАН П. П. Пархоменко, заведующие лабораториями Института В. А. Жожикашвили, О. П. Кузнецов, А. А. Амбарцумян, В. В. Девятков. И не только десятки его аспирантов, которым МАГ ставил задачи и правил статьи, нещадно ругал на семинарах и продвигал их в жизнь, но и те из нас — сотрудников и «школьников», — кто с самого начала в научном плане был с МАГом на равных, считают его своим учителем и всю жизнь вспоминают его с благодарностью.

Литература

1. Очерки истории информатики в России / Редакторы-составители Д. А. Поспелов, Я. И. Фет. Новосибирск: Научно-издательский центр ОИГТМ СО РАН, 1998.
2. Автоматы / Сб. статей под ред. К. Э. Шеннона и Дж. Маккарти. М.: ИЛ, 1956.
3. Коллектив авторов вычислительной лаборатории Гарвардского Университета. Синтез электронных и управляющих схем. М.: ИЛ, 1954 (Cambridge, 1951).
4. Л. Кутюра. Алгебра логики. Одесса: Mathesis, 1909.
5. Д. Гильберт, В. Аккерман. Основы теоретической логики. М.: ИЛ, 1947.
6. А. Тарский. Введение в логику и методологию дедуктивных наук. М.: ИЛ, 1948.
7. Д. А. Поспелов. Как рождаются, процветают и умирают научные школы // Новости искусственного интеллекта, 1994, № 1, с. 102–118.
8. Д. А. Поспелов. Школа МАГа // Новости искусственного интеллекта, 1997, № 3, с. 80–129.
9. М. А. Гаврилов. Избранные труды. Теория релейных устройств и конечных автоматов. М.: Наука, 1983.

Приложение

Гавриловские школы

- 1 — март 1964 г., Томск. *Языки конечных автоматов.*
- 2 — февраль 1965 г., Ленинград (Комарово). *Язык ЛЯПАС.*
- 3 — февраль 1967 г., Рига (Плявинис). *Методы синтеза дискретных устройств.*
- 4 — сентябрь 1967 г., Севастополь (Карабах). *Методы синтеза в неклассических базисах.*
- 5 — февраль 1968 г., Тбилиси (Бакуриани). *Надёжность и состязания в релейных устройствах.*
- 6 — июнь 1968 г., Фрунзе (Иссык-Куль). *Методы синтеза структур релейных устройств на основе рассмотрения типовых задач.*
- 7 — февраль 1969 г., Свердловск (Хрустальная). *Приложения теории релейных устройств и машинные методы сквозного синтеза.*

8 — сентябрь 1969 г., Баку (Загульба). *Математические модели и методы синтеза автоматов с учетом временных параметров.*

9 — февраль–март 1970 г., Тбилиси (Бакуриани). *Критерии и комбинаторные задачи в теории релейных устройств.*

10 — январь 1970 г., Москва (Мозжинка). *Математические вопросы: теория графов и линейное программирование.*

11 — февраль 1972 г., Таллинн — Вильянди. *Первичные языки записи условий работы релейных устройств.*

12 — март 1973 г., Львов. *Синтез релейных устройств в неклассических базисах и с учетом надежности.*

13 — август–сентябрь 1973 г., Челябинск. *Автоматизация логического проектирования дискретных устройств управления промышленными объектами и процессами.*

14 — июнь 1974 г., Таганрог. *Теория комбинаторно-логических задач и ее применение для проектирования дискретных устройств.*

15 — февраль 1976 г., Москва. *САПР дискретных устройств и их программное обеспечение.*

16 — сентябрь 1976 г., Челябинск. *САПР дискретных устройств и вопросы решения задач проектирования с помощью различных САПР.*

17 — июнь 1977 г., Фрунзе. *Стандартная реализация автоматов.*

18 — октябрь 1977 г., Тбилиси. *Автоматизация проектирования, динамические и переходные процессы.*

19 — июнь–июль 1978 г., Киров. *Синтез управляющих устройств из программируемых элементов; программная реализация управляющих устройств.*

20 — март 1979 г., Москва (Звенигород) — последняя школа с участием М. А. Гаврилова. *Современное состояние и проблематика в области теории дискретных устройств и конечных автоматов.*

21 — ноябрь 1979 г., Москва (Пушкино). *Теория и практика логического синтеза дискретных устройств.*

12 февраля 1980 года решением комиссии школе-семинару присвоено имя М. А. Гаврилова. Это решение утверждено Научным советом по комплексной проблеме «Кибернетика» в июне того же года.

22 — сентябрь 1980 г., Кишинев. *Теория автоматов и микропроцессоры.*

23 — июль 1981 г., Таллинн. *Декомпозиция автоматов.*

24 — февраль 1982 г., Челябинск. *Автоматизация логического проектирования.*

25 — июнь 1983 г., Киев. *Алгоритмическое проектирование дискретных систем.*

26 — октябрь 1984 г., Севастополь. *Логико-комбинаторные методы в теории автоматов, совершенствование диагностики и тестирования промышленных объектов и программ.*

27 — апрель 1985 г., Ташкент. *Диалоговые системы логического программирования.*

28 — октябрь 1986 г., Батуми. *Логическое проектирование микропроцессорных управляющих систем.*

29 — сентябрь 1987 г., Москва (Красновидово). *Логическое управление в распределенных системах.*

30 — 27 июня–3 июля 1988 г., Кишинев. *Развитие теории дискретных систем и проблемы логического проектирования СБИС.*

31 — 22–26 января 1990 г., Суздаль. *Анализ и верификация дискретных систем.*

32 — 6–10 декабря 1993 г., Калининград (ныне — Королев, Московской обл.). *Логические основы разработки интеллектуальных систем.* Школа посвящена 90-летию М. А. Гаврилова.

33 — 22–25 января 1996 г., Москва (Челюскинская). *Логические методы в новых информационных технологиях.*

Школа МАГа

1.

Известный специалист по истории науки М. Г. Ярошевский так писал о феномене научных школ [1]: «Школа не может быть без учителя, без учеников, без предметного содержания совместной деятельности... Но каждая школа в науке непременно отличается также некоторыми уникальными, одной ей присущими свойствами. Природа науки не терпит редупликации, воспроизведения стандартных продуктов, изобретения изобретенного. Поэтому функция обучения, приобщения к традиции нераздельно соединена в научной школе с поиском новых решений и подходов — как концептуальных, так и методических. В этом смысле каждая школа уникальна. История любой школы также неповторима как и биография каждого из образовавших ее индивидов».

Эти слова в полной мере характеризуют и школу М. А. Гаврилова, которая по типологии школ, приведенной в [2], была авангардистской школой. И это, прежде всего, определялось личностью ее руководителя. Возникновение научной школы всегда связано с появлением человека, способного взять на себя роль научного и организационного лидера. Этот человек (если, конечно, школа не возникает из каких-то карьеристских или личностных амбиций ее создателя) обязан быть предан науке и честен перед собой и своими учениками. Он должен поддерживать в учениках веру в важность проводимых исследований и всячески способствовать духовному и научному росту тех, за научную судьбу которых он взял на себя груз ответственности.

Михаил Александрович Гаврилов был именно таким человеком. И ему суждено было стать Учителем для многих десятков самых разных людей, прошедших его школу.

2.

Михаил Александрович Гаврилов родился в 1903 году. Он принадлежал к тому поколению специалистов, которое училось у дореволюционных «спецов», а потом перенимало у них опыт практической работы. Эти люди, за редчайшими исключениями, относились к своему труду с чувством нескрываемой гордости и с большой ответственностью. Эти качества они стремились передать ученикам и подчиненным. Гаврилов всегда с большой теплотой и уважением вспоминал этих представителей технической интеллигенции, бескорыстно делившихся с ним своими знаниями.

После окончания института Гаврилов стал работать оператором на пульте управления Мосэнерго. Именно тут он вплотную столкнулся с проблемами, которые позже будут относиться к автоматике и телемеханике. Опыт, накопленный за многие годы диспетчерами, стал той питательной средой, где зарождались постановки научных задач, к решению которых Гаврилов всегда потом тяготел.

Этот период в деятельности Гаврилова завершился присуждением ему по совокупности полученных результатов ученой степени кандидата технических наук. Произошло это в 1938 году. По странному совпадению в том же 1938 году почти никому неизвестный физик Виктор Иванович Шестаков сделал открытие, за право быть автором которого скоро будут с ним бороться американец Шеннон и японец Накасима. Шестаков обнаружил, что между логическими законами и законами работы электрических схем, в состав которых входят только двухполюсники, имеется прямая аналогия. Он выступил с изложением этого удивительного факта на нескольких семинарах, на которые собирались любители математики и логики. На одно из его выступлений практически случайно попал Гаврилов.

Бывают такие моменты, которые по праву могут быть названы историческими. В жизни Гаврилова такой момент наступил на докладе Шестакова. Слушая выступавшего, Михаил

Сокращенный вариант статьи Д. А. Поспелова, опубликованной в журнале «Новости искусственного интеллекта», 1997, № 3, с. 8–129.

Александрович почувствовал, как его пронзило острое ощущение, что аналогия, о которой говорил Шестаков, — это именно то, что должно стать основой будущей теории построения сложных технических систем управления. И именно ему суждено создать эту теорию.

После окончания доклада Гаврилов подошел к Шестакову. Тот первый разговор, как вспоминал Михаил Александрович, не слишком получился. Грандиозные перспективы, которыми Гаврилов пытался увлечь Виктора Ивановича, того скорее пугали. Интраверт по складу личности, Шестаков не любил шумных сборищ, накала научной полемики, столкновения интересов. Но после того первого разговора и последовавших за ним встреч Шестаков приобрел в лице Гаврилова соратника, способного вложить в борьбу за новую идею огромные силы.

Гаврилов был человеком идеи. Идея, если он поверил в нее, захватывала его целиком, без остатка. Все оставшиеся после встречи с В. И. Шестаковым предвоенные годы, в эвакуации и после возвращения из нее в Москву, он с утра до ночи трудился над созданием теории логического проектирования релейно-контактных схем и усиленно пропагандировал новые подходы среди коллег по работе.

Сказать, что он находил взаимопонимание, было бы неверно. Подавляющее число его коллег с ходу отвергало непонятные логические формулы. В этом были единодушны и те, кто занимался фундаментальными проблемами автоматического регулирования и управления, и практики-схемщики. Если первые пугались аппарата, основанного на логике (что, казалось, пахло идеализмом), то вторые все время ссылались на то, что никакая теория не может заменить эмпирического опыта, накопленного схемщиками за долгие годы работы. Лишь непоколебимая уверенность Гаврилова в своей правоте, его оптимизм и вера в науку не позволяли ему опускать руки.

Единицы (пожалуй, первым был Вадим Николаевич Рогинский, имевший большой опыт по проектированию различных устройств для телефонных станций и сетей) почувствовали за формулами, которые Михаил Александрович называл «формулами алгебры логики» (это название стало теперь общеупотребительным), глубокую связь со структурами релейных схем. Но даже эти союзники Гаврилова стали его активно отговаривать от представления к защите докторской диссертации на тему «Теория релейно-контактных схем». На дворе стоял 1946 год.

Все перипетии становления новой науки и участие в этом Михаила Александровича Гаврилова описаны в документальной повести [3], в которой Гаврилов выступает в роли главного героя Мартемьянова, а в остальных персонажах легко угадываются его реальные единомышленники и противники.

Защита все же состоялась. О ней до сих пор вспоминают те, кто был на ней или слышал красочные рассказы из первых уст. В качестве замечаний по защищаемой работе были использованы не только научные доводы или практические соображения, но и прямые обвинения в идеологической вредности работы, в попытках протащить идеалистическое мировоззрение в отечественную науку и в том, что диссертант «льет воду на мельницу наших зарубежных недругов». Еще раз хочу обратить внимание читателей на год защиты. Через четыре года, в 1950 году, в философском рупоре правящей партии журнале «Вопросы философии» появится статья В. П. Тугаринова и Л. Е. Майстрова «Против идеализма в математической логике», в которой будут звучать аналогичные обвинения уже в адрес того оппонента, который буквально спас Михаила Александровича Гаврилова от политического доноса, выдвинутого против него. Этим оппонентом была Софья Александровна Яновская.

Ее марксистское реноме было безупречным. В тридцатые годы она неустанно боролась с проявлениями идеализма в математике, изучала и пропагандировала «математические» работы К. Маркса и была ведущим в СССР специалистом в области формальной логики. С теми, кто выдвигал огульные философские и политические обвинения против Гаврилова, она боролась их же оружием, цитировала нужные места из сочинений Ленина, используя принесенные с собой тома с множеством закладок. Контраргументы, опирающиеся на такую поддержку, быстро охладили пыл тех, кто хотел сорвать защиту. В результате голосование (хотя и не единогласное) было положительным. Если бы этого не произошло, то наша страна

не оказалась бы в первых рядах мировой науки в области логических методов анализа и синтеза дискретных систем управления.

3.

Через четыре года в издательстве АН СССР вышла монография М. А. Гаврилова «Теория релейно-контактных схем» — первая в мире книга в этой области науки. Начался активный процесс поиска и сплочения единомышленников. В своей лаборатории в Институте автоматики и телемеханики АН СССР Гаврилов сосредоточил усилия на развитии методов анализа и синтеза схем. В. Н. Рогинский создал свою исследовательскую группу, которая со временем стала подразделением появившегося вскоре Института проблем передачи информации АН СССР. Его аспирант В. Г. Лазарев вскоре сам стал во главе нового коллектива в том же институте. Среди сотрудников Гаврилова появились В. М. Остиану и П. П. Пархоменко, быстро делавшие успехи в новой области. И вскоре в кулуарных разговорах можно было услышать: «МАГ велел. Спроси у МАГа. Это есть у МАГа в книге». Так Михаил Александрович Гаврилов стал МАГОм, и все последующие поколения его учеников, почитателей и сотрудников за глаза всегда называли его так.

В 1957 году в Москве состоялось Первое всесоюзное совещание по теории релейных устройств. На совещании были не только наши специалисты. Наряду с сорока (уже 40!) участниками из СССР присутствовали десять коллег из Румынии и Чехословакии. В этих двух странах социалистического лагеря к концу 50-х годов сложились национальные школы в области логического синтеза. В Румынии во главе школы стоял Г. Моисил, а в Чехословакии — А. Свобода.

Среди сорока советских участников были практически все, кто стал адептом новой области исследований. Среди них были и те (В. Г. Лазарев, П. П. Пархоменко, В. Н. Рогинский и другие), кто через восемь лет превратятся в учеников школ МАГа.

После окончания этого совещания произошла окончательная консолидация тех, кто разделял взгляды Гаврилова на процессы анализа и синтеза дискретных систем управления. Они стали участниками постоянно действовавшего в Институте автоматики и телемеханики научного семинара МАГа. На этих семинарах зародилась та особая атмосфера доброжелательной, но честной до конца критики, которая позже стала основой этики школ Гаврилова. Все участники семинара, включая его руководителя, были равны перед судом Науки. Лишь научная Истина была мерилom качества доклада или выступления, и никакие должности и звания не спасали от ожесточенных критических атак: как признанных лидеров нового направления, так и никому доселе неведомых юнцов. После двух или трех провалов на семинаре МАГа нескольких самонадеянных представителей науки (слухи об этих провалах быстро становились достоянием научной общественности) научные халтурщики стали за версту обходить лабораторию МАГа. Так постепенно складывался тот круг специалистов, которому было суждено прожить в науке активную и долгую жизнь.

4.

Итальянский гуманист Лоренцо Валла, живший в эпоху Возрождения, сформулировал пять условий, выполнение которых необходимо для успешного научного творчества: общение с образованными и творческими людьми; изобилие книг; удобное, приятное и уединенное место; наличие времени, не заполненного необходимыми делами; высвобожденность души, т. е. особое душевное состояние готовности к творчеству.

Эти условия продолжают действовать и поныне. К счастью, все они реализовались на мероприятиях, ставших тем, что получило название «Школы по теории релейных устройств и конечных автоматов».

К середине 60-х годов в СССР сложилось несколько самостоятельных научных коллективов, в которых активно изучались вопросы, связанные с созданием формальных языков для описания поведения логических схем и конечных автоматов. В Москве такие исследования велись в лаборатории МАГа и в коллективах, возглавляемых Лазаревым и Рогинским. В Ленинграде этими проблемами интересовались логики, работавшие в группе Н. А. Шанина и в активно входящей в научное сообщество группе специалистов, где

признанным лидером был В. И. Варшавский. В Томске велись весьма многообещающие работы по созданию специализированного языка программирования для решения задач логического анализа и синтеза схем, названного его создателями ЛЯПАС. Руководил этими работами А. Д. Закревский. Наконец, в Киеве, в школе, которая формировалась вокруг В. М. Глушкова, шли исследования по языку регулярных событий (введенному в научный оборот С. Клини) для задания процесса функционирования конечных автоматов.

В 1964 г. М. А. Гаврилов решил собрать в Томске всех, кто занимался языками для формализации описания дискретных управляющих устройств, а также тех, кто пока лишь интересовался проблемами логического анализа и синтеза.

Начиная с первой Томской школы сложилась традиция работать ежедневно не менее восьми часов, но обязательно предусматривать время для активного отдыха. Лыжный поход в тайгу, памятный всем участникам томской встречи, был реализацией только что упомянутого требования. В Томске из пяти условий для возникновения творческого процесса было реализовано четыре. Единственное нарушение — обстановка большого города, таящая в себе немало соблазнов, отрывающих от состояния полной погруженности в науку. Тем более удивительно, что практически все участники совещания сумели их преодолеть.

Возможно, этому способствовало то, что программа самого совещания оказалась очень насыщенной и интересной. На совещании встретились представители коллективов, в которых мало что знали о работах в других местах. Поэтому с одинаковым интересом выслушивались доклады о языке для доказательства теорем математической логики (Г. В. Давыдов), об изящном, но весьма необычном языке P -адических последовательностей (А. А. Лунц), так и оставшимся единичным фактом в истории теории автоматов, о языке регулярных событий (Ю. В. Капитонова, А. А. Летичевский) и о языке ЛЯПАС (А. Д. Закревский и его сотрудники и ученики).

Возникшая в Томске традиция общаться не только с единомышленниками, но стараться также познакомиться с исследованиями, находящимися где-то за границей непосредственного интереса участников встречи, приглашать для этого специалистов из других научных школ и просто интересных людей с нестандартными идеями сохранялась и все последующие годы. В связи с этим МАГ всегда напоминал участникам школ, что «истина не обязательно лежит посередине между крайними точками зрения, чаще всего она лежит рядом, но... сбоку».

К концу этой встречи все присутствующие были едины в своем желании сделать научные встречи регулярными и объявить прошедшее мероприятие Первым выездным заседанием школы по теории релейных устройств и конечных автоматов. Кроме того, было решено проводить все последующие мероприятия в таких местах, где ничто не отрывает бы от работы, но позволяло совмещать научные заседания с активным физическим отдыхом.

Еще одно пожелание было всеобщим. Необходимо сохранять и поддерживать тот стиль проведения заседаний, который отличает научную школу от иных научных мероприятий, например конференций. Не информация о сделанном, не научный престиж, а научная истина в ее чистом виде должна быть целью встречи на научной школе. Поэтому было решено принципиально отказаться от публикации того, что докладывалось на заседаниях школы (что, конечно, никак не препятствовало индивидуальной инициативе автора выступления опубликовать свое сообщение или доклад). Во время выступления докладчик должен был каждую минуту быть готовым, что его могут прервать вопросами, если слушателям будет что-то непонятно. На эти вопросы надо отвечать немедленно. Никакая критика, сохраняющая определенный уровень дружелюбия, если она направлена на прояснение сути дела, не может быть отвергнута и оставлена без внимания.

И, наконец, на время проведения школы все ее участники становятся равноправными без всякого учета званий и должностей. Неформальное общение, «научный трёп» на свободную тему являются мерилем активности участников школы.

Декларировать подобные принципы было не особенно трудно. Куда труднее было сделать их реальными. Их неукоснительное выполнение (по крайней мере на первых

двадцати школах) сейчас кажется удивительным. Но это факт. И он лежит в основе феноменальной продуктивности школ МАГа.

Особое место в истории школ МАГа занимает Третья школа, которая проводилась в феврале 1967 года в Латвии недалеко от маленького городка Плявинис. На этой школе сложилось то ядро, которое и до сих пор свято хранит заветы Гавриловских школ, передавая основные принципы научного общения уже третьему поколению людей, готовых без каких-либо карьерных соображений заниматься научными исследованиями. Это ядро в последующие 15 лет было тем «незримым колледжем», в котором царствовали дружеские отношения и общность научных привязанностей. Его члены до сих пор гордо именуют себя «старыми школьниками». Рассеявшись теперь по всему миру (около половины тех, кто когда-то составлял костяк школы МАГа, живут и работают сейчас в США, Израиле, Канаде и других странах), они продолжают сохранять друг с другом теплые приятельские отношения и связи. «Старые школьники» составили вскоре «цвет нашей науки». Среди них 22 доктора наук и 36 кандидатов наук. Двое стали членами-корреспондентами РАН, один академиком АН Белоруссии, пятеро — академиками Российской академии естественных наук и двое — академиками Академии технологических наук. Более десяти воспитанников школы МАГа сами стали руководителями новых научных школ (среди них О. Л. Бандман, В. А. Горбатов, А. Д. Закревский, О. П. Кузнецов, В. Г. Лазарев, П. П. Пархоменко, Д. А. Поспелов, В. П. Чистов и другие). Немногие научные школы могут похвастать столь впечатляющими результатами своей работы.

Но зимой 1967 года «старые школьники» были совсем молоды, неутомимы в научных дискуссиях, всевозможных розыгрышах и шумных затеях в свободное от заседаний время. Горные лыжи чередовались с коллективными спусками с гор на финских санях, с грохотом слетавших по крутому обледенелому спуску к озеру, полуночные танцы сменялись дружескими застольями, а утром вновь кипели научные страсти.

На школе в Плявинисе обсуждались актуальные тогда проблемы, связанные с функционированием асинхронных автоматов, у которых смена состояний не привязана к синхроимпульсам, выдаваемым встроенными в схему часами — генератором. То, что за схемами построенными на таких принципах, большое будущее, никто не сомневался. Тем более в этом не сомневался и хозяин школы — академик АН Латвии Э. А. Якубайтис, директор Института электроники и вычислительной техники АН Латвии, только что опубликовавший свою книгу по методам синтеза асинхронных автоматов. На правах хозяина он выступил на школе первым. Привыкший к западному стилю проведения научных мероприятий с их почтительным отношением к докладчикам (тем более к докладчикам такого ранга), он сначала смотрел на нахальное и бесцеремонное поведение собравшихся молодых слушателей с опаской и недоумением, как и его вышколенные и корректные сотрудники и особенно — сотрудницы. Несколько раз Якубайтис попробовал привлечь к наведению порядка Михаила Александровича, но тот лишь улыбался и отмалчивался. К чести докладчика надо отметить, что через некоторое время, поддавшись общей атмосфере страстного и раскованного общения, он стал вести себя так, что его сотрудникам осталось лишь изумляться такому поведению своего всегда сдержанного и несколько зажатого правилами приличия шефа.

После Якубайтиса настала очередь выдерживать критический вал самому руководителю школы. М. А. Гаврилов, вместе со своим аспирантом В. М. Копыленко из Фрунзе, предложили на обсуждение новую технологию синтеза схем. Критика этого доклада была столь острой, что некоторые из присутствующих стали призывать наиболее агрессивных быть снисходительнее к методу, который проходит только «первую обкатку». Но этому воспротивился Гаврилов, получавший удовольствие от столь явного интереса к идее, которую он предложил своему аспиранту. А его полемический талант проявился в полную силу, когда участники, не дав Копыленко завершить доклад, начали его обсуждение. Вот тут-то многие почувствовали разницу между критикой, опирающейся во многом на эмоции, и взвешенной аргументацией, высказываемой с демонстрацией полного уважения к мнению и личности противника. Такие примеры имели огромное воспитательное значение, вызвали желание следовать им на практике. Как отмечали многие, бойцовские качества Гаврилова,

его манера спорить и доказывать напоминала о кодексе чести, характерном для рыцарских турниров.

В известной классификации научных школ [2] отмечается, что феномен открытости школы, когда в ее мероприятиях могут принять участие все желающие, встречается не столь уж часто. Обычно наблюдается стремление ограничить состав участников «своими людьми», теми, кто является единомышленником и свято соблюдает чистоту учения, провозглашенного руководителем школы. Школа Гаврилова всегда тяготела к открытости. В этом проявлялся характер МАГа.

Состав участников школы в Плявинисе наглядно демонстрировал идею открытости. Практически все существовавшие в то время научные школы и группы присутствовали на заседаниях школы. Был уже упоминавшийся Э. А. Якубайтис со своими учениками (А. Гобземис, В. Горобец, Г. Фрицнович и другие), присутствовали члены ленинградской школы В. И. Варшавского (И. Н. Боголюбов, Б. Л. Овсиевич, Л. Я. Розенблюм), школу МАГа (в узком смысле) представляли его сотрудники В. Д. Казаков, О. П. Кузнецов, В. М. Копыленко. В. Г. Лазарев, Д. А. Поспелов и В. Н. Рогинский представляли свои автономные группы. Были представлены и организации, непосредственно использующие логические методы в проектировании практических устройств (В. Н. Захаров, В. Л. Перчук, В. Е. Хазацкий и другие). И весь этот разнородный состав участников действовал согласованно и целенаправленно, как сводный оркестр, попавший в руки опытного дирижера.

5.

Летом того же 1967 года в Крыму состоялась Четвертая школа. Основными вопросами, обсуждавшимися на ней, были надёжность работы дискретных устройств, диагностики и проектирования устройств повышенной надёжности. Здесь завершилось формирование сообщества, называвшего себя позже «старыми школьниками».

Седьмая школа, организованная В. П. Чистовым, проходила зимой 1969 года под Свердловском на турбазе «Хрустальная». Кроме традиционного катания с гор она запомнилась двумя событиями: двухдневным походом в тайгу с ночевкой в охотничьей избе и памятным альбомом с дружескими шаржами, который получил каждый участник, уезжая домой. Шаржи были выполнены А. Х. Гиоргадзе, ставшим потом специалистом мирового уровня в области теории вероятностных автоматов и создавшего активно работавший коллектив в Институте кибернетики АН ГССР. Правда не все шаржи были столь уж безобидными. Автор этих воспоминаний, например, мог прочитать под шаржем на себя такой текст: «Создатель толстого красного Синтеза едва головой достаёт до плитуса». «Толстый красный Синтез» — намек на только что вышедшую в свет вторым изданием книгу «Логические методы анализа и синтеза схем» в ярко-красной обложке, а намек на рост был весьма точен. Встречались в подписях к шаржам и «прямые выпады» (например «Без поллитровика “Московской” не мыслим к.т.н. Карповский» или «Привносят в школу дух кабацкий Л. Розенблюм и В. Хазацкий»).

Не зная советов Лоренцо Валлы, организаторы школ не скупилась на выбор удивительно удачных мест для ее проведения. То это был Вильянди — тихий городок в Эстонии, то берега озера Иссык-Куль, знакомая московской академической публике «Мозжинка» под Звенигородом или пансионат на берегу Азовского моря под Таганрогом. География школ совпадала с географией влияния идей школы Гаврилова. Участники ежегодных школ жили и работали в десятках городов Российской Федерации, в Грузии, Латвии, Молдавии, Эстонии, Азербайджане, на Украине, в Белоруссии и Киргизии.

Кажется, такого широкого влияния на развитие той или иной науки не имела никакая другая школа в области технических наук.

6.

Постепенно менялись основные направления работы школы. Если на первых школах в центре внимания были методы синтеза схем в различных функциональных базисах, учет временных отношений в схемах и минимизация сложности синтезируемых устройств, то с начала 70-х стали доминировать проблемы автоматизации проектирования, разработки

инструментальных средств для инженеров-схемотехников. САПРы для дискретных систем управления стали любимым коньком Гаврилова, всегда тяготевшего к автоматизации инженерного труда. Еще в «докомпьютерную эпоху» он вместе со своим учеником П. П. Пархоменко создал автоматический стенд для анализа релейных схем. Появление компьютеров дало новый импульс к занятию подобными вопросами.

Подросла новая генерация участников школы. Все заметнее и авторитетнее на заседаниях школы вели себя В. Б. Мараховский и В. А. Песчанский, ставшие, вместе с Л. Я. Розенблюмом, постоянными представителями коллектива Варшавского. Расширился круг представителей из окружения МАГа. В. В. Девятков, Н. А. Абрамова, Л. Б. Шипилина, А. В. Марковский сменили докладчиков из первой волны учеников Гаврилова. В Томске А. Е. Янковская стала вести самостоятельные интересные исследования. Появились школьники и в Эстонии: А. Кеэваллик и Г. Якобсон. Необходимость создания систем автоматизированного проектирования стали понимать все практические работники и чиновники от науки. Активно работал Научный совет по технической кибернетике Отделения механики и процессов управления АН СССР, председателем которого был член-корреспондент АН М. А. Гаврилов, а также возглавляемая им же секция технической кибернетики Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика», во главе которого стоял академик А. И. Берг, поддерживающий все инициативы Гаврилова. Успешно развивалось сотрудничество с партнерами из стран социалистического содружества и западными исследователями. МАГ единогласно избирается в руководители международной группы «Теория автоматов», которую создают ученые Академий наук стран социалистической ориентации. Заседания группы, сопровождаемые микроконференциями, проходят поочередно в разных странах и на них царит все тот же дух Гавриловских школ.

Михаил Александрович доволен. Его замыслы внедряются в практику. Он является членом Комиссии Госплана по разработке семилетнего, а потом и пятнадцатилетнего планов развития телемеханической аппаратуры. В качестве председателя Комиссии по телемеханике Госкомитета по науке и технике при Совете Министров СССР участвует в экспертизе проектов и предложений в этой области и влияет на распределение финансирования на научные исследования.

Став «государственным человеком», Гаврилов и в эту чиновничью по своему характеру работу вносит тот же творческий накал и научную заинтересованность, которые он проявлял и в чисто научных исследованиях. Готовя любые документы, принимая любые важные решения, он всегда обращался к тем специалистам, которые, по его мнению, могли бы наиболее квалифицированно оценить ситуацию.

Часто обсуждение какого-либо предложения или документа превращалось в типичное заседание школы, где все приглашенные открыто высказывали свое иногда весьма нелицеприятное мнение. И никакие келейные или внутриведомственные соображения не могли перевесить в глазах МАГа оценки тех, в чьей научной порядочности он был глубоко убежден. И характерная деталь — противники его научных взглядов никогда не превращались для него в личных врагов, которых надо оттолкнуть от «кормушки», где распределяются финансовые блага.

Известно, что в науке часто возникают ситуации, когда количество различных методов для решения одних и тех же задач начинает стремительно расти. Естественно, что авторы всегда говорят о преимуществах своего метода и, как правило, умалчивают о его недостатках. Для доказательства преимущества нового метода обычно используется специально подобранный выигрышный пример. Полного сравнения методов по их эффективности никто не любит из-за больших затрат времени на эту не слишком престижную работу.

Михаил Александрович не только любил подобные сравнительные исследования, но и считал их обязательными для всех участников школы. С первых же заседаний школы он стал формировать специальные комплексные бригады, состоящие из разработчиков методов, подлежащих сравнению, или систем проектирования, нуждающихся в комплексной экспертизе. Бригады создавались на определенный срок и работали параллельно со школой, проводя свои автономные заседания. Но окончательный отчет о проделанной ими работе

всегда заслушивался на заседании школы. И легко себе представить те страсти, которые разгорались на таких обсуждениях! Ведь в результате обсуждений часть работ практически прекращалась из-за явного проигрыша другим аналогичным исследованиям.

Тогда же МАГ высказал идею о создании тестового набора задач, на котором можно было бы сравнивать различные методы и алгоритмы. Конечно, была сформирована очередная комплексная бригада, которая такой набор создала. С некоторыми коррективами школа этот набор утвердила. А его практическая значимость была подтверждена при рассмотрении предложений по финансированию тех или иных проектов на государственном уровне и позволила школьникам легко оценивать эффективность новых предложений, представляемых на суд школы.

7.

В 1971 году в Риге проходило Второе всесоюзное совещание по теории релейных устройств и конечных автоматов. Со времени Первого совещания прошло 14 лет. Можно было подвести итоги за прошедшие годы. Это сделал М. А. Гаврилов, открывая первое заседание. Он отметил, что на предыдущем Совещании было всего 40 специалистов и они представляли фактически весь тогдашний научный потенциал в области логического проектирования дискретных систем управления. Сейчас в Ригу приехало 250 участников, представители десятков коллективов, работающих во многих республиках и регионах. В Москве это коллективы, возглавляемые В. А. Горбатовым, В. Г. Лазаревым, Д. А. Поспеловым, В. Н. Рогинским, а также коллектив Института проблем управления. В Ленинграде, наряду со школой В. И. Варшавского, работает коллектив, возглавляемый С. И. Барановым. Переехавший из Томска в Минск А. Д. Закревский создал в Белоруссии свою школу, оставив в Томске по-прежнему активно работающий коллектив. Часть учеников Закревского переехала в Севастополь и под руководством Е. А. Бутакова образовала новый коллектив. В Кишиневе другой ученик Закревского Ю. Н. Печерский также создал группу, которая использует логические методы для решения задач распознавания образов и диагностики. Быстро набирает активность школа А. В. Каляева в Таганроге (Л. С. Бернштейн, А. Н. Мелихов и другие). По-прежнему активны члены коллективов, возглавляемых В. П. Чистовым в Свердловске и О. Л. Бандман в Новосибирске. В Латвии, Грузии, Киргизии и на Украине действуют несколько весьма перспективных коллективов.

Объясняя факт небывалой популярности логических методов, Гаврилов сказал: «Не будет преувеличением утверждение о том, что развитие методов анализа и синтеза дискретных устройств и, в особенности, развитие методов автоматизации этих процессов, является в настоящее время одним из решающих факторов с точки зрения ускорения технического прогресса в области микроэлектроники».

М. А. Гаврилов дал развернутый и глубокий анализ трудностей и неудач, стоящих на пути создания практически интересных систем автоматизированного проектирования логических устройств. А завершил он этот анализ следующими словами: «Я надеюсь, что задачи, о которых я упомянул в своем выступлении, будут подвергнуты на нашем совещании подробному обсуждению и по ним будут приняты соответствующие решения. Я надеюсь также, что на секциях нашего совещания, посвященным другим аспектам теории релейных устройств и конечных автоматов, будут достаточно подробно обсуждены специфические для них проблемы, которых я не касался в своем вступительном слове, и намечены пути их решения».

8.

Для выполнения решений, принятых в Риге, на очередной Одиннадцатой школе, проходившей в Вильянди (Эстония) в феврале 1972 года, была создана комплексная бригада по разработке стандартов на вновь создаваемые САПРы в области дискретных систем управления. Этой же бригаде было поручено разработать общую методологию проектирования и создать набор тестовых задач для проверки эффективности отдельных этапов проектирования.

Отчет о работе этой бригады заслушивался на Тринадцатой школе, проходившей сначала в Челябинске, а потом на озере Увильды. Эта школа надолго запомнилась ее участникам

ночными дискуссиями у костра, когда даже весьма сильный дождь не мог загнать разгоряченных спорами школьников в палатки. Ведь спорили о самом главном для всех — о том как строить САПРЫ, как описывать задание на проектирование и как оценивать качество работы систем проектирования.

Через три года в этих же местах проходила Шестнадцатая школа, организованная, как и Тринадцатая, Р. П. Чапцовым. На ней также обсуждались проблемы САПРов. Но как кардинально все изменилось за три года, которые отделяли эту школу от ее предшественницы! Участники школы теперь не обсуждали принципы построения систем автоматизированного проектирования, а демонстрировали коллегам свои программные продукты. Мечты, реализация которых в 1973 году казалась делом далекого будущего, обрели реальные черты и воплотились в действующие системы.

Это тоже весьма характерная черта школ Гаврилова. В те времена на всех совещаниях, конференциях и прочих научных мероприятиях принимались всевозможные решения и рекомендации, но практически никогда не возникало обратной связи. Поэтому к ним относились формально, как к ритуальному элементу научного мероприятия. Но решения, принятые на школах Гаврилова, имели совершенно иной статус: принятые, они превращались в руководство к действию на период до следующей школы.

9.

Последняя школа, на которой присутствовал МАГ, проходила в марте 1979 года в академическом пансионате «Мозжинка» под Москвой. Эта школа была двадцатой по счету и рассматривалась ее организаторами как юбилейная. Поэтому было принято решение, что на школе будут сделаны обзорные оценочные доклады по основным научным направлениям, связанным с тематикой школы.

Заседание школы открылось докладом Гаврилова «Современное состояние и перспективы развития теории дискретных устройств в связи с задачами автоматизированного проектирования». В нем содержался критический анализ известных к этому моменту подходов к проектированию сложных дискретных систем управления. Делая доклад, МАГ воодушевился и выглядел так, словно болезнь отступила²⁷. У школьников появилась надежда, что это не обман зрения, провоцируемый желанием видеть своего любимого учителя здоровым и жизнедеятельным, а объективный факт.

После Гаврилова выступали с докладами «старые» школьники, ставшие уже докторами и профессорами. В. И. Варшавский в докладе «Апериодические автоматы и проблема синхронизации» дал анализ трудностей, возникающих в асинхронных устройствах. Он напомнил присутствующим, что еще в 1969 году на Восьмой школе, проходившей в Загульбе под Баку и посвященной проблемам анализа временных соотношений в логических устройствах, он, вместе с Д. А. Пospelовым, в шуточной форме предложил задание участникам школы: дать полное описание функционирования простейшего устройства — триггера. Эта задача, встреченная поначалу покровительственными смешками, после нескольких неудачных и некорректных попыток описания породила научный спор и ряд содержательных дискуссий. С этого, собственно, и началась история нового направления — теории апериодических схем, вышедшей сейчас на мировую арену.

П. П. Пархоменко прочитал доклад на тему: «Основные задачи технической диагностики дискретных объектов». Когда-то самый первый аспирант и последователь Гаврилова, Пархоменко к этому времени был уже признанным лидером отечественной школы по диагностике сложных дискретных систем.

В. Г. Лазарев, хотя и не был прямым учеником Гаврилова, всегда работал в самом тесном контакте с руководителем школы. В Институте проблем передачи информации АН СССР Лазарев создал активный научный коллектив (Е. И. Пийль, Е. Н. Турута, В. Н. Ченцов и другие), много сделавший для разработки методов синтеза практических систем управления в телефонии. На юбилейной школе В. Г. Лазарев выступил с докладом «Развитие работ по синтезу управляющих устройств», а А. В. Каляев — глава Таганрогской школы, тесно

²⁷ В 1977 году М. А. Гаврилов перенес серьезную болезнь.

связанной со школой МАГа, познакомил присутствующих с новым классом параллельных вычислительных систем. Его доклад имел название «Проблемы теории и синтеза многопроцессорных однородных вычислительных структур».

Кстати, именно в школе Гаврилова когда-то велись пионерские исследования в области однородных структур и клеточных автоматов. Работы рано ушедшего из жизни ученика МАГа А. Я. Макаревского вошли в золотой фонд исследований в этой области.

Ветеран школы А. Д. Закревский посвятил свое выступление теме: «Синтез комбинационных каскадных матричных схем». На близкую тему сделал доклад С. И. Баранов («Управляющие автоматы и программируемые логические матрицы»), а «патриарх» борьбы за внедрение логических методов в практику проектирования систем управления в сетях связи В. Н. Рогинский представил доклад на тему: «Динамика дискретных автоматов. Развитие работ и проблемы».

Д. А. Поспелов, чьи интересы к тому времени переместились из области логического проектирования в искусственный интеллект, прочитал доклад «Псевдофизические логики и их применение», а оставшийся верным своей первой привязанности Э. А. Якубайтис познакомил слушателей с последними достижениями своей научной школы. Его доклад был назван: «Структурный синтез асинхронных автоматов».

Приводя этот перечень докладов, я хочу продемонстрировать тот факт, что тематика школы Гаврилова не была узко ограничена личными вкусами ее руководителя и не носила сиюминутного конъюнктурного характера. МАГ всегда отстаивал тезис о том, что любые научные изыскания должны вестись не только вглубь, но и вширь. Необходимым условием любой хорошей работы является ее контакт с соседствующими направлениями в науке.

Юбилейный характер школы определил возможность включения в ее программу специального заседания-капустника. Оно открылось докладом В. И. Варшавского и Д. А. Поспелова «Школы ученых и их значение в науке». В нем обосновывался тезис об особой роли школы Гаврилова в науке, а основные участники школы были классифицированы на основе специально предложенной докладчиками типологической схемы. Приводились графики динамики изменения состава школы от момента возникновения и до периода угасания. Приводились определения и теоремы, пародирующие хорошо известные школьникам научные факты (в частности, само понятие научной школы определялось в терминах, принятых в теории конечных автоматов, и относительно него «доказывался» ряд утверждений).

Самым смешным и неожиданным для докладчиков было то, что из-за соблюдения ими традиционной строгой манеры изложения часть слушателей приняла доклад всерьез, конспектировала его (и МАГ тоже!), а потом попыталась открыть по нему привычную для школы острую дискуссию. Это было лучшей наградой для авторов псевдонаучного доклада. (Этот же прием использован в работе [2], в чем-то повторяющей тот давний доклад).

Через два месяца, возвращаясь из командировки в ГДР вместе со своим учеником А. А. Амбарцумяном, Михаил Александрович скоропостижно скончался, едва поезд пересек границу и въехал в пределы СССР.

10.

Одиннадцатого ноября 1979 года началось первое заседание Двадцать первой школы по теории релейно-контактных схем и конечных автоматов. Оно проходило в Москве в Малом зале Института проблем управления, в котором Гаврилов проработал не один десяток лет. При входе в зал участников встречал большой портрет Михаила Александровича, около которого стоял огромный букет белых цветов. В Президиуме этого заседания — директор института академик В. А. Трапезников и старейшие ученики и соратники МАГа: заместитель директора института И. В. Прангишвили (ныне директор Института проблем управления, академик АН Грузии), А. Д. Закревский, В. Г. Лазарев, П. П. Пархоменко, Д. А. Поспелов, В. Н. Рогинский, заместитель Гаврилова по лаборатории института, его ученик и, конечно, «школьник» А. А. Амбарцумян.

Первым выступает Прангишвили, ученик МАГа из первого поколения его учеников. Выступление наполнено массой фактов из жизни Гаврилова и его научной деятельности.

Многим школьникам, например, впервые стало известно, что Гаврилов был одним из авторов системы телемеханики, управлявшей освещением в Москве. Система эта безотказно работала в городе более двадцати лет.

Потом выступает Пархоменко. Он вспоминает, что после окончания института в Киеве его направили работать на электростанцию сменным инженером. Имея довольно много свободного времени, Пархоменко решил поступить на факультет повышения квалификации в Заочный энергетический институт. Кафедрой автоматике и телемеханики в этом институте заведовал Гаврилов. У него Пархоменко делал дипломную работу, проектируя анализатор релейных схем. На защиту в Москву Павел Павлович приехал с чемоданчиком, в котором лежал анализатор, сделанный собственными руками. Защита прошла успешно. Гаврилов порекомендовал ему написать статью в престижный тогда журнал «Автоматика и телемеханика», а заодно пригласил его к себе в аспирантуру. С этого момента Пархоменко начал другую жизнь.

Валентина Михайловна Остиану вспомнила в своем выступлении еще один очень характерный для Гаврилова поступок. Когда Остиану написала одну из первых работ, Михаил Александрович вместе с ней поехал в Ленинград к профессору Щукину, который был непримиримым противником идей Гаврилова. Именно на семинаре Щукина и докладывала свою работу Остиану. В результате последовавшей за докладом жаркой дискуссии, в которой Гаврилов играл главную роль, Щукина удалось переубедить. Возвращался в Москву Гаврилов очень довольным — научная истина еще раз восторжествовала над заблуждением.

11.

Последующие заседания Двадцать первой школы проходили под Москвой в пансионате «Елочка». Школа завершилась общей дискуссией с невинным на первый взгляд названием: «Влияние новых технологий на теорию релейных устройств и конечных автоматов». Но за этим названием таилась драма идей. Успехи микроэлектроники коренным образом изменили постановки задач при проектировании дискретных устройств и цели этого проектирования. Во времена, когда проходили первые заседания школы, схемы синтезировались из отдельных функциональных элементов, из стандартного набора «кирпичиков». Новые технологии в микроэлектронике сделали такой подход бесперспективным. На кристаллах реализуются целые узлы и блоки проектируемых устройств. Классические методы синтеза, ядром которых были процедуры минимизации числа элементов в схемах, потеряли актуальность. Под угрозой обвала находилось все стройное здание, возведенное Гавриловым и его последователями.

Поэтому дискуссия была горячей и заинтересованной. Ее открыл А. П. Горяшко, представитель нового поколения школы МАГа. Он как бы бросает перчатку ветеранам школы, ставя перед ними два вопроса: Остановилась ли сейчас в своем развитии теория конечных автоматов? Являются ли популярные сейчас микропроцессоры болезнью роста? На оба вопроса Горяшко отвечает утвердительно. Он призывает «сбросить старые отжившие взгляды на процесс проектирования с корабля науки и искать новые, возможно, на первый взгляд, безумные постановки задач». А заканчивает свое эмоциональное выступление Горяшко такими словами: «Сейчас мы видим головешки того костра, который ярко пылал двадцать лет, в пятидесятых и шестидесятых годах. И если мы хотим, чтобы огонь горел, мы должны подбросить в костер новый горючий материал».

В. Н. Рогинский формулирует свое видение проблемы, используя несколько фривольную метафору: «Нужно вылезать из старых штанов, они стали слишком узкими и в любую минуту могут лопнуть. И что тогда? Надо срочно шить новые штаны. Пора всерьез заниматься динамикой работы дискретных устройств. А для этого нужен совершенно новый аппарат, новое логико-интегро-дифференциальное исчисление. Надо думать.»

О. П. Кузнецов всегда славился среди школьников своими отточенными формулировками. Следуя метафоре Рогинского, он формулирует три тезиса:

1. Штаны сшить можно, но нет тех, кто бы их стал одевать, ибо инженерам и прикладникам они, как представляется, не нужны.

2. В любой теории есть две части — концептуальная и вычислительная. Ожидания от вычислительной части теории автоматов оказались сильно преувеличенными.

3. В действительности, главная историческая роль теории автоматов — в ее концептуальной части. Она дала своим adeptам культуру мышления, общий язык и возможность строить модели. Все это с успехом растаскивается в другие области науки и там применяется (например, в программировании). Полученные в школе результаты — не рубли, не валюта, а культура. Это хорошо поняли американцы, когда во второй половине шестидесятых годов они косяками уходили из теории автоматов в другие области науки.

В роли примирителя пытался выступить Ю. Л. Сагалович, известный специалист по надёжностному синтезу и теории кодирования. Он сказал, что его выступление будет называться «Штаны и культура», а основной тезис состоит в том, что штаны еще вполне хороши и модны, а вот культуры стало слишком мало. Школа потеряла некоторый культурный шарм. Практицизм докладов и их обсуждений убивает собственно науку. Например, совершенно забыты исследования в области асимптотических оценок сложности схем и квазиоптимальных методов синтеза, а они могут оказаться полезными в условиях последних достижений в микроэлектронике.

«Старый школьник» из Института кибернетики АН УССР З. Л. Рабинович обратил внимание присутствующих на непочатый край работы в области аппаратных реализаций различных программных процедур. За этими задачами скрываются новые модели операционных автоматов со счетным числом состояний. (Поспелов тут же отметил, что подобная задача ставилась еще в 1953 году, когда в реферативном журнале «Математика» перевод заголовка статьи, в которой говорилось о аппаратной реализации софтверных функций, на русский язык был переведен так: «О путях отвердения мягких частей».)

Идею Рабиновича поддержал Закревский, подчеркнувший, что штаны штанами, но новые задачи не могут ждать, пока портные закончат свою работу. На примере двух практических задач, связанных с программируемыми логическими матрицами, Закревский продемонстрировал эффективность созданных в школе Гаврилова методов декомпозиции систем булевых функций.

Е. И. Гурвич заявил: «Будущие методы логического синтеза, которые должны разрабатываться, обязаны быть ориентированны на практические системы, иначе они никому и никогда не будут нужны. А теориями, даже и в “новых штанах” прикладники сыты не будут». А. И. Добролюбов из Института технической кибернетики АН БССР высказался еще определеннее: «Культурные штаны есть порождение явления, называемого диссертацией. Надо делать вещи, а не бумаги.»

А потом, как всегда, был банкет. Тон на нем задавали «старые школьники». Вспоминали прошедшие школы, Михаила Александровича и разные смешные случаи. Гости были чуть-чуть сентиментальными, ностальгическими. Царила атмосфера большой семьи, собравшейся наконец-то вместе. Гость школы, один из зачинателей кибернетического движения в нашей стране Модест Георгиевич Гаазе-Рапопорт сказал, произнося тост: «Спасибо, что пригласили. Я давно уже не чувствовал себя так просто и раскованно».

Утром, на другой день, все были тихие, чуточку усталые после четырех дней напряженной работы и банкета. В. Н. Захаров и В. Е. Хазацкий тихонько под гитару пели. И слова: «Ухожу я от вас не больничным простым коридором, ухожу я, товарищи, сказочным Млечным путем» воспринимались всеми, как прямая ассоциация.

12.

Потрясения, вскоре охватившие страну, коснулись и школы Гаврилова. В волнах эмиграции оказалось немало тех, кто когда-то стоял у истоков школы или активно участвовал в ее заседаниях. Уехав в США, Израиль и другие страны, они, как правило, не смогли больше заниматься тем, чем они занимались до отъезда. Судьбы их складывались по разному. Кто-то, в конце концов, смог снова вернуться к занятиям логическим проектированием, как С. И. Баранов, М. Г. Карповский или В. И. Варшавский. Другие ушли от того, что их когда-то объединяло в школе МАГа.

На Тридцатой юбилейной школе, состоявшейся в июле 1988 года под Кишиневом, снова подтвердилась живучесть идеи общения, когда-то зародившаяся с помощью МАГа среди «старых школьников». В Кишинев приехало более тридцати участников первых школ, а от пятнадцати ветеранов пришли приветственные телеграммы из разных точек земного шара.

На открытии школы О. П. Кузнецов сделал доклад о МАГе. В нем он, в частности, сказал: «В сороковые годы время было трудное. В начале пятидесятых оно стало еще более тяжелым. Дух товарищей по несчастью заставлял логиков консолидировать свои усилия. Они приняли в свою среду МАГа, прорвавшегося через свой чисто инженерный опыт к уровню ученого. Он, бывший первым человеком в телемеханике, раньше всех увидел, что она на излете. Он смело бросился в "омут логики", а когда релейно-контактные схемы начали уже становиться достоянием истории техники, он опять сделал решительный шаг и от утверждений типа: "У меня все это есть в моей книге", перешел на положение ученика, разбирающегося в премудростях схем из функциональных элементов. Есть нечто разное в том, чтобы быть великим в науке и быть великим в ее истории. МАГ был первым, а вторых было много. МАГ всегда боролся с открытым забралом. Много, за что он бился, сейчас кажется тривиальным, но все это надо было вбивать в головы тогдашним научным бонзам, которые, как известно, и кибернетику считали чем-то вроде продажной женщины. Как часто мы выбрасываем черновики, оставляя только беловик. А сколько людей клали свои жизни за эти черновики!»

13.

Школа, созданная удивительным человеком Михаилом Александровичем Гавриловым, нарушая все основные законы науковедения, продолжала жить. Это явление столь же необычно, как необычен был и ее создатель. В январе 1996 года состоялась Тридцать третья школа по теории релейных устройств и конечных автоматов [4]. И прав был О. П. Кузнецов, сказавший в своем выступлении на семинаре по истории кибернетики, что «Гаврилов не формировался окружающей средой, он сам формировал ее и устанавливал в ней новые законы».

Литература

1. Ярошевский М. Г. Логика развития науки и научная школа // Школы в науке, М.: Наука, 1977, с. 94.
2. Поспелов Д. А. Как рождаются, процветают и умирают научные школы // Новости искусственного интеллекта, 1994, № 1, с. 102–118.
3. Вебер Ю. Когда приходит ответ, изд. 3-е, М.: Детская литература, 1977.
4. Кузнецов О. П. Гавриловские школы: жизнь после смерти // Новости искусственного интеллекта, 1996, № 2, с. 88–92.

Воспоминания о профессоре М. А. Гаврилове.

Мне посчастливилось проработать под руководством Михаила Александровича Гаврилова без малого 25 лет.

Впервые я увидела М. А. Гаврилова в лаборатории на предзащитном семинаре его аспиранта Геллия Николаевича Поварова, который и пригласил меня на этот семинар. Это было в апреле 1954 года, а через 3 месяца Михаил Александрович предложил мне бросить аспирантуру в Математическом Институте им. В. А. Стеклова и перейти в его лабораторию на работу.

В лаборатории в эту пору работали в основном молодые. Помимо Г. Н. Поварова, работал недавно защитивший кандидатскую диссертацию В. А. Жожикашвили, Р. В. Билик, Е. В. Бабичева, был аспирант из Узбекистана Д. Абдуллаев. Вскоре в лаборатории появились В. Н. Силаев, Ю. Л. Томфельд. Годом позже пришли в лабораторию два аспиранта: И. В. Прангишвили и П. П. Пархоменко.

Михаил Александрович был удивительным человеком, очень энергичным борцом за свою идею.

Небольшой экскурс в его биографию.

Родился 11 ноября 1903 г., в 1920 г. окончил школу, год учился на железнодорожных курсах, а затем поступил в МВТУ, которое окончил в 1925 г. Работал инженером в МОГЭСе, Мосэнерго и других организациях, а в 1928 году перешел на педагогическую работу в МЭИ, преподавал автоматику и телемеханику, организовал кафедру по этой специальности и стал ее первым заведующим.

С 1930 по 1938 год он делает 20 изобретений, публикует около 40 статей и выпускает 3 книги²⁸:

1. Конспект лекций по регулированию горения — 5 а. л.;
2. Телеуправление и телеизмерение в соавторстве с Парецким — 15 а. л.;
3. Телемеханизация диспетчерского управления в энергосистемах — 32 а. л.

По совокупности работ в 1938 году ему присвоена степень кандидата технических наук.

В 1937 г. он переходит на работу в Комиссию по автоматике и телемеханике АН СССР, которая в июне 1939 г. преобразована в Институт автоматики и телемеханики. Институт, который впоследствии переименован в Институт проблем управления.

Таким образом, уже к этому времени М. А. Гаврилов оформился как серьезный ученый. В 1946 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Структурный синтез и анализ релейно-контактных схем». В то время на русских ученых, занимавшихся математической логикой, было гонение, их обвиняли в идеализме, в занятии никому не нужной лженаукой, не имеющей никаких приложений. Только благодаря большой энергии Михаила Александровича при доказательстве того, что математическая логика имеет непосредственное применение в теории релейно-контактных схем и что она в будущем будет иметь еще более серьезные применения, русские математики-логики были спасены. Об этом подробно написано в книге Вебера «Когда приходит ответ» (в этой книге фамилия Гаврилова изменена).

Однако знаменитым он стал после опубликования в 1950 г. книги в 300 стр. «Теория релейно-контактных схем» (Изд. АН СССР), которая была созвучна его докторской диссертации. Эта книга без каких-нибудь усилий со стороны М. А. Гаврилова была переведена на чешский и на немецкий языки и даже издана в Китае фотонаборным методом.

Фактически он начал развитие новой ветви науки на пустом месте. До него была только статья В. И. Шестакова «О физической интерпретации булевых функций» и очень поздно дошедшая до нас статья К. Шеннона на эту же тему.

²⁸ Речь идет о следующих работах: 1. Регулирование горения (конспект лекций) / Изд. Центр. Ин-та повыш. квалиф. инж.-технич. персонала, 1930. 2. Телеуправление и Телеизмерение / Изд. ИЗПК ВМБИТ ВСНИТО, 1933. (Совм. с инж. М. И. Парецким). 3. Телемеханизация диспетчерского управления в энергосистемах / ГОНТИ, 1938.— *Ред.*

С самого начала моей трудовой деятельности в лаборатории я поняла, что научная работа идет полным ходом. Каждую неделю созывался семинар, на котором Михаил Александрович или кто-либо из сотрудников лаборатории рассказывали свои результаты или реферировали работы других авторов. Иногда объявлялся какой-нибудь курс, и Михаил Александрович был самым серьезным слушателем.

На наш семинар приходили доклады сотрудники Лаборатории проводной связи АН СССР (ныне Институт проблем передачи информации РАН), например, В. Н. Рогинский, В. Г. Лазарев и др., а также из Московского государственного университета В. И. Шестаков.

Затем был организован Общесоюзный семинар по теории релейных устройств, председателем которого был назначен В. И. Шестаков, а затем В. Г. Лазарев.

Михаил Александрович за последние 25 лет опубликовал около 150 статей, имел более 30 изобретений и вырастил около 40 учеников, многие из которых стали видными учеными.

Кроме того, он выпустил четырехтомный Курс лекций для слушателей ВЗЭИ и еще одну монографию в Издательстве «Наука» совместно со своими учениками. Этому он посвящал основную часть своего времени. Но он еще занимался терминологией, по которой он выпустил 5 сборников терминов: по автоматике, телемеханике и по теории релейных устройств.

В 1963 г. его избрали членом-корреспондентом АН СССР.

Михаил Александрович был великолепным организатором.

В 1954 г. он являлся заместителем председателя Оргкомитета всесоюзного совещания по телемеханике. А после этого им были организованы в 1957 г. — Первое всесоюзное совещание с международным участием по теории релейных устройств, в 1962 г. — Международный симпозиум по теории конечных автоматов.

В 1964 г. он организовал школу-семинар, которая собиралась по крайней мере один раз в год, а то и чаще, на которой рассматривались новейшие результаты по теории дискретных устройств. Это был прекрасный способ обмена мнениями, обсуждения работ по определенному направлению. Количество участников было обычно 40–45 человек. Эта школа породила школы по родственным направлениям, например, по диагностике устройств и систем. Работа школы-семинара продолжалась не более 6 часов в день в течение недели в каком-нибудь живописном месте, а за ней каждый день следовали занятия в другой школе: зимой — по горнолыжному спорту, а летом — по плаванию. Руководил занятиями тоже Михаил Александрович.

В 1972–1975 гг. работала так называемая бригада по надёжности. Это тоже было вроде школы, но с другой тематикой, и начало этой тематики тоже разработал Михаил Александрович, предложив использовать корректирующие коды для кодирования состояний дискретных устройств в целях повышения их надёжности.

При жизни Михаила Александровича состоялось 20 школ. После того, как его не стало (это произошло 29 апреля 1979 г.), школе присвоили его имя, и она продолжает работать. Последняя, 33-я школа состоялась в 1996 году, и гавриловский дух в школе сохраняется.

Михаил Александрович был прекрасным оратором. Он делал интересные доклады по специальности и, кроме того, умел также выступать «без бумажки» по любому поводу.

Михаил Александрович был очень доброжелателен. Он любил своих учеников как собственных детей, ставил перед ними интересные задачи, умел потребовать результат и иногда при обсуждении хода решений давал ценные советы. Он заботился о своих учениках и в личном плане, и был замечательным душевным человеком.

Юрий Иванович Журавлев

*В. Л. Матросов
К. В. Рудаков*

Юрий Иванович Журавлев

Юрий Иванович Журавлев родился 14 января 1935 г. в Воронеже. В 1952 г. он окончил мужскую среднюю школу города Фрунзе Киргизской ССР и поступил на мехмат МГУ им. М. В. Ломоносова.

Начало 50-х было временем, когда дискретная математика и кибернетика только приобретали в СССР статус науки. Это происходило в большой степени благодаря д.ф.-м.н., профессору (впоследствии — члену-корреспонденту АН СССР) Алексею Андреевичу Ляпунову. Уже в 1953 г., участвуя в его семинаре, Юрий Иванович выполнил свою первую серьезную научную работу по проблеме минимизации не всюду определенных булевых функций (эта работа была опубликована в «Трудах МИАН» и за нее в 1955 г. была присуждена 1-я премия на Всесоюзном конкурсе студенческих научных работ).

В 1956 г. А. А. Ляпунов поставил задачу поиска слов в конечном множестве с учетом особенностей его строения. Решение этой проблемы стало дипломной работой Юрия Ивановича, после защиты которой в 1957 г. он поступил в аспирантуру МГУ на кафедру академика С. Л. Соболева.

Первое направление, в котором аспирант Журавлев получил существенный результат, было порождено прикладными (как обычно в то время «закрытыми») нуждами: требовалось предложить эффективные методы тестирования широкого класса технических устройств. Работая над этой практической задачей, он создал специальный математический подход, который впоследствии породил большое число исследований многих отечественных и зарубежных ученых.

Для Ю. И. Журавлева характерно использование крайне широкого спектра математических приемов и методов. Это ярко проявилось в следующем направлении его работы — изучении проблемы локальности в дискретных задачах. Введя в рассмотрение задачи минимизации булевых функций исходно топологическое понятие окрестности, он получил целый ряд классических результатов, в частности — доказал теорему о локальной неразрешимости проблемы построения минимальной д.н.ф. Эти результаты составили его кандидатскую диссертацию, защищенную в конце 1959 г. Его оппонентами были член-корреспондент АН СССР А. А. Марков и к.ф.-м.н. (впоследствии — тоже член-корреспондент АН СССР) О. Б. Лупанов.

В 1959 г. Юрий Иванович переехал в только что созданный Новосибирский Академгородок, где начал свою научную карьеру в качестве младшего научного сотрудника, став в 1961 г. заведующим отделом и в 1966 г. заместителем директора по научной работе в Институте математики. Одновременно он преподавал на кафедре алгебры и математической логики Новосибирского университета, которую возглавлял академик А. И. Мальцев.

Отдел теории вычислений Института математики СО АН СССР, который создал Юрий Иванович, был по сути дела первым в СССР отделом в ставшей в дальнейшем широко известной области — исследовании операций. В Отделе проводились работы по имитационному моделированию, оптимальному нелинейному программированию, велись крупные прикладные исследования.

Параллельно с организационной, преподавательской и прикладной деятельностью в этот период он получил несколько ярких математических результатов, среди которых

необходимо отметить построение примера булевой функции с «патологически большим» числом тупиковых д.н.ф. (этот пример на принципиальном уровне решил проблему, которой было посвящено целое направление исследований).

Самый же главный результат этого периода — общая теория локальных алгоритмов, в которой были окончательно объединены топологические принципы и теория алгоритмов. Эта теория стала содержанием докторской диссертации, которую Юрий Иванович защитил в 1965 году (одним из первых по специальности «Математическая кибернетика»). Оппонировали ему как специалисты по кибернетике — академик В. М. Глушков и члены-корреспонденты А. А. Ляпунов и О. Б. Лупанов, так и профессор-алгебраист А. Д. Тайманов (по просьбе академика А. И. Мальцева он провел проверку чрезвычайно технически трудных исследований свойства мажоритарности). За полученные результаты в 1966 г. Ю. И. Журавлев (совместно с О. Б. Лупановым и членом-корреспондентом АН СССР С. В. Яблонским) был удостоен звания «Лауреат Ленинской премии» в области науки и техники.

С 1966 г. началось совершенно новое направление в его научной деятельности — решение задач классификации или распознавания образов. Первой (совместно со специалистами-геофизиками будущим членом-корреспондентом АН СССР Ф. П. Кренделевым и будущим профессором А. Н. Дмитриевым) была решена задача анализа информации о месторождениях золота южно-африканского типа. Успешное использование для ее решения тестового (в смысле С. В. Яблонского) алгоритма привело в дальнейшем к возникновению целого направления в распознавании, основанного на широком применении конструкций и методов дискретного анализа.

Присущая Юрию Ивановичу свобода в привлечении подходов как дискретной, так и непрерывной математики позволила ему вскоре описать и исследовать ставшую классической модель алгоритмов вычисления оценок (АВО), в которой оказались объединены большинство известных на тот момент принципов и процедур распознавания. Изучению АВО с тех пор посвящены сотни научных работ, многие из которых выполнены учениками Юрия Ивановича как в России, так и на Украине, в Белоруссии, Армении, Казахстане, Узбекистане и во многих других странах.

В настоящее время АВО является весьма универсальным языком описания процедур распознавания, широко применяемым для решения прикладных задач и порождающим все новые и новые теоретические исследования. При этом основное внимание уделяется разработке эффективных методов оптимизации в классе АВО, сочетающих как выраженный дискретный характер (поиск систем опорных множеств), так и непрерывные методы оптимизации типа нелинейного математического программирования.

В 1969 г. по приглашению академика АН СССР А. А. Дородницына Журавлев переехал в Москву и начал работу в Вычислительном центре АН СССР (ныне — ВЦ РАН). В ВЦ Юрий Иванович возглавил Лабораторию проблем распознавания, которая впоследствии преобразовалась в Отдел проблем распознавания и методов комбинаторного анализа и Отдел вычислительных методов прогнозирования. Отделом проблем распознавания Ю. И. Журавлев руководит и сегодня, одновременно являясь заместителем директора ВЦ РАН по научной работе. С 1970 г. он работает профессором МФТИ на кафедре члена-корреспондента АН СССР (впоследствии — академика) Н. Н. Моисеева.

Учениками и сотрудниками Юрия Ивановича с тех пор решено множество прикладных задач в таких областях, как медицина, геология, социальное и экономическое прогнозирование и т. д., созданы программные комплексы и системы для поддержки принятия решений, распознавания, классификации и прогнозирования. При этом основой для прикладных работ всегда оказываются глубокие фундаментальные математические исследования, проводимые как в области распознавания, так и по дискретному анализу.

В 1976–1978 гг. Юрий Иванович опубликовал цикл работ по ставшему вскоре знаменитым алгебраическому подходу к проблеме синтеза корректных алгоритмов. Эти работы определили современное состояние всей проблематики распознавания и многих смежных областей прикладной математики и информатики. Основная идея алгебраического подхода, восходящая к теории расширений Галуа, состояла в использовании для синтеза экстремальных по качеству алгоритмов алгебраических замыканий (или расширений)

изначально эвристических моделей, т. е. параметрических семейств алгоритмов. В своих основополагающих работах этого периода Юрий Иванович на примерах линейных и полиномиальных расширений показал, что можно даже в явном виде строить экстремальные по качеству алгоритмы для решения очень широких классов плохо формализованных задач. При этом конструкции алгебраического подхода были обоснованы (самим Ю. И. Журавлевым и его учениками) с позиций так называемой гипотезы компактности и с позиций гипотезы о вероятностной природе предметной области. Работы Юрия Ивановича этого периода, как и ранее работы по АВО, также породили целый поток продолжающихся и сегодня исследований, в большой степени определяющих признанное мировое лидерство научной школы Журавлева в области математических методов распознавания.

Наряду с работой в области распознавания, Юрий Иванович в 80-х годах (совместно с А. Ю. Коганом) получил важные результаты по решению «канонически трудных» задач дискретной математики, подтвердившие в очередной раз одну из его любимых мыслей о природе сложности: даже если «почти все» задачи некоторого класса имеют сложность, практически исключающую возможность их решения, это еще далеко не означает, что нельзя эффективно решать конкретные реально встречающиеся задачи из этого класса.

Являясь выдающимся математиком, автором ряда научных направлений и результатов, Юрий Иванович всегда уделял и уделяет много времени и сил общественной и научно-организационной деятельности. В 1962 и 1966 гг. он был делегатом XIV и XV съездов ВЛКСМ, в 1962–70 гг. был членом ЦК ВЛКСМ. В 1967 г. он стал одним из организаторов Всесоюзного Совета молодых ученых и его первым Председателем. Он был также одним из инициаторов учреждения Премий Ленинского комсомола. С 1989 г. Ю. И. Журавлев — член Исполкома IAPR (Международной Ассоциации по распознаванию образов), с 1990 г. — член бюро Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации РАН, с 1991 г. — главный редактор международного научного журнала «Pattern Recognition and Image Processing». В 1997 г. он организовал и возглавил кафедру на факультете вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М. В. Ломоносова, в 1998 г. стал Председателем Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме РАН.

С 1965 г., когда он выступил на Всемирном конгрессе IFIP в Нью-Йорке, и до сегодняшнего дня Юрий Иванович регулярно читает доклады и курсы лекций за рубежом. Так, им прочитаны курсы лекций в университетах США, Франции, Финляндии, Швеции, Австрии, Польши, Болгарии, ГДР и других стран. Эта работа в существенной степени обеспечила широкое международное признание советской науки в области дискретной математики и распознавания образов.

Научные заслуги Ю. И. Журавлева получили широкое признание: в 1984 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1992 г. — академиком РАН. В 1989 г. за цикл прикладных работ ему и ряду его учеников была присуждена Премия Совета Министров СССР. В 1992 г. Юрий Иванович стал академиком РАЕН, в 1993 г. — иностранным членом Испанской королевской академии. Он награжден 8-ю орденами и медалями СССР и России.

Ю. И. Журавлев

О моем 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, бытовой комбинат и т. д. Можно было учиться и работать, не отвлекаясь на быт. Появилось свободное время, захотелось попробовать себя в самостоятельной научной работе.

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 осужден 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.

До девятого класса я не задумывался особенно о будущей профессии. Учеба 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 чем, 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 жестком бесплацикартном вагоне, не внял советам выбрать что-нибудь попроще и поступил (что особенно важно) с предоставлением общежития.

Первый год был очень тяжелым. 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 еще такой же круг. Через несколько месяцев переселили на Старо-каширское 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. Зачетная сессия, экзаменационная сессия, барьер за барьером. Зачет по мат. анализу принимает доцент Зоя Михайловна Кишкина. Разминочная задача: двух-или трехэтажная 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 учебой, 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 всерьез обсуждала актуальнейшую проблему — может ли машина мыслить — и все это определило первое обращение к человеку науки с просьбой — взять в ученики, показать хорошую нерешенную задачу, разрешить поработать в семинаре.

И этим человеком был профессор Алексей Андреевич Ляпунов. После первой же встречи и первого короткого разговора для меня все 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, дошел до Восточной Пруссии, потом был отозван в Артиллерийскую академию, позднее перешел на работу в Отделение прикладной математики Института математики им. В. А. Стеклова (сейчас Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша). В нем счастливо сочетался талант математика-теоретика и способности хорошего прикладника. Это предопределило одно из крупнейших открытий А. А. Он был включен в группу, создававшую 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 XX века предопределили в очень большой степени развитие теории и практики программирования.

По-настоящему, это признано только сейчас. Недавно А. А. награжден одной из престижнейших в мире премий²⁹, 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

²⁹ В 1996 г. заслуги А. А. Ляпунова как «основателя советской кибернетики и программирования» были отмечены самой престижной наградой IEEE Computer Society — медалью «Computer Pioneer».

специализированные модели алгоритмов: алгоритмы выбора слов из конечного множества (1957), локальные алгоритмы вычисления информации (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. Привлек 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 определен 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 намек 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 серьезные 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 своем 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 ее как-нибудь сами и решили. Обе стороны были не правы, но так как мехматовец, как правило, был лицом подчиненным, 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 4×4 . 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). Еще 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 определенных 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 трехзначной логики, выполнив эффектные и отнюдь неочевидные конструкции и доказательства.

С. В. Яблонский к этому времени сформировал и исследовал теоретико-множественную модель минимизации всюду определенных булевых функций. Эти результаты еще не были опубликованы, но С. В. рассказал о них и предложил обобщить на случай не всюду определенных 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 еще 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. Искрометный Тимофеев-Ресовский — Зубр, но о нем 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 своем 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 емкую оценку.

Отзыв

*о работе «Некоторые вопросы теории программирования
на быстродействующие математические машины»
студента 3 курса МГУ Ю. И. Журавлева*

В работе рассмотрены некоторые логические вопросы, связанные с программированием. Основной задачей является задача о построении наиболее простой, в некотором смысле, алгебологической 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 алгебологических 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 несомненный научный интерес и свидетельствует о том, что ее 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 премию 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 еще достаточно острой.

До сих пор не могу понять, почему такое озлобление в наших философских и некоторых окол властных 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 всем 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 чем 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 определенных 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 А. И. Китова, А. А.

Ляпунова и С. Л. Соболева, опубликованная в журнале «Вопросы философии»³⁰, где были четко расставлены все точки. Большую роль сыграл великолепный дуэт Аксель Иванович Берг — Алексей Андреевич Ляпунов. Великолепный 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, математики. И возникает неформальная, нигде ни в каких планах не значащая 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 пришел 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, штрафуется. 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 учетом 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

³⁰ Академик С. Л. Соболев, А. И. Китов, А. А. Ляпунов. Основные черты кибернетики // Вопросы философии, 1955, № 4, с. 136–148.

132 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.

Работу школы курировал Ученый Совет, в нем 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 учеными. Думаю, что замечательный педагог А. А. Ляпунов со всем его взрывным темпераментом, неукротимой энергией, будь он жив, боролся бы сейчас с неореформаторами, подрывающими 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 все 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 ученым, настоящим русским интеллигентом.

Москва, август 2002 г.

Николай Андреевич Криницкий

Р. И. Подловченко

Николай Андреевич Криницкий

Доктор физико-математических наук, профессор Криницкий Николай Андреевич стоял у истоков информатики в нашей стране и внес значительный вклад в её развитие.

Н. А. Криницкий родился в 1914 году. В 1939 году он окончил механико-математический факультет МГУ и в 1940 был призван в ряды Красной Армии. Годы войны провел на фронте. Полковник в отставке, имеет боевые награды. После войны был преподавателем Военной Инженерной Артиллерийской Академии. Активно участвовал в формировании ВЦ № 1 Министерства Обороны, где плодотворно работал с 1955 по 1971 год. Далее, в течение 10 лет был заместителем начальника ГВЦ Госплана СССР. До последних лет жизни работал заведующим кафедрой и профессором МИРЭА.

Н. А. Криницкий был заместителем главного редактора журнала «Программирование» в течение 15 лет с момента основания журнала и членом редколлегии до последних своих дней.

Сфера научной деятельности Н. А. Криницкого отличается большой широтой. В числе более 200 опубликованных работ — работы по теории алгоритмов, теории программирования, алгоритмическим языкам, информационным системам, интеллектуальным системам, формализации описания ЭВМ. Н. А. Криницкому принадлежит первая общедоступная отечественная монография по программированию. Вместе с другими учениками Алексея Андреевича Ляпунова он закладывал основы теоретического программирования, теории и практики построения информационных систем. Монографии Н. А. Криницкого (их — более 10) широко известны в нашей стране и переведены на английский, французский, немецкий и испанский языки. Последняя его книга «Аналитическая теория алгоритмов» вышла из печати после кончины Николая Андреевича, последовавшей в 1993 году.

Труды Н. А. Криницкого, непосредственное руководство многочисленными аспирантами, чтение лекций в вузах, многолетнее руководство научным семинаром по информационным системам внесли неоценимый вклад в воспитание специалистов по информатике.

18 октября 2002 г.

Многоуважаемая Римма Ивановна!

В настоящее время коллективом авторов подготавливается к изданию книга справочного характера под названием «Программирование». Кратким введением к этой книге должна явиться прилагаемая справка «Основные этапы развития вычислительной техники и методов программирования».

Прошу не отказать в любезности и выслать мне по адресу: Москва, И-10, проспект Мира, д. 40, кв. 23, Криницкому Н. А. дополнения к этой справке, которые, по Вашему мнению, являются необходимыми, и Ваши замечания. Желательно, чтобы предлагаемые для включения в справку работы сопровождалось кратким описанием (одна–две фразы) их содержания и точными библиографическими данными (в стиле приложенного к справке списка литературы).

Заранее благодарю за выполнение моей просьбы.

14 марта 1960 г. Уважающий Вас,

Н. А. Криницкий

Публикуется по машинописной копии из архива Р. И. Подловченко.— *Ред.*

Н. А. Криницкий

Основные этапы развития вычислительной техники и методов программирования

1. Развитие вычислительной техники

Развитие вычислительной техники протекало в двух направлениях и представлено машинами двух принципиально различных классов: машинами непрерывного и машинами дискретного действия.

В машинах непрерывного действия математические переменные изображаются физическими величинами (изменяющимися углами поворота, длинами, скоростями, электрическими напряжениями и т. п.). Простейшими машинами непрерывного действия являются логарифмическая линейка, планиметр, интегратор.

Основой для создания машин непрерывного действия явился метод моделирования. Если два процесса различной физической природы описываются одинаковыми математическими

средствами, то любой из них можно считать моделью другого, всякий реальный процесс можно считать моделью той математической зависимости, которая является его описанием.

Важнейшим видом машин непрерывного действия являются электронные интеграторы, предназначенные для решения систем дифференциальных уравнений. Конструктивно машины непрерывного действия состоят из отдельных блоков, предназначенных для выполнения отдельных математических операций и для моделирования отдельных математических функций. Для решения задачи необходимые блоки, из числа имеющихся в комплекте машины, соединяются между собой тем или иным способом, зависящим от характера задачи.

Таким образом, сложность задачи, поддающейся решению на машине непрерывного действия, ограничена наличным комплектом ее оборудования. Точность результатов решения обусловлена качеством элементов, из которых построена машина непрерывного действия, и сравнительно невелика (три–четыре верных значащих цифры). Повышение точности решения наталкивается на существенные технологические и эксплуатационные трудности. Наряду с перечисленными недостатками, машины непрерывного действия обладают ценной особенностью: их можно сочетать с реальной аппаратурой, заменяя, таким образом, натурные испытания этой аппаратуры лабораторными (например, электронная машина непрерывного действия, моделирующая сигналы, вырабатываемые приборами самолета, может быть применена для испытаний автопилота).

В машинах дискретного действия принят цифровой способ представления чисел, откуда и происходит их название — цифровые машины. Для изображения каждой цифры применяется какой-либо прибор (элемент машины), которому свойственно несколько устойчивых состояний, резко разграниченных между собой.

Каждому состоянию элемента поставлена в соответствие определенная цифра. Первые цифровые вычислительные машины появились в глубокой древности (например, *абак* древних греков). Их представителями являются широко известные конторские счеты, арифмометры и ручные электрифицированные счетно-клавишные машины.

При создании цифровой вычислительной машины всегда можно предусмотреть сколь угодно высокую точность ее работы, что достигается включением в ее состав достаточного количества элементов, изображающих разряды чисел. При этом не повышаются требования к точности изготовления и стабильности работы элементов, так что из сравнительно грубых элементов могут быть построены цифровые машины, обеспечивающие высокую точность вычислений.

На арифмометрах и ручных счетно-клавишных машинах производятся только арифметические действия. Однако разработанные к настоящему времени численные методы математики позволяют с помощью этих машин решать самые разнообразные математические задачи. Другими словами, в отличие от машин непрерывного действия, цифровые машины могут быть практически универсальными.

Перечисленные выше простейшие цифровые вычислительные машины являются средством механизации процесса выполнения вычислительных операций.

В начале текущего столетия появились счетно-аналитические или перфорационные машины, предназначавшиеся для удовлетворения нужд статистики, бухгалтерского учета и банковского дела. В этих машинах механизирован и отделен от выполнения арифметических операций процесс ввода чисел. Числа изображаются в виде систем отверстий, пробитых на стандартных листах тонкого картона — перфокартах. На этих же перфокартах пробиты признаки («приказы»), указывающие какие операции и над какими числами должны быть произведены. Перфокарты, последовательно выбираемые машиной из колоды перфокарт, «ощупываются» системой электрических контактов, которые при наличии отверстий в перфокарте замыкаются и посылают сигналы в машину.

Настройка машины для решения задачи производится заблаговременно, путем соответствующего соединения (коммутации) отдельных ее блоков. Постоянная коммутация не позволяет во время работы перестраивать машину. Результаты вычислений печатаются на рулоне бумаги или, если процесс вычислений должен быть продолжен при другой

коммутации машины, пробиваются на так называемых итоговых перфокартах для нового ввода. Таким образом, процесс вычислений автоматизирован не полностью.

В сороковых годах XX века появилась принципиально новая разновидность цифровых машин — электронные цифровые программно-управляемые машины.

Основные принципы построения таких машин были сформулированы известным американским математиком Джоном фон Нейманом в 1946 г.

Наряду с применением электронных приборов и элементов, обеспечивающих небывалую до сих пор быстроту выполнения операций, а также записи в запоминающее устройство и считывания из него чисел, для этих машин характерна полная автоматизация вычислительного процесса, исключая участие в нем человека.

В программно-управляемой машине вычислительный процесс выполняется в соответствии с последовательностью приказов (так называемых команд), которые вводятся в запоминающее устройство машины вместе с исходными данными. Такие последовательности команд называются программами. Программы кодируются с помощью чисел, что позволяет подвергать их команды математическим операциям и, таким образом, автоматически видоизменять. Кроме того, программно-управляемые машины позволяют предусматривать в программах изменение порядка выполнения команд в зависимости от промежуточных результатов вычислений.

Перечисленные особенности электронных программно-управляемых машин позволили расширить область их применений далеко за первоначально намеченные рамки сверхбыстрых математических вычислений.

В Советском Союзе первая электронная цифровая машина МЭСМ (Малая Электронная Счетная Машина) была создана в 1948 г. в Киеве, под руководством Героя Социалистического Труда С. А. Лебедева. В 1953 г. под его же руководством создана весьма совершенная быстродействующая электронная счетная машина БЭСМ. В том же 1953 г. была разработана под руководством Героя Социалистического Труда Ю. Я. Базилевского большая электронная цифровая машина «Стрела». Промышленностью была выпущена серия таких машин.

В 1954 г. под руководством инженера Б. И. Рамеева создана малая электронная цифровая машина «Урал-1», серийно выпускаемая нашей промышленностью, а в 1959 г. — машина «Урал-2».

Под руководством члена-корреспондента АН СССР И. С. Брука в 1952 г. была создана (в 1954–55 гг. существенно модернизированная) малогабаритная быстродействующая электронная цифровая машина М-2, а в 1957 г. — электронная цифровая машина М-3. В 1959 г. под руководством Героя Социалистического Труда С. А. Лебедева разработана универсальная электронная вычислительная машина М-20.

В настоящее время в Советском Союзе в ряде учреждений и вычислительных центров эксплуатируется большое количество электронных цифровых машин различных конструкций. Много машин находится в стадии разработки. Среди последних отметим информационную машину, разрабатываемую под руководством доктора физико-математических наук Л. И. Гутенмахера.

2. Развитие методов программирования

Появление электронных цифровых машин привело к возникновению ряда проблем, из которых мы остановимся на двух — на проблеме подготовки задач для решения на этих машинах и на проблеме выявления области их применимости.

Первая из указанных проблем сразу же разделилась на две: на проблему программирования и проблему контроля.

В области разработки методов контроля на первых же порах была установлена возможность автоматического осуществления контроля правильности вычисления с помощью повторных просчетов, или контрольных соотношений [3].

Трудности программирования заставили заняться вопросами разработки его методики. Первым серьезным успехом в этом вопросе явился метод символических адресов, который при ручном программировании заключается в применении так называемых буквенно-

числовых обозначений [3]. С 1950 г. под руководством Л. А. Люстерника в ИТМиВТ АН СССР проводилась работа над проблемами программирования, результатом которой явилась вышедшая в 1952 г. монография [7] коллектива авторов «Решение математических задач на автоматических цифровых машинах» (Л. А. Люстерник, А. А. Абрамов, В. И. Шестаков, М. Р. Шура-Бура).

Из первых вышедших в СССР книг по вопросам вычислительной техники и методам программирования упомянем еще монографию [6] А. И. Китова «Электронные цифровые машины». Поиски средств облегчения работы программистов были направлены по двум совершенно естественным путям.

Первый из этих путей привел к появлению разработанного в Советском Союзе операторного метода программирования [1, 3], предложенного в 1953 г. А. А. Ляпуновым (Москва). Этот метод предусматривает переход от математической формулировки алгоритма решения задачи к так называемой логической схеме программы и лишь затем — переход от логической схемы к программе.

В 1957 г. Л. А. Калужниным (Киев) разработан метод программирования, в котором переходной ступенью от математических формулировок алгоритмов к программам являются так называемые граф-схемы [2].

Путь накопления составленных программ привел к появлению метода библиотечных подпрограмм. В методе библиотечных подпрограмм наметились две разновидности — метод открытых стандартных подпрограмм и метод замкнутых стандартных подпрограмм.

Одновременно с развитием проблемы подготовки задач к решению на машинах велись работы по определению области применимости машин. Здесь прежде всего были установлены многочисленные классы математических задач и определены численные методы для их решения. Только появление быстродействующих электронных цифровых машин позволило практически применять метод статистических испытаний (Монте-Карло). Разработанная в 1957 г. инженером И. А. Данильченко приставка к электронной цифровой машине — датчик случайных чисел, в которой для генерирования случайных чисел используются шумы в электронных лампах, способствовала внедрению этого метода.

Была установлена применимость машин для математического моделирования различных процессов и решения логических задач. В конечном счете стало ясно, что электронные цифровые машины являются средством механизации умственного труда, а также средством автоматизации различных процессов, в которых до сих пор управляющим, руководящим звеном являлся человек.

Идея автоматизации получила немедленное приложение к проблеме подготовки решения задач на машинах.

Автоматизация операторного метода программирования (вернее перехода от логической схемы к программе) привела к появлению операторных программирующих программ.

Первые успехи в этой области были достигнуты Э. З. Любимским и С. С. Камыниным в 1954 г. в связи с созданием программирующей программы ПП-1, явившейся как бы макетом для проверки новых идей.

В 1955 г. М. Р. Шура-Бурой, Э. З. Любимским, С. С. Камыниным, В. С. Штаркманом, Э. С. Луховицкой и И. Б. Задыхайло была разработана значительно более совершенная программирующая программа ПП-2 [9–13, 17]. Успех ПП-2 послужил стимулом к созданию ряда программирующих программ.

В 1955 г. В. А. Федосеевым и другими была составлена программирующая программа для машины «Стрела-2»; в 1956 г. А. П. Ершовым, В. М. Курочкиным, Л. Н. Королевым, Л. Д. Пановой и В. Д. Поддерюгиным разработана программирующая программа ПП-С для машины «Стрела» [3]. Последующие программирующие программы развивают идеи, положенные в основу первых, содержат ряд усовершенствований, предусматривают автоматизацию составления новых видов операторов и т. д.

Был автоматизирован и метод символических адресов, вернее та часть процесса программирования этим методом, которая известна под названием «присвоение действительных адресов». В 1956 г. Э. З. Любимским и Т. Исаенко была разработана программа автоматического присвоения адресов (ПАПА), обладающая высокой

универсальностью [17]. В 1957 г. разработана И. В. Поттосиным и закомутирована в машине «Стрела» стандартная программа присвоения действительных адресов (СП-77).

Был автоматизирован трудоемкий и требующий большой тщательности процесс исправления ошибок, обнаруженных в программе [3], для чего Г. Д. Фроловым в 1957 г. разработана специальная программа вставки, удаления, замены и перенумерации команд (ВУЗП).

Автоматизация метода открытых библиотечных подпрограмм привела к появлению объединяющих и составляющих (или компилирующих) программ, а автоматизация метода замкнутых подпрограмм — к появлению так называемых интерпретирующих систем.

Из числа компилирующих программ необходимо отметить программу присвоения внутренних адресов и стандартную составляющую программу (ССП), созданные в 1957 г. в Вычислительном Центре МГУ Е. А. Жоголевым, и «программирующую систему компилирующего типа», разработанную в 1957 г. коллективом под руководством Ю. И. Морозова. В 1959 г. А. М. Бухтияровым и Д. А. Степанченко разработана составляющая программа СС-1, в которой включение стандартных подпрограмм в основную программу совмещено с переработкой, обусловленной их зависимостью от параметров.

Библиотеки стандартных подпрограмм были разработаны в 1957 г. К. П. Трифоновым, Е. А. Жоголевым, Г. С. Росляковым и другими (для машин М-2 и «Стрела»), а в 1959 г. А. М. Бухтияровым и Д. А. Степанченко (библиотека БСП-1 для машины «Стрела»).

Из числа интерпретирующих программ укажем ряд программ, названных авторами «прорабами» [17], которыми с 1955 г. занимаются Л. В. Канторович, Л. Т. Петрова, В. А. Булавский и другие (Ленинград). Важной особенностью разработанной ими системы программирования, является многомерность величин, с которыми может оперировать «прораб» [18].

Автоматизация процессов проверки правильности составленных программ и процессов отладки программ на машинах породила ряд контролирующих и отлаживающих программ. В ВЦ АН СССР были составлены А. П. Ершовым и В. Д. Поддерюгиным контролирующие программы «Луч» и «Пик», в Институте математики АН СССР Т. А. Тросман и другими — так называемая «программа контроля», Кузьминым, Н. С. Красильниковым и Т. А. Андросовой была составлена так называемая «следающая программа».

В 1959 г. Г. Д. Фроловым разработаны принципы построения контролирующей программы, восстанавливающей по контролируемой программе ее логическую схему (задача, обратная программированию).

Успехи, достигнутые при изучении возможностей электронных цифровых машин, привели к тому, что весьма актуальной стала проблема построения алгоритмов решения математических задач. Накопленный за предыдущий период развития математики запас таких алгоритмов оказался недостаточным для нужд практики, требующей решения все новых и новых сложнейших задач на программно-управляемых машинах. Многие математические задачи, решение которых до появления программно-управляемых быстродействующих машин было заведомо невозможным, ставятся для решения теперь впервые и требуют разработки совершенно новых алгоритмов.

Возможность автоматизации с помощью программно-управляемых машин широкого класса производственных процессов, которыми до сих пор управлял человек, потребовала разработки управляющих алгоритмов.

При этом оказалось, что многие алгоритмы, как математические, так и управляющие, требуют выполнения столь большого количества актов, что даже при использовании электронных цифровых программно-управляемых машин, осуществляющих тысячи элементарных актов в секунду, эти алгоритмы не эффективны, то есть не могут быть выполнены за приемлемое время. В таких случаях нередко делают вывод о невозможности решения задач, между тем как многие неэффективные алгоритмы можно заменить эффективными, путем их равносильных преобразований.

Таким образом, весьма большое значение приобрела проблема равносильных преобразований алгоритмов с целью их улучшения.

До последнего времени методика преобразования алгоритмов оставалась совершенно неразработанной и лишь недавно, в 1957 и 1958 гг. появились работы Ю. И. Янова, посвященные этому вопросу [15], а в 1958 и 1959 гг. — работы Р. И. Подловченко и Н. А. Криницкого [14, 21].

Особенности имеющихся машин безусловно оказали определенное влияние на развитие методов программирования. Однако, весьма быстро начало сказываться обратное влияние развития методов программирования на модернизацию имевшихся и выбор конструкции новых программно-управляемых машин.

При выборе новой конструкции машин большое значение имеет оценка роли и значения различных параметров машины и ее особенностей. Некоторые необходимые для этого весьма интересные статистические данные были получены с помощью разработанной в 1957 г. Э. З. Любимским и Т. П. Кузнецовой специальной статистической программы. Заслуживающие внимания исследования особенностей программирования для машин с фиксированной запятой были проведены в связи с машиной М-2 в 1955–1956 гг. При этом было установлено, что предложенный С. Л. Соболевым и развитый Е. А. Жоголевым метод плавающих масштабов не приводит к заметному усложнению программ или увеличению времени решения задач по сравнению с их решением на машинах с плавающей запятой. Тем самым было показано, что распространенное мнение о чрезвычайных трудностях эксплуатации машин с фиксированной запятой сильно преувеличено [17].

В 1958 г. при проектировании новой машины была применена разработанная Н. А. Криницким, П. Н. Комоловым и М. Б. Горизонтовой программа, моделирующая проектируемую машину на имеющейся универсальной машине. Эта моделирующая программа была использована для оценки системы команд и заблаговременной отладки испытательных и рабочих программ, составленных в коде проектируемой машины.

Когда стала ясной возможность использования цифровых программно-управляемых машин для выполнения формальных видов умственной работы, был предпринят ряд исследований их возможностей в этом направлении. Сравнительно доступные по трудности задачи указанного характера можно найти в области игр.

В связи с этим были составлены [4, 16] программа решения шахматных задач (В. М. Курочкин) и ряд программ игры цифровых машин против человека: в домино «козел» (Ю. А. Первин), в некоторые варианты игры в «крестики и нолики» (Н. И. Гуськов и А. А. Ляпунов) и в «ним» [4]. К программам этого же типа относится разработанная для машины «Урал» Р. Х. Зариповым программа композиции музыкальных фраз.

Принципиальный интерес имеют опыты применения электронных цифровых машин для автоматического осуществления перевода научно-технических текстов с одного языка на другой [3, 16].

Программа перевода с английского языка на русский составлена в 1954–55 гг. коллективом сотрудников ИТМиВТ. В настоящее время ведется работа над построением машинного перевода с немецкого, японского и китайского языков на русский [16].

В МИАН в 1954–56 гг. О. С. Кулагиной и И. А. Мельчуком составлена программа перевода с французского языка на русский [19, 20]. Алгоритм перевода с английского языка на русский, основанный не на пословном анализе текстов, а на структурном анализе предложений разработан Т. Н. Молошной [16].

И. А. Мельчуком разработан алгоритм перевода с венгерского языка на русский [21].

Успешно ведутся в настоящее время работы по созданию специальных информационно-логических машин. Электронные цифровые устройства с программным управлением отлично зарекомендовали себя как устройства для управления станками и другими производственными объектами.

За рубежом развитие методов программирования шло главным образом по пути разработки метода стандартных библиотечных подпрограмм. При этом больше разрабатывались компилирующие программы и в меньшей степени интерпретирующие системы.

Были разработаны также различные формальные языки для описания программ (например, формальный язык Фортран, США), аналогичные языкам, применяемым в СССР

для задания исходной информации операторным программирующим программам. Метод программирования, основанный на применении таких формальных языков, состоит в том, что программист по математическому описанию алгоритма решения задачи составляет описание этого алгоритма на формальном языке; последнее с помощью программирующей программы перерабатывается уже в программу решения задачи.

Описания алгоритмов с помощью формальных языков неудобны для равносильных преобразований алгоритмов и в этом отношении существенно уступают применяемым в СССР логическим схемам.

В заключение заметим, что развитие цифровых программно-управляемых машин, возникновение которых было обусловлено, с исторической необходимостью, развитием науки и техники, само явилось стимулом для дальнейшего прогресса науки и техники.

Любопытно отметить также, что некоторые разделы математики, которые прежде считались весьма важными для высших разделов теории, но абсолютно не имеющими применений на практике, стали теперь прикладными дисциплинами (например, математическая логика и теория алгоритмов).

Литература

1. А. А. Ляпунов. О логических схемах программ // Проблемы кибернетики, 1958, Вып. 1, с. 46–74.
2. Л. А. Калужнин. Об алгоритмизации математических задач // Проблемы кибернетики, 1959, вып. 2, с. 51–67.
3. А. И. Китов, Н. А. Криницкий. Электронные вычислительные машины. Изд. АН СССР, 1959.
4. А. И. Китов, Н. А. Криницкий. Электронные цифровые машины и программирование. М.: Физматгиз, 1959.
5. А. И. Китов, Н. А. Криницкий, П. Н. Комолов. Элементы программирования (для электронных цифровых машин). Изд. Артиллерийской инж. академии, 1956.
6. А. И. Китов. Электронные цифровые машины. Сов. радио, 1956.
7. Л. А. Люстерник, А. А. Абрамов, В. И. Шестаков, М. Р. Шура-Бура. Решение математических задач на автоматических цифровых машинах. Программирование для БЭСМ. М.: Изд. АН СССР, 1952.
8. А. П. Ершов. Программирующая программа для быстродействующей электронной счетной машины. М.: Изд. АН СССР, 1958.
9. С. С. Камынин, Э. З. Любимский, М. Р. Шура-Бура. Об автоматизации программирования при помощи программирующей программы // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1, с. 135–171.
10. Э. С. Луховицкая. Блок обработки логических условий в ПП-2 // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1, с. 172–177.
11. Э. З. Любимский. Арифметический блок ПП-2 // Проблемы кибернетики, 1959, вып. 1, с. 178–181.
12. С. С. Камынин. Блок переадресации в программе ПП-2 // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1, с. 182–184.
13. В. С. Штаркман. Блок экономии рабочих ячеек в ПП-2 // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1, с. 185–189.
14. Р. И. Подловченко. Об основных понятиях программирования // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1, с. 128–134.
15. Ю. И. Янов. О логических схемах алгоритмов // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1, с. 75–127.
16. А. А. Ляпунов. Математические исследования, связанные с эксплуатацией электронных вычислительных машин. Математика в СССР за 40 лет. Т. 1. М.: Физматгиз, 1959, с. 857–877.
17. М. Р. Шура-Бура. Программирование. Математика в СССР за 40 лет. Т. 1, М.: Физматгиз, 1959.
18. Л. В. Канторович. Об одной математической символике, удобной при проведении вычислений на машинах // Докл. АН СССР, 1957, т. 113, № 4, с. 738–741.
19. О. С. Кулагина и Г. В. Вулковская. Опытные переводы с французского языка на русский на машине «Стрела» // Проблемы кибернетики, 1959, вып. 2, с. 283–288.
20. О. С. Кулагина. Об операторном описании алгоритмов перевода и автоматизации процесса их программирования // Проблемы кибернетики, 1959, вып. 2, с. 289–302.
21. Н. А. Криницкий. Равносильные преобразования логических схем. Автореферат диссертации. М.: МГУ, 1959.

Василий Васильевич Налимов

Ж. А. Дрогалина

Василий Васильевич Налимов — человек, ученый, философ

От Налимова я уходил окрыленный, ибо никто еще не требовал от меня так ясно чистоты и подвига.

В. Я. Голованов³¹

Рассказывать о Василии Васильевиче Налимове не просто, потому что непросто говорить о современнике, и еще более непросто говорить о выдающемся современнике — человеке и мыслителе, истинные масштабы которого раскрываются во времени и истории.

Однажды, незадолго до смерти, он сказал: «Мне, наверное, нужно умереть, чтобы меня начали понимать». Возможно, даже и это условие недостаточно — слишком далеко вперед он сумел уйти. Коллега — математик проф. В. Н. Тутубалин сравнительно недавно (уже в последние годы жизни Василия Васильевича) написал:

Но теперь, через двадцать с лишним лет, я вижу с полной ясностью, что прикладная деятельность в области математической статистики может быть успешной только в том случае, если математика Колмогорова сочетается в ней с философией Налимова ([1], с. 101).

Философия Налимова — это знание, объемлющее многомерность реальности, целостность мира и величие тайн. Нам всем еще придется «вчитываться в него, не боясь, что сказанное им "устарело": оно только еще разворачивается во всей своей светлой силе перед неизвестностью нового века» — эти слова В. Я. Голованов адресовал Андрею Платонову³². В полной мере их можно отнести и к Василию Васильевичу Налимову, в мысли которого светлая сила «творящего Логоса» безусловно проявлена и воплощена.

Василий Васильевич Налимов — математик и философ, доктор технических наук, профессор МГУ, почетный академик РАЕН — занимался математической статистикой, математической теорией планирования эксперимента, химической кибернетикой, биологией, наукометрией (ему принадлежит пионерский вклад в развитие этого направления, включая сам термин «наукометрия»). Он является автором подхода, который сам называл *вероятностно ориентированной философией* (американский редактор его книг профессор Р. Колодный называл его подход *вероятностной метафизикой*). Философская система суждений В. В. Налимова позволяла ему, «обращаясь к науке, выходить за традиционно установленные пределы», что мог себе позволить, конечно, только свободный мыслитель: «Я был ученым, но оставался свободным от сурового насилия науки» [2]. В книгах философской направленности таких, как «Вероятностная модель языка» [3], «Спонтанность сознания» [4], «В поисках иных смыслов» [5], «На грани третьего тысячелетия» [6], «Реальность нереального» [7], «Разбрасываю мысли» [2] В. В. Налимов анализировал главную с его точки зрения проблему философии — проблему *смыслов*³³, «их проявленности в Мире и одновременно их вневременной трансценденции» [4]³⁴.

Работа выполнена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 00-03-00083).

³¹ В. Я. Голованов. Канатоходец или рай парадоксов. Газета *Первое сентября*, 3.07.2001, № 48, с. 3.

³² В. Я. Голованов. Книжное обозрение «Ex libris НГ» 15.02.2001, с. 3.

³³ *Смыслы* — это то, из чего создаются *тексты* с помощью *языка*. *Тексты* — это то, что создано из *смыслов* с помощью *языка*. *Язык* — это средство, с помощью которого из *смыслов* рождаются *тексты*. Триада становится синонимом *сознания* ([8], с. 122).

³⁴ В контексте проявленности он анализировал и природу времени, которым много занимался (например, [7]):

В идейном контексте он соотносил свой подход не только с философскими традициями Запада (Платон, Плотин, гностицизм, Августин, Кант, Ницше, Дильтей, Шлейермахер, Хайдеггер, Гадамер, Уайтхед, Жильсон, Сартр, Полани, Рикёр, Деррида, но также с трансперсональной и гуманистической психологией, стремясь *по-новому* осветить проблемы языка и логики, творчества и эволюции, материи и сознания, жизни и смерти.

Корни

Василий Васильевич Налимов родился 4 ноября 1910 г. в Москве в семье «студента и жены его законной»³⁵.

Его родители были людьми замечательными.

Отец — Василий Петрович Налимов, «инородец» из зырянской деревни — получивший фельдшерское образование по решению Земства³⁶. Он был талантливым врачом, унаследовавшим целительские способности от своего отца, шамана-пама. Василий Петрович смог поступить в Московский университет на естественное отделение физико-математического факультета, для чего пришлось сдать экстерном экзамены за полный курс классической гимназии. «Это, наверное, была самая большая и серьезная победа в жизни Василия Петровича»³⁷ — самоучки-инородца, даже не начинавшего учиться в гимназии, но самостоятельно подготовившегося по всем предметам, включая латынь и древнегреческий; труднее всего дался экзамен по Закону Божьему — духовные языческие традиции были естественнее и понятнее. Вот что в этой связи Василий Васильевич Налимов, унаследовавший глубокое уважение к язычеству, пишет о своем отце:

Отец — выходец из зырян (теперь коми). Он всегда подчеркивал свою иноплеменность, его выговор всегда был немного не русским. Он вошел в русскую жизнь как инородец, сохранивший любовь к своему народу, изучавший его как этнограф и всегда считавший своим внутренним долгом показать, что малые и подавленные народности несут свое миропонимание, достойное изучения, философского осмысления и уважения ([10], с. 28).

Глубокое понимание языческой культуры, укорененной в сознании северных людей, позволило Василию Петровичу создать работы по природопользованию, актуальность которых во времени не только не уменьшилась, но, скорее, даже возросла. Вот как об этом пишет В. Е. Борейко в статье «Этнограф, природовед, географ»:

По-видимому, нелепо было бы пытаться проследить судьбу человеческого Я вне его собственного Времени, так же как бессмысленно ставить вопрос о судьбе (об истории) физической частицы вне границ ее проявленности. Кажется, мы теперь убедились в том, что все наши попытки осмыслить природу Времени — как бы многообразны они ни были — это не более чем поиск подходящего языка для описания проявленности» (с. 347).

В последней книге ([2], с. 143) вышедшей уже без него, читаем:

Теперь несколько слов о Времени. Время само по себе не измеримо — это хорошо понял еще Плотин (см. [9]). Иллюзорное представление о его измеримости возникает тогда, когда появляется наблюдатель, обладающий часами. Если мы можем представить себе Мир, в котором ничего нет, то в нем нет ни часов, ни — соответственно — Времени. Часы — это тот аспект проявленности Мира, который позволяет наблюдателю конструировать свое представление о Времени. Но проявленность Мира дается через тексты — такими словами мы начали эту работу, и, если продолжать говорить на этом языке, то Время для нас оказывается просто грамматикой текстов Мира (подробнее эту мысль мы уже развивали в [9]). Таким образом, перед нами синонимические пары: Текст — Часы, Грамматика текста — Время.

³⁵ «Так было записано в книге Михаило-Архангельской церкви Московской университетской акушерско-гинекологической клиники» ([10], с. 101).

³⁶ «Природа как бы была озабочена тем, чтобы вытолкнуть его в мир другой жизни: способности к интеллектуальной деятельности у него были выражены столь же отчетливо, как и неспособность к ручной работе, нужной в крестьянской жизни» ([10], с. 32).

Профессора В. П. Налимова можно с успехом назвать основателем новой науки — этнографической экологии. Его школа, так и не успев окрепнуть, была уничтожена в роковые 30-е ([11], с. 42).

Василий Петрович словно сумел увидеть грядущие экологические проблемы и попытался создать новую дисциплину — этноэкологию, которая, способствуя сохранению священных рощ и ручьев, сакральных составляющих бытия, помогала бы сохранять физическое и духовное здоровье людей.

О духовных традициях зырян и пермяков Василий Петрович Налимов рассказал в своих этнографических трудах, отмеченных наградами Императорского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии (подробнее об этом в [10], с. 37–38).

В начале 1932 г. он был арестован — ему приписывалась роль руководителя финно-угорского националистического движения, направленного на отторжение от Советского Союза северной его части — от Финляндии до Охотского моря. «Отец бешено сопротивлялся, собирая в одну точку всю силу мага северных лесов» ([10],

с. 70). Сопротивление и непокорность составляли одну из главных черт его независимой натуры:

Он всю жизнь боролся. Боролся со всеми, против всего, никогда не примыкая к каким-нибудь политическим течениям или организациям. Боролся прежде всего во имя сохранения человеческого достоинства, безропотное повиновение считая унижительным. Это он делал естественно, как нечто само собой разумеющееся, но часто, как бы в оправдание, повторял: «Ведь мои предки — свободные охотники — никогда не были крепостными» ([10], с. 28).

Осенью 1938 г. последовал второй арест.

Василий Петрович Налимов погиб в сыктывкарской тюрьме в 1939 г., непобежденный своими обвинителями. У него, конечно, было большое сердце, но верится с трудом, что смерть его была естественной — он выигрывал неравное сражение, а это было недопустимо:

Отец погиб, но выиграл свое сражение — сохранив свою духовную природу, выполнил свою задачу ([10], с. 75).

Он настоял на дополнительном расследовании своего дела и умер именно во время этого дополнительного расследования, по логике которого обвинение с него должно было быть снято:

Отец продолжал бороться до конца. Он не мог принять и признать нелепости в обмен на милости за послушание. Не по убеждению, не умозрительно, а по самой своей природе он был анархистом, акратом. Не мог не противостоять тотальной государственности, прикрывающейся «велеием истории», безумию, поддержанному большинством народа, правящей партией и многими выдающимися интеллектуалами Запада ([10], с. 74–75).

Эта характеристика в значительной мере относится и к самому Василию Васильевичу Налимову, анархический дух которого ярко проявился в мировоззрении и философии — вся система суждений его вероятностной метафизики была построена так, что позволяла ему, обращаясь к науке, выходить за ее традиционно установленные пределы. «Выход за пределы» определил пионерский характер всех его трудов, включая соотнесенность с трансперсональной психологией, расширяющей биографию личности до масштабов вселенского опыта — вечного, вездесущего, не знающего ни времени, ни пространства.

И еще одно:

«Чахлой книжности» у отца никогда не было. Всегда звучала собственная свободная живая мысль... ([10], с. 61).

Чахлой книжности не было и в трудах Василия Васильевича Налимова, но всегда — собственная свободная и живая Мысль.

Мать Василия Васильевича — Надежда Ивановна Тотубалина, рано ушла из жизни, оставив девятилетнего Василия и двоих малышей на руках отца. Она была врачом-хирургом

первого выпуска Московских высших женских курсов и умела лечить все болезни. Во время Первой мировой войны Надежда Ивановна работала в госпитале Нижнего Новгорода практически единственным хирургом, и ее руки возвращали жизнь раненым солдатам. Она часто брала с собой на обходы маленького Василия, и он рано познакомился с болью, страданием, войной, насилием. А еще — с ее подвижническим, жертвенным служением. Это осталось на всю жизнь в глубинах его души. Надежда Ивановна погибла на эпидемии сыпного тифа, не просто выполняя врачебный долг, но сделав свой моральный выбор, — у нее было трое детей, и она имела право отказаться, но не смогла себе это позволить. Такова была медицинская и человеческая квалификация — неподдельное качество личности и специалиста.

Василий Васильевич внешне был очень похож на нее — глубокой печалью, сосредоточенностью, тихим светом, порой очевидным, зримым. Мать оставила глубокий след, который не стерся на трудных дорогах его жизни:

Передо мной лежит значок, который она носила на груди³⁸. Всматриваясь в него, я вижу, как из далекого тумана выплывает ее образ, излучающий тепло и любовь. Я запомнил ее доброй, печальной и ласковой ([10], с. 94).

Василий Васильевич написал о родителях в своей мемуарной книге «Канатоходец» [10], неоднократно цитированной выше. Начал работать над книгой во время инфаркта (1992) и был так занят своими мыслями, что болезнь свою не хотел замечать. Она ему мешала, но не останавливала. Он не поехал в больницу и все свободное от приступов время проводил за письменным столом. Он писал также

о духовных учителях своей юности, с которыми провел десять лет жизни в Движении мистического анархизма; о лекциях в музее П. А. Кропоткина³⁹, о воздухе свободы, которым надышался там на всю жизнь. Это был Вольный университет, где их учили понимать реальность — внутреннюю и внешнюю, учили углубленному созерцанию, творческому свободомыслию, самостоятельному осмыслению духовного начала жизни (тема личностной теологии присутствует в разных работах Василия Васильевича); учили тому, что «смысл жизни — умирания обретается в космических странствиях к неведомым высотам бытия» ([6], с. 35). Это была «новая для России нить философского осмысления мира с синтетических позиций, готовых впитать в себя все богатство мысли как Запада, так и Востока, не чуждаясь ни многообразия религиозных представлений, ни научных построений, ни философских изысканий» ([10], с. 16). Они учились «слышать зов вечности». Это не пафос, не патетика — такова была высота, опыт качества, высвобожденный из глубин души, если говорить словами Дитриха Бонхёффера:

Главное — это расчистить и высвободить погребенный в глубине души опыт качества, главное — восстановить порядок на основе качества. Качество — заклятый враг омассовления ([12], с. 41).

Мысль

Василий Васильевич жил в великих просторах мысли и любил ее «как таковую». С ранней юности математика и философия для него были слиты воедино.

В «Канатоходце» Василий Васильевич написал:

Я принял решение поступить на математическое отделение физико-математического факультета отнюдь не потому, что я любил решать задачи и доказывать теоремы. Из

³⁸ Серебряный значок выпускниц Московских высших женских курсов.

³⁹ «Музей Кропоткина во второй половине 20-х годов был чуть ли не единственным в Москве не законспирированным островком свободной мысли. Именно там я впервые почувствовал ее дыхание. Эта привязанность к свободной мысли сохранилась у меня на всю жизнь» ([10], с. 140).

⁴⁰ «Вся моя творческая деятельность находилась в той или иной степени под влиянием Солоневича. Я даже часто не осознавал этого влияния, но оно было во мне» ([10], с. 163).

лекций математика А. А. Солоновича⁴⁰, читавшихся в Кропоткинском музее, я понял, что философское осмысление мироздания возможно только на языке математики... Особое впечатление на меня произвели лекции Солоновича о философском истолковании теории множеств. Я понял, что столкнулся с чем-то очень важным в понимании множественного как целого ([10], с. 122).

Поэтому в 1929 г. он поступил на математическое отделение физико-математического факультета МГУ, которое оставил в 1931 г. из-за конфликта с комсомольской организацией.

Начальная деятельность его как физика прервалась в 1936 г. сталинскими репрессиями, которые длились до 1954 г. Общий репрессивный срок составил 18 лет, в течение которых он побывал в русских тюрьмах, лагерях и ссылках — снимал «торфа» в забое, промывал колымское золото, заготавливал лес; долго работал инженером на металлургических заводах, когда был в ссылке; трудился и на нефтяных промыслах, и в геологических партиях. Где бы ни работал, всегда любил работать.

В течение 10 лет (1965–1975) он был первым заместителем академика А. Н. Колмогорова, возглавлявшего Лабораторию статистических методов МГУ (штат лаборатории включал более 130 сотрудников). Василий Васильевич неоднократно в разных своих работах напоминал, что Андрей Николаевич любил повторять: «Мы с Вами имеем, по крайней мере, одно преимущество — владеем вероятностным мышлением».

Эксплицируя эту мысль, он подчеркивал, что разговор о вероятностном мышлении относится не столько к развитию самой математики, сколько к использованию ее для вероятностного описания внешнего мира, минуя жесткий детерминизм, в который оказалась погруженной западная культура: «Естествоиспытатель, обращенный к вероятностно-статистическим представлениям, начинает мыслить иначе, чем это было традиционно принято» ([10], с. 283).

Хорошо понимая значение такого преимущества, В. В. Налимов пытался внедрять вероятностное мышление в методiku научного эксперимента, в философию, в наукометрию. Вероятностно ориентированная философская герменевтика, идущая не смену ушедшей философии экзистенциализма, стала его окончательной задачей, о чем он пишет в работе [13]. Он неизменно акцентировал познавательное значение понятия случайности.

Развивая свою вероятностно-ориентированную философию, В. В. Налимов по-новому осветил проблемы языка, мышления сознания, творчества и эволюции. Его интересовал вопрос: «Как возможна единая модель, задающая творчество в самом широком его понимании, включающем развитие как ноосферы, так и биосферы?» ([4], с. 7). Осознавая трансдисциплинарный характер затронутых проблем и понимая, что «вероятностному описанию поддается изучение реальности любого явления» ([10], с. 295), он разрабатывал собственный математизированный язык для построения аксиоматизированной теории по аналогии с тем, как это имеет место в физике:

Существенно математизированным, как это мне представляется, должен стать язык для создания теории смыслов, так же как, скажем, язык, на котором могла бы быть построена теория проявления живого. Понимая роль полевых представлений в современной физике, хочется думать о возможности введения аксиоматизированных представлений о биологических (морфофизиологических) и семантических полях ([10], с. 282).

Категория спонтанности в работах В. В. Налимова обрела широкое мировоззренческое звучание, охватив многообразные проблемы культуры и выразив на современном языке глубинное понимание целостности бытия. В своих философских построениях он подошел к необходимости разгадать дилемму жизнь — смерть путем преодоления «затянувшегося на века противостояния сознание — материя», отделяющего нас от понимания «иных — возможных форм бытия». Главный вывод его размышлений: «Измениться должна сама сущность Бытия» ([10], с. 366).

Сейчас мы начинаем понимать эвристичность подобного подхода, который может стать

научной парадигмой будущего.

Работы

Василий Васильевич Налимов опубликовал около 300 статей и 30 книг. Его работы переводились на немецкий, английский, французский, польский, венгерский и арабский языки.

Четыре книги философской направленности были изданы в Америке издательством Института Научной Информации — ISI Press: "In the Labyrinths of Language: A Mathematician's Journey" [14] (по-русски: «Вероятностная модель языка» [3]; "Faces of Science" [15] (по-русски как книга не издавалась, выходили только отдельные статьи); "Realms of the Unconscious: The Enchanted Frontier" [9] (по-русски вышла с опозданием на 13 лет как «Реальность нереального» [7]); "Space, Time, and Life: The Probabilistic Pathways of Evolution" [16] (по-русски вышла с опозданием на 15 лет под названием *Мир как геометрия и мера* в книге: «Разбрасываю мысли. В пути и на перепутье» [2]).

Две его книги: «Применение математической статистики при анализе вещества» [17] ("The Application of Mathematical Statistics to Chemical Analysis" [18]) и «Статистические методы планирования экстремальных экспериментов» [19] ("Statistical Methods for Design of Extremal Experiments"[20]) получили высокую цитируемость, а В. В. Налимов занял место в списке «классиков цитирования» по оценкам Американского Института Научной Информации⁴¹.

Д-р Гарфилд посвятил Василию Васильевичу большую статью под названием «*Дань уважения В. В. Налимову: ученому ренессансного духа и блестящему наукометристу*» [21]. Гарфилд неоднократно писал о Василии Васильевиче, встречался с ним в Москве и в Америке, приглашал на конференции по наукометрии, предлагал и оказывал помощь, издавал его работы, посылал книги. Василий Васильевич знал, что там, за океаном, на противоположной стороне лагерной Колымы (где он пилил лес и мыл золото, не пытаясь даже представить себе Америку) живет деятельный друг. Правда, книги посылали и другие ученые, ценившие труды В. В. Налимова.

Василий Васильевич много и свободно читал по-английски, что в докомпьютерные времена информационной недостаточности позволяло ему следить за состоянием мировой мысли, научной и философской. Список литературы в его статьях и книгах особенно удивлял его зарубежных коллег.

Василий Васильевич всегда умел лучше других рассказывать о себе, и его рассказ никогда не был скучным — в нем никогда не было той «чахлой книжности», которая утомляет. Его, кстати, и цитировать всегда трудно: коротко не получается — в текстах все так тонко связано и самосогласовано, что приходится включать обширные пассажи.

Вот как он кратко описал свое движение в направлении вероятностно ориентированной философии в Предисловии к книге «Спонтанность сознания» [4]:

Эта работа является завершающей в длинной серии публикаций, посвященных развитию вероятностно ориентированной философии. Давно — более чем тридцать лет назад — я начал активно использовать язык вероятностных представлений для решения ряда инженерно-технических и научных задач. Сначала это была попытка построить статистически ориентированную теорию анализа вещества [17], потом была сделана попытка создания математической теории эксперимента [19, 22, 23], наконец, еще одна попытка — наукометрия [24]. Постепенно стала созреть мысль о возможности создания языка вероятностных представлений для рассмотрения философских проблем. Обогащенный пережитым и узанным, я вернулся к обдумыванию тех проблем,

⁴¹ Американский Институт Научной Информации был создан Юджином Гарфилдом и получил мировую известность благодаря своим Индексам цитирования (Science Citation Index, Social Science Citation Index, Arts & Humanities Citation Index).

которые глубоко заинтересовали меня еще в юности. Существенно важным оказалось то, что к этому времени я уже овладел вероятностным мышлением.

Здесь на передний план вышли такие темы, как семантика обыденного языка [3, 14], философия науки [25, 15], природа бессознательного [26, 27, 9, 28, 29, 30, 31], проблема эволюционизма [16]. Все замкнулось на возможность геометрического понимания основ мироздания. Н и ч т о метафизики обрело пространственный образ. Через геометрические представления оказалось возможным сделать намек на трансцендентное (в понимании Ясперса), т. е. на бытие и мышление, непостижимое в своей предельности...

В ... книге [16] речь шла о проявленности смыслов через биосферу, в других [3, 9, 14, 15] — о проявленности их через человека в таких сферах его деятельности, как язык, воображение, наука. В данной работе мы опять возвращаемся к человеку, концентрируемся на нем и только на нем, и пытаемся показать, как через него — в его бытии в Мире раскрываются смыслы. Смыслы распаковываются всегда через т е к с т ы. Человек для нас — это текст, или, точнее, многообразие текстов, грамматику и семантику которых мы хотим охватить единым, вероятно задаваемым взглядом.

Закончив «Спонтанность сознания», он сказал, что не сделал ничего нового, а только пересказал Платона на языке вероятностных представлений. Это очень налимовское резюме — цену себе он всегда знал, но никогда это не подчеркивал. Его гностическая приверженность была проявлена в полной мере — он создавал свою модель Мира, и в этом видел творческую задачу.

Главным своим достижением Василий Васильевич Налимов считал «разработку вероятностно ориентированной теории сознания» — аксиоматической системы, построенной на обращении к формуле Бейеса, которая ранее использовалась только в математической статистике», а свою задачу формулировал как попытку «понять роль смыслов во Вселенной» или «хотя бы оценить роль смыслов в существовании человека» [2].

В философских раздумьях Василия Васильевича (особенно в последние годы, 1991–1996) значительное место занимала проблема культуры — культуры как терапии. Он публикует ряд работ, в которых пытается оценить ситуацию в культуре на грани третьего тысячелетия, исходя из представления о том, что наша — западная культура — находится в критической ситуации. Ее потенциал исчерпался, ибо существующие смыслы «одряхлели». Поиск нового всегда начинается с критики сложившегося. Ставятся вопросы, над которыми надо размышлять. Размышление требует расширения мировоззренческого горизонта. Будущую культуру он хотел видеть как культуру вопросов: «Всякая научная теория — это прежде всего вопрос, заданный природе. Теория иссякает, когда она перестает быть вопросом, порождающим ответы» ([8], с. 359). В статье «На изломе культуры: некоторые наблюдения и вольные размышления о них» содержится много острых вопросов в контексте философского рассмотрения проблемы, которая определяется как вселенская экология человека:

Здесь мы будем иметь в виду не только физическую, но и духовную среду его обитания. Человек — единственное существо на Земле, которое обитает еще и в Мире смыслов и стремится заглянуть в запредельность Бытия ([5], с. 146).

Стремление «заглянуть в запредельность Бытия» получает новый акцент в работе [6], где рассматриваются такие фундаментальные дилеммы, как сознание — материя и жизнь — смерть. Две эти темы сопрягаются и показывается, что раскрытие одной из них, а именно: сознание — материя — позволит осознать и осмыслить дилемму жизнь — смерть, понимание которой должно быть положено в основание новой культуры. Василий Васильевич отмечал, что зрелость культуры определяется разработанностью этой темы.

В. В. Налимов считал, что многие вопросы, которые он рассматривает в этом философском эссе, остаются до сих пор неразработанными, несмотря на то, что возникли они еще в далеком дохристианском прошлом, и свою задачу он видел прежде всего в том, чтобы «попытаться отчетливо сформулировать эти вопросы, продираясь сквозь множество

разноречивых философски незавершенных высказываний» ([6], с. 4). Он настаивал на необходимости изменения — трансмутации — культуры:

Двадцатый век движется к своему закату. Естественно оценить то, что мы пережили за время его развития.

Отчаяние. Войны невиданной силы — только Вторая мировая унесла 60 миллионов человек (из них 27 миллионов в нашей тогдашней стране). Репрессии невиданного масштаба. Эпидемия наркомании. Нестерпимый бандитизм и безумный терроризм.

И в то же время расцвет интеллектуальной деятельности.

И безудержный технический прогресс, сметающий жизнь на Земле, покоряющий самого человека.

Все смешалось, все спуталось⁴².

Прощаясь с XX веком, мы вместе с ним прощаемся и со вторым тысячелетием нашей культуры. Это обстоятельство надо также суметь оценить. Оглядываясь, мы обращаемся преимущественно к маргиналиям нашей культуры, поскольку именно там появляются ростки будущего...

Можно сказать, что человек не хорош и не плох. Он таков, каков есть, во всей своей многомерности. Он непрестанно взаимодействует с культурой и в результате этого взаимодействия может становиться хорошим или плохим.

Культуру создают люди. Создав ее, одни подчиняются ей беспрекословно, другие — интеллектуально и духовно развитые — сохраняют самостоятельность, остаются самими собой, готовые вступить в неравную и, казалось бы, бессмысленную борьбу, становясь бунтарями, диссидентами. Они были всегда. Они есть и сейчас.

Культура должна быть динамичной — только тогда человек может действовать. Только тогда он может стать героем, — а потребность в этом в нем заложена искони. Человеку свойственна устремленность к романтизму [5].

Культура может одеревенеть из-за недостатка реформаторов, тогда — бунт, революция. Культура может потерять свою потенциальность мягко — тогда апатия, безразличие, хаос и разброд, утрата этики — хранилища культуры. Тогда возможна и гибель культуры. Вспомним великую Римскую империю.

Культура является терапией сознания. Она успокаивает мятущуюся душу человека. Эта тема нами опять-таки обсуждалась в книге [5].

Создается культура харизматическими личностями разного достоинства...

Культура есть надличностный организм. Он эволюционирует. Но нам не дано знать, куда направлена стрела эволюции... Ведь мы еще и сейчас — после двух тысячелетий — не знаем, возможно ли, и если возможно, то как, воплощение христианского идеала на Земле (основная тема произведений Ф. Достоевского).

В христианстве до сих пор нет ответа на один из самых серьезных вопросов нашего бытия в Мире. Этот вопрос звучит так:

В чем смысл истории?

В чем смысл массовых насильственных смертей, политических репрессий, страданий, унижений, порабощений? Отсутствие ответа обесценивает само существование религий.

Ответ, на самом деле, можно дать. Он звучит достаточно лаконично. Смысл истории в том, что она является космическим экспериментом. Такой эксперимент нужен для раскрытия мироздания. И мы, люди, ответственны за то, что в своей деятельности так и не стали христианами, не выполнили стоящих перед нами космических задач. Тысячелетний, а для кого-то и двухтысячелетний, опыт жизни в плане этическом так ничему и не научил.

В более широкой перспективе можно сказать, что смысл существования самой Вселенной состоит в раскрытии заложенной в ней потенциальности [4]. Но как, — мы опять спросим, возможно раскрытие потенциальности без эксперимента? Подобные эксперименты, возможно, ведутся и в других Мирах и на других Планетах ([6], с. 5–7).

⁴² Негативные стороны современной культуры рассмотрены в статье «На изломе культуры: некоторые наблюдения и размышления о них», в книге [5].

Не все труды Василия Васильевича опубликованы в нашей стране. Все еще недоступны русскому читателю книги «Облик науки»⁴³, «Искушение Святой Руси: Кармическая теория нашей культуры» (анализ «трагически-мучительного эксперимента» советского периода нашей истории), «Прошлое в настоящем» (где В. В. Налимов пытался показать, что в наше время — в век утраты фундаментальных

смыслов и всеобщей разбросанности знаний по отдельным закромам многоликой культуры — все же возможно построение единых, по-прежнему целостно звучащих философских систем).

С опозданием на полтора десятилетия вышли по-русски (в обновленной редакции) изданные ранее в США книги «Реальность нереального»⁴⁴ [7] и «Разбрасываю мысли»⁴⁵ [2].

Учитель

У В. В. Налимова идей всегда было больше, чем сотрудников. И сами идеи опережали время. Он умел «разбрасывать» мысли и вызывать «брожение умов». Он был ученый и учитель, но учитель особенный. Вот как о нем написал А. Ю. Закгейм, профессор Московского института тонкой химической технологии:

Василий Васильевич Налимов — один из самых необыкновенных ученых современности...

Василий Васильевич явился создателем и руководителем ряда новых научных направлений: метрологии количественного анализа, химической кибернетики, математической теории эксперимента и наукометрии. Круг его научных интересов был невероятно широк, а предлагаемые решения необычны. Они будоражили умы, порождая многолетние дискуссии. Его размышления о вероятностной модели языка, вероятностной теории смыслов, об эволюции и экологии оказались столь неординарными, что воспринимались как вызов.

Но В. В. Налимов был не только Ученым, но и, что встречается крайне редко, — Учителем. Он обладал одним из самых высоких званий, которые человек может заслужить не по официальному ранжиру, а по сути.

Есть два рода учителей. Принадлежащий к первому считает учительство целью своей жизни и все силы прилагает к тому, чтобы ученики принимали его, передавая им все, чем богата его душа. Учитель второго рода может искренне не считать себя таковым. Он воздействует на других помимо своей воли, исключительно благодаря масштабу своей личности и идей. И учиться у него гораздо труднее.

Учитель первого рода может быть средним. Или хорошим. Он может быть и великим. У учителя второго рода выбора нет: либо он велик, либо... не учитель.

История знает немало таких учителей среди великих ученых и художников. Василий Васильевич Налимов — один из них. Он, кажется, никогда не заботился о том, чтобы его лучше понимали. Просто мыслил и высказывал свои мысли. И тому, кто попадал под обаяние его дела и личности, зачастую было очень нелегко проникнуть в мир идей Учителя. Но каждое проникновение щедро награждало, ибо это был удивительно богатый мир.

И еще одно. Те, кто окружали Василия Васильевича, были, как правило, нравственными или просто хорошими людьми. Здесь действовали как бы две силы, исходившие от него. Во-первых, он сильнее всего притягивал к себе именно хороших и нравственных. Во-вторых, общение с ним, опять-таки помимо его специальных усилий, было мощной школой нравственности — прежде всего честности в науке, а далее — и честности в жизни.

⁴³ Nalimov V. V. «Faces of Science». Philadelphia: ISI Press, 1981, 297 pp. [15].

⁴⁴ Nalimov V. V. "Realms of the Unconscious. The Enchanted Frontier". Philadelphia: ISI Press, 1982, 382 pp. [9].

⁴⁵ В эту книгу, как отмечалось выше, отдельной большой главой вошла работа «Мир как геометрия и мера», изданная в Америке под названием "Space, Time, and Life". Philadelphia: ISI Press, 1985, 110 pp. [16].

Сегодня налимовские ученики, как и все ученые России, живут на краю пропасти. Но память об Учителе дает надежду. Он пронес свет своего духовного мира сквозь такие испытания, что даже отблески этого света способны помочь преодолеть многое.

Надо сказать, что слово «честность» было одним из ключевых в словаре В. В. Налимова.

Соотнесенность

Василий Васильевич называл себя «свободным мыслителем». Его отличало творческое свободомыслие, сочетавшееся с интеллектуальной мощью. В нем каким-то чудесным образом вспыхнули и не угасали творческие импульсы, любовь к мысли, служение Великому Знанию. Мне видится, что, помимо особенностей происхождения и воспитания, это было еще и проявлением энергии учителей Движения мистического анархизма, переданной ему и сохраняемой им до последних минут жизни — и в 86 лет он работал по 12–14 часов в день, преодолевая тяжелый инфаркт за письменным столом, непрерывно повторяя: «Как интересно!».

Этот рефрен, как заокеанское эхо, долетал до него и в письмах из Америки от Нины Владимировны Вернадской-Толль (дочери академика В. И. Вернадского), которая и в 80 лет в письмах к Налимову также не уставала повторять: «Василий Васильевич, как интересно жить!». Она понимала его и тоже, как он, работала до глубокой старости, помогая людям как врач-психиатр. Василия Васильевича она нашла по опубликованным в Америке книгам, и их переписка длилась несколько лет вплоть до ее смерти.

Говоря о В. В. Налимове, нельзя не остановиться на Движении мистического анархизма в России, столь сильно повлиявшем на формирование его личности и образа мысли. Об этом движении он много писал в разных своих работах; наиболее подробно, как отмечалось выше, — в биографической книге «Канатоходец» [10]. В Завершающем слове книги он признавал, что по существу все сделанное им есть попытка еще раз и опять по-новому изложить «издревле данное нам Учение, соприкасающееся с Запредельным. Думается, что мы все время реинтерпретируем некую глубинную Мысль, невыразимую до конца. Интерпретируем в соответствии с современным состоянием культуры. В соответствии с запросами времени» (с. 365).

В одной из работ он отмечал, что позиция мистических анархистов была близка некоторым представлениям П. Тиллиха: «Так же, как и Тиллих, они пытались соединить духовное начало с рационалистическим знанием и стремились в своей деятельности к тому, чтобы оказать влияние на состояние культуры в целом» ([6], с. 34).

В 20-х гг. движение возглавляли профессор-экономист Аполлон Андреевич Карелин⁴⁶ и один из его учеников — Алексей Александрович Солонович, математик и философ. Терпимость по отношению к анархистам, как отголоску революции, сохранялась до конца двадцатых годов. Это было «радикальное инакомыслие», о котором Василий Васильевич пишет:

Лишь в 30-е годы преступным стало считаться само учение. Предсказание анархистов оправдалось: государство, идеологически перенасыщенное, обратилось в самодовлеющее Чудовище, погубившее страну.

В плане историческом я вижу смысл русского мирного анархизма в предотвращении попытки насильственного построения коммунизма. Шел поиск других, компромиссных решений. Основная идея анархизма состоит в том, что человеку изначально свойственна устремленность к свободе. Никакие цели, как бы заманчиво, а иногда и величественно они ни формулировались, не могут быть осуществляемы в ущерб свободе.

Эта мысль не была воспринята — в противовес ей был поставлен эксперимент сурового насильственного воздействия в масштабах всей страны. Чем он обернулся, теперь многие

⁴⁶ Могила Карелина на Новодевичьем кладбище в Москве заброшена и бесхозна — родственников не осталось, следить за могилой некому, со временем она может совсем исчезнуть. Но похоронить туда прах В. В. Налимова не разрешили — в Московском Департаменте сообщили, что не родственникам в могилу нельзя, а для самого этого кладбища В. В. Налимов «заслугами не вышел». Так и не поняли чиновники, что дело совсем не в кладбище, а в истории. Хотя, конечно, *эта* история сохраняется преимущественно в соответствующих архивах без вещественных доказательств.

хорошо осознали. Но ведь можно было бы этот трагический эксперимент и не ставить, если бы природа человека была понята своевременно.

В анархическом движении, крайне неоднородном по своим исходным позициям, особое место занял мистический анархизм, смыкавшийся в первые годы с анархическим коммунизмом.

Почему анархизм оказался связанным с мистикой? Ответ на этот вопрос звучит однозначно. Анархизм из чисто политического движения должен был превратиться в движение философское с определенной социальной и морально-этической окрашенностью. Это был вызов, брошенный марксизму, православию и всей суровой научной парадигме тогдашних дней. Речь шла о создании целостного — всеохватывающего мировоззрения, основанного на свободной, идеологически не засоренной мысли. Анархизм — это всеобъемлющая свобода. Она должна охватить все проявления культуры; в том числе и науку, остающуюся в плане методологии жестко идеологизированной ([10], с. 141–142).

Из «всеохватывающей свободы» вытекали как следствие ненасилие, открытость, спонтанность.

Ненасилие как тема философская, с одной стороны, и в то же время теологическая — с другой, интересует меня с давних пор. Значение этой темы особенно обострилось в наши дни. В ближайшее время она станет, видимо, центральной темой нашего бытия в этом переусложненном Мире (там же, с. 344).

Понимание анархического идеала делало В. В. Налимова прозорливым. Проблема ненасилия становится в наши дни все актуальнее. Идеал, выкристаллизованный в движении мистического анархизма, помогал видеть и формулировать проблемы.

Еще очень важная мысль в этом контексте:

Итак, синакратия — это борьба с излишней, изнуряющей властью. Борьба с чрезмерным огосударствлением жизни. Поиск путей мягкого — ненасильственного решения конфликтов, социальных и личных.

Полное безвластие остается для нас, конечно, только идеалом. Идеалом социальной святости. Идеалом истинного христианства и одновременно буддизма. В реальной жизни все устраивается так, как оно может устроиться. Но идеал, если он отчетливо разработан и достаточно осмыслен, помогает благоустройству жизни. Сейчас мы ждем не полного уничтожения власти, а скорее ее «укрощения» (там же, с. 352).

Вот в чем дело — без идеала, его отчетливой разработки и достаточного осмысления, трудно благоустроить жизнь.

Идеал как священная роща и текущая вода, о которых писал в 1929 году Василий Петрович Налимов⁴⁷, является тем «заповедником», где «творческая сила спасается от преследующей грязи, нечистоты, и вокруг которого «объединяются целые роды».

«Уходят гиганты...»

Василий Васильевич начал свое «странствие в мирах и веках» Крещенским днем 19 января 1997 г.

В работах последних лет, когда он писал: «Мне уже скоро прощаться и уходить отсюда», — ему особенно хотелось «осмотреться»: понять, что же произошло, в чем он участвовал, за что погибли близкие ему люди.

Он понимал, что мы стоим на пороге смены парадигм — культурной и научной — и пытался об этом рассказать в своих статьях и книгах. В период 1993–1996 гг. он опубликовал 5 книг, подготовленных в основном в этом интервале времени.

В октябре 2001 г. вышел номер журнала *Scientometrics*, посвященный Василию Васильевичу Налимову. В группе авторов международной команды этого номера, подготовленного немецким физиком д-ром М. Боницем, есть американский философ профессор С. Шапиро, который свою статью о Налимове завершил такими словами:

⁴⁷ Ссылка в работе [11].

Он естественным образом был настроен на космическое видение Вселенной — такова была природа его ума и внутреннего чувства: там, где одни видели только фрагменты, он угадывал связанность; там, где они видели отдельные события, он постигал целостность. Они владели одной специальностью, он владел многими; их устраивали ответы, его ободряла возможность ставить новые вопросы; они искали смысл чего-то, он искал смысл смысла; они силились понять что-то, он хотел понять всё — Вселенную как таковую.

Это не просто метафора. Последние мысли Василия Васильевича на Земле были обращены ко Вселенной:

Я хотел увидеть за открытым окном — за окном всей Вселенной, — и вот эту Вселенную воспринять...

Когда он был юношей и выбирал свой путь, ему было сказано кратко: «Жизнь должна быть непрестанно творимой Легендой». Ему удалось не только следовать этому наставлению, но и исполнить его!

«Человек–эпоха, один из самых ярких мыслителей современности» — писали наши соотечественники в рецензиях и некрологах.

«Уходят гиганты...» — написали в прощальном письме американский профессор Рустам Рой и д-р Юджин Гарфилд.

С нами остаются его образ и мысли, которые Василий Васильевич так щедро разбросал в широтах нашего земного странствия. И все, кто научился их «подбирать», услышат в них отзвуки миров и веков.

Литература

1. Тутубалин В. Н. Вероятность, компьютеры и обработка результатов эксперимента // Успехи физических наук, 1993, т. 163, № 7, с. 93–109.
2. Налимов В. В. Разбрасываю мысли. М.: Прогресс–Традиция, 2000, 344 с.
3. Налимов В. В. Вероятностная модель языка. М.: Наука, 1979, 303 с.
4. Налимов В. В. Спонтанность сознания. М.: Прометей, 1989, 287 с.
5. Налимов В. В. В поисках иных смыслов. М.: Изд. группа «Прогресс», 1993, 261 с.
6. Налимов В. В. На грани третьего тысячелетия. М.: Лабиринт, 1994, 80 с.
7. Налимов В. В., Дрогалина Ж. А. Реальность нереального. М.: Мир идей, 1995, 432 с.
8. Налимов В. В. Вселенная смыслов // Общественные науки и современность, 1995, № 3, с. 122–132.
9. Nalimov V. V. Realms of the Unconscious: The Enchanted Frontier. Philadelphia: ISI Press, 1982, 20 pp.
10. Налимов В. В. Канатоходец. М.: Издательская группа «Прогресс», 1994, 456 с.
11. Борейко В. Е. Этнограф, природовед, географ // Энергия, экономика, техника, экология, 1995, № 7, с. 42–43.
12. Бонхёффер Д. Сопrotивление и покорность. М.: Издательская группа «Прогресс», 1994, 344 с.
13. Налимов В. В. Как возможна математизация философии? // Вестник Московского Университета, Серия 7 — Философия, 1991, № 5, с. 7–17.
14. Nalimov V. V. In the Labyrinths of Language: A Mathematician's Journey. Philadelphia: ISI Press, 1981, 246 pp.
15. Nalimov V. V. Faces of Science. Philadelphia: ISI Press, 1981, 297 pp.
16. Nalimov V. V. Space, Time, and Life: The Probabilistic Pathways of Evolution. Philadelphia: ISI Press, 1985, 110 pp.
17. Налимов В. В. Применение математической статистики при анализе вещества. М.: Физматгиз, 1960, 430 с.
18. Nalimov V. V. The Application of Mathematical Statistics to Chemical Analysis. Oxford: Pergamon Press, 1963, 294 pp.
19. Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М.: Наука, 1965, 340 с.
20. Nalimov V. V. Chernova, N. A. 1968. Statistical Methods for Design of Extremal Experiments. Ohio: Foreign Technology Division, 1968 (Microfilm AD 673747).
21. Garfield E. Essays of an Information Scientist. Philadelphia: ISI Press, 1981–1982, v. 5, p. 417–427.
22. Налимов В. В. Теория эксперимента. М.: Наука, 1971, 207 с.
23. Налимов В. В., Голикова Т. И. Логические основания планирования эксперимента. М.: Metallургия, 151 с. (второе, переработанное и расширенное издание).
24. Налимов В. В., Мульченко. З. М. Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса. М.: Наука, 1969, 192 с.

25. Налимов В. В., Барина З. Б. Этюды по истории кибернетики. Предтечи кибернетики в древней Индии // *Философия науки*. Новосибирск: Институт философии и права СО РАН, 2000, № 1(7), с. 55–78.
26. Налимов В. В. Непрерывность против дискретности в языке и мышлении. Тбилиси: Изд. Тбилисского университета, 1978, 84 с.
27. Налимов В. В. О возможности метафорического использования математических представлений в психологии // *Психологический журнал*, 1981, 3, с. 39–47.
28. Налимов В. В., Дрогалина Ж. А. Вероятностная модель бессознательного. Бессознательное как проявление семантической вселенной // *Психологический журнал*, 1984, т. 5, № 6, с. 111–122.
29. Налимов В. В., Дрогалина Ж. А. Как возможно построение модели бессознательного // *Бессознательное*, т. IV. Тбилиси: Мецниереба, 1985, с. 185–198.
30. Налимов В. В. Природа смыслов в вероятностно ориентированной философии // *Язык, Наука, Философия* (ред. Р. И. Павилёнис). Вильнюс: Институт философии, социологии и права Лит. СССР, 1986, с. 154–180.
31. Налимов В. В. Вероятностный подход к описанию явлений, происходящих на глубинных уровнях сознания // *Труды семинара, посвященного 75-летию со дня рождения Д. И. Блохинцева*. Дубна: Объединенный институт ядерных исследований, 1986, с. 98–121.

Е. В. Маркова

Научные школы и незримые коллективы В. В. Налимова

Имя В. В. Налимова стремительно вошло в науку в 60-е годы XX века, в период революционных научных преобразований, связанных с развитием кибернетики и вычислительной техники. Это был период, когда математика начала проникать во многие области знаний, которые ранее развивались без применения математических методов. Налимов принял активное участие в процессе «математизации знаний».

Метрология анализа вещества, химическая кибернетика, хемометрия, математическая теория эксперимента, наукометрия — вот далеко не полный перечень тех новых научных направлений и связанных с ними научных школ, возникновение и развитие которых неразрывно связаны с именем Василия Васильевича Налимова.

Затем область его мировоззренческих интересов значительно расширилась: вероятностная модель языка, спонтанность сознания, вероятностная теория смыслов, философия науки, и др. Приведенный перечень поражает разнообразием, но в нем содержится и объединяющее начало — вероятностное мировоззрение, альтернативное детерминизму.

С именем В. В. Налимова связаны также новые формы организации деятельности больших исследовательских коллективов. Эти формы изменили соотношения между формальными и неформальными научными связями. Налимов получил известность как лидер неформальных научных сообществ, которые выходили за рамки не только отдельных организаций, но и нашей страны. Именно поэтому, когда речь идет о В. В. Налимове, то имеются в виду не только созданные им *научные школы*, но и *незримые коллективы* — неформальные сообщества, значительно превышающие по масштабу обычные научные школы.

Уточним эти понятия. Научные школы имеют давнюю традицию, уходящую в древнегреческие времена. Понятие *научная школа* не остается застывшим, оно сильно изменяется во времени. В современном науковедении под *классической научной школой* понимается неформальное объединение деятелей науки под руководством некоторого известного ученого (лидера) для коллективной работы над новой научной идеей. В XIX в. научные школы обычно возникали при университетах. Характерная черта научной школы — передача знаний и исследовательских традиций от сложившегося ученого его ученикам. Передавались не только знания, но и одержимость научным поиском, воля к достижению цели и моральный климат, который царил в научном сообществе. Ученики обычно находились в непосредственных контактах с Учителем, тщательно контролирующим процесс передачи знаний [1].

Сущность научной школы в XX в. несколько изменилась. Возникло понятие *дисциплинарной научной школы*. Такая школа связана с новым научным направлением, которое поначалу не имеет возможности реализоваться в рамках формального, дисциплинарного научного коллектива. Как и всякое новое, оно еще не развилось до такого состояния, когда его потенциал выглядел бы достаточно убедительным. Поэтому новое научное направление и образуется на первых порах путем неформальной группировки энтузиастов вокруг лидера. Участники такой школы официально работают в других формальных коллективах. Они сочетают две разные формы организации своего труда: формальную — на своем рабочем месте и неформальную — в научной школе под руководством лидера нового научного направления [2, 3].

Во второй половине XX в. все более отчетливо наметился переход к проблемному принципу организации научного труда. Выдвигалась некоторая комплексная проблема, для решения которой привлекались специалисты разного рода из многих учреждений. Ярким примером проблемного принципа организации науки явился Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», созданный в 1959 г. при Президиуме АН СССР под руководством академика А. И. Берга. В состав Совета входили различные секции, организованные по проблемному принципу. Каждая секция имела в своем составе ряд комиссий. Комиссия занималась частью проблемы, т. е. была более узко и более конкретно направлена. Совет и его секции объединяли большое научное сообщество для решения новых кибернетических проблем. Связи в этом сообществе носили неформальный характер [4, 5].

Переход к проблемному принципу организации науки вызвал новые изменения в понятии *научная школа*. Пережив классический и дисциплинарный этапы своего развития, она принимает форму *проблемной научной школы*. Для такой школы характерны следующие особенности: совместное участие научных работников разных специальностей, что требует комплексного характера исследований; появление «лидеров второго порядка», контролируемых отдельными направлениями, т. к. одному лидеру становится трудно осуществлять руководство всей комплексной проблемой.

В Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика» В. В. Налимов возглавлял в разные годы две секции: вначале — секцию «Химическая кибернетика», затем — секцию «Математическая теория эксперимента». В рамках этих двух секций произошло формирование налимовских научных школ, о которых будет рассказано ниже. А пока нужно остановиться на понятии *незримый коллектив*⁴⁸.

Незримый коллектив — это группа ученых, работающих одновременно в одном направлении над одним кругом проблем, но в разных организациях, в разных городах и даже в разных странах. Члены незримого коллектива связаны между собой, главным образом, информационными каналами. Этим они отличаются от членов научных школ, где все неформальное сообщество находится в непосредственном контакте со своим лидером. Здесь же организации совместного труда способствуют носители информации в виде писем, тезисов, препринтов, опубликованных работ и т. д., циркулирующих по информационным каналам. Непосредственные контакты возникают не очень часто: во время командировок, конференций, симпозиумов и пр. Незримый коллектив имеет лидера, вокруг которого идейно группируются все члены этого большого неформального сообщества. Создается своего рода *коллективный разум*, способный охватить значительный круг идей и успешно решать сложные комплексные проблемы.

Химическая кибернетика

Василий Васильевич Налимов принадлежал к типу ученых, которые предпочитали работать на стыке наук. Он считал, что в пограничных областях может зародиться *неожиданное новое*. Его книга [6], с которой началась известность Василия Васильевича как ученого, была посвящена применению математико-статистических методов в аналитической химии, т. е. имела методо-предметную ориентацию. Пограничной областью знаний была и

⁴⁸ Термин “invisible college” предложен историком науки Дираком Прайсом (см. [3]). В нашей стране он получил распространение с легкой руки Налимова, который перевел его как «незримый коллектив».

химическая кибернетика. Истоки этого нового научного направления можно найти в ранних публикациях Налимова [7, 8]. Но к основательной разработке этой проблемы Налимов пришел несколько позже, когда в конце 1961 г, появилась секция «Химическая кибернетика». Она была включена в состав Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР по инициативе А. И. Берга, который придавал прикладным вопросам кибернетики большое значение. Берг считал, что кибернетика может принести большую пользу народному хозяйству страны только в том случае, если ее идеи и методы станут эффективно использоваться в самых разных областях практической деятельности [9, 10]. Что касается химической промышленности, то здесь требовалось как можно скорее внедрять комплексную автоматизацию производства с использованием новейших кибернетических устройств. Многие химические процессы отличаются высокими давлениями и высокой температурой, вредным воздействием на окружающую среду, недоступностью некоторых технологических стадий для непосредственного управления человеком. Все это делает проблему *кибернетизации химии* весьма актуальной.

Председателем секции «Химическая кибернетика» был выбран В. В. Налимов, ученым секретарем секции — автор этих строк.

Решение химико-кибернетических проблем требовало совместных усилий разных специалистов. Секция стала неформальным сообществом химиков, технологов, математиков, экономистов, специалистов по автоматизации и вычислительной технике. Все они работали в разных научно-исследовательских, производственных и учебных учреждениях. Возможность совместного сотрудничества для них появилась благодаря новой форме организации коллективного труда, принятой в Научном совете по кибернетике.

Найти общий язык было нелегко. Это и понятно: уже одно название «химическая кибернетика» свидетельствует о двойном подчинении этого нового научного направления. С одной стороны — химия, наука давно сложившаяся, со своими устоявшимися научными традициями и своей системой понятий. С другой стороны — кибернетика, наука молодая, еще недавно считавшаяся «лженаукой», только что реабилитированная, выдвигавшая единые принципы управления в технике, живой природе и обществе. Наибольшие трудности вызывали разные мировоззрения. Химики воспитаны на детерминистическом мировоззрении, кибернетики — на вероятностном. Налимов, как апологет вероятностного мировоззрения, активно внедрял «язык вероятностных представлений». Детерминисты-химики активно сопротивлялись. По каждому вопросу возникали бурные дискуссии.

Прежде всего было необходимо определить, что понимается под химической кибернетикой. После ожесточенных споров в комплексную проблему *химическая кибернетика* вошли несколько новых научных направлений:

1. Построение информационно-логических систем для накопления, хранения и переработки химической информации.

2. Оптимизация измерительных химических процедур (метрологические аспекты химической кибернетики).

3. Планирование химического эксперимента.

4. Оптимальное управление процессами химической технологии, оптимальное проектирование новых процессов и их типизация.

При решении этих проблем вплотную столкнулись два разных мировоззрения: кибернетическое (принцип «черного ящика») и детерминистическое (принцип «белого ящика») [11].

Кибернетики провозглашали: абстрагируясь от сложной и плохо изученной сущности химико-технологических процессов, будем строить математическую модель на основе наблюдений за входными и выходными переменными системы, рассматривая ее как «черный ящик».

Химики-детерминисты не хотели «абстрагироваться от сущности». Они стремились ее изучать и строить модель на основе уравнений химической кинетики, гидродинамики, массо- и теплообмена и т. д. Они считали, что лишь эти закономерности выражают особенности химической формы движения материи. Химия, как давно сложившаяся область науки, выработала свой язык, свою методологию, свой математический аппарат. Химики привыкли

к языку дифференциальных уравнений, им был чужд вероятностный язык. Они считали, что вероятностное мировоззрение отвлекает от существа физико-химических процессов. А применение математико-статистических методов только свидетельствует о «мере нашего незнания» химических процессов.

«Трубадуры черного ящика» возражали. В настоящее время наука не располагает знанием о всех закономерностях, протекающих в химико-технологических процессах. Реальные системы сложны, многостадийны, многофакторны, многокритериальны при оценке качества их функционирования. Они подвержены воздействиям многих случайных факторов. Детерминированный подход здесь неприменим по существу. В его основе — идеализация процесса и полное игнорирование влияния случайных воздействий. Вызывает сомнение и сам методологический подход, на котором основано описание процесса в виде дифференциальных уравнений: расчленение сложного целого на отдельные части. При таком описании приходится предварительно идеализировать изучаемое явление, сознательно отвлекаясь от многих действующих причин и от взаимодействий. Такой «локальный лапласовский детерминизм» неэффективен применительно к сложным системам. Здесь приходится на многое закрывать глаза — на феномен случайности, на разного рода неопределенности, на влияние внешней среды и субъективного фактора.

Концепция «черного ящика» оперирует с информацией о феноменологической картине явлений — о протекании исследуемого процесса в реальных условиях. Сложное явление не расчленяется при этом на отдельные части. Необходимые сведения собираются в реальных наблюдениях или в специально поставленном эксперименте. Так «трубадуры черного ящика» пытались разрушить миф о всеильности детерминизма в химии.

Но детерминисты не сдавались и, хотя кибернетика была уже реабилитирована, они не стеснялись в выражениях. «Черный ящик» придуман для менталитета американцев. Для них характерно не вникать в сущность явлений, а примитивно дергать за веревочки на входе системы, и смотреть, что произойдет на выходе. Это — принцип марионетки, а не научный подход. «Русский дух» требует иного, более глубокого подхода — проникновения в сущность, в душу. Его не прельщает принцип поверхностного наблюдения типа «стимул — реакция». Для русских химиков философия «черного ящика» неприемлема. Да и к чему она нам? Достижения советской химической школы известны всему миру. Они котируются очень высоко.

Кибернетики пытались от общих рассуждений приблизить дискуссию к конкретике. Взять, например, тонкий органический синтез — получение лекарственных препаратов. Сложность химических превращений здесь такова, что на детальное изучение механизма явлений нужно затратить годы исследовательского труда, а оптимизировать процессы нужно уже сегодня. Промежуточные продукты здесь не выделяются, их состав и структура неизвестны, не определяются продукты, сопутствующие целевому. Все это осложняет изучение кинетики и других физико-химических закономерностей. Механизм микробиологических реакций еще более сложен. Нужно не забывать, что смена ассортимента лекарственных препаратов происходит довольно быстро. Что же получится: мы потратим много лет на получение детерминированной модели, а препарат за это время уже сойдет со сцены? Нет, для таких процессов, а их примеры бесчисленны, наиболее приемлемы модели типа «вход — выход»!

В начале 60-х годов в Академгородке СО АН СССР в Новосибирске проходило Первое Всесоюзное совещание по моделированию и оптимизации каталитических процессов. От «трубадура черного ящика» в Новосибирск поехали председатель секции «Химическая кибернетика» В. В. Налимов и ученый секретарь секции Е. В. Маркова. Конечно, была надежда найти на берегу Обского моря единомышленников. Но «черноящичное» мировоззрение встретило там сильный отпор как со стороны участников совещания, так и со стороны руководства Института катализа СО АН СССР, где проходило совещание.

С течением времени в секции «Химическая кибернетика» был выработан комбинированный подход к описанию химических и химико-технологических процессов, при котором методы планирования эксперимента, основанные на моделях типа «вход —

выход», сочетались с детерминированными моделями. В этом — одна из заслуг отечественной школы химической кибернетики.

Главным «университетом» для незримого коллектива был постоянно действующий Московский семинар по планированию эксперимента, возглавляемый В. В. Налимовым. Он просуществовал более 25 лет.

В подготовке специалистов по планированию эксперимента большое значение имели факультеты повышения квалификации, ориентированные на математико-статистические методы. Такие факультеты появились во многих вузах (МЭИ, МГУ, МХТИ им. Д. И. Менделеева, МИТХТ им. М. В. Ломоносова и др.) Кроме этого, были охвачены Институты повышения квалификации разных министерств. С 1963 года начали работать курсы «Химическая кибернетика» при Институте повышения квалификации ИТР Министерства химической промышленности СССР. Здесь на теоретико-вероятностные дисциплины было отведено около 300 часов. Подобные курсы существовали и при других министерствах, например, при Министерстве нефтехимической промышленности [12].

Успешное развитие кибернетики в химии не могло держаться на одном энтузиазме членов секции «Химическая кибернетика». Оно должно было подпитываться благосклонным отношением «верхов». 24 июня 1969 г. состоялось заседание научно-технического Совета Министерства химической промышленности СССР, посвященное применению методов планирования эксперимента. Председательствовал министр химической промышленности Леонид Аркадьевич Кастандов. Было принято постановление о широком внедрении методов планирования эксперимента в практику химико-технологических исследований.

В 1979 г. курсы «Химическая кибернетика» в ИПК ИТР Химической промышленности преобразовались в кафедру «Статистические методы», которую возглавил Ю. П. Адлер. Кафедра возникла по инициативе министра химической промышленности Кастандова, который всячески поддерживал применение методов планирования эксперимента в химии. Слушатели обучались с отрывом от производства. Через кафедру проходило три потока слушателей с разными сроками обучения: три месяца, два месяца и для руководящих работников — один месяц. Свободных мест не было — постоянный аншлаг. Кафедра просуществовала до 1990 года.

27 ноября 1971 г. в Доме ученых АН СССР состоялась Научная сессия, посвященная десятилетию развития математических методов планирования эксперимента в СССР. Это был своего рода экзамен для научной школы Налимова. Из докладов, сделанных на этой сессии, было видно, что в нашей стране успешно развивается новое научное направление «математическая теория эксперимента» с широким спектром приложений в самых разных областях науки и техники. Вначале были только химические приложения, затем планирование эксперимента начало успешно применяться в областях, выходящих за рамки химии, что и определило дальнейшую реорганизацию секции. Но лидировали химические приложения. К концу 60-х годов публикации по планированию химического эксперимента составляли 60 % всех публикаций по планированию эксперимента.

К концу 60-х годов методы планирования эксперимента использовались почти во всех направлениях химии и химической технологии: физическая химия, электрохимия, фармацевтическая химия, нефтехимия и нефтепереработка, получение каучуков, полимеров и резин, получение лакокрасочных материалов, коксохимия, обработка кож, переработка древесины, бытовая химия, пищевая химия, химия фотографических процессов [13, 14].

Это дает основание утверждать, что уже в 60-е годы XX века в рамках комплексной проблемы «Химическая кибернетика» возникло и развилось новое направление — *хеометрия*. Это — область экспериментальной химии, в которой применяются математико-статистические методы для получения, обработки и классификации экспериментальных данных. Сам термин «хеометрия» получил распространение за рубежом в 70-е годы, а в нашей стране в те годы не использовался. Это привело к тому, что все наши отечественные исследования и публикации по планированию и анализу химического эксперимента оказались как бы за бортом хеометрии [15, 16].

В 1971 г. в Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика» отмечалось десятилетие химической кибернетики. За эти годы почти все научные направления,

входившие в эту проблему, получили статус научных дисциплин и начали преподаваться в вузах. Например, в МХТИ им. Д. И. Менделеева под руководством академика В. В. Кафарова успешно функционировали: факультет кибернетики химико-технологических процессов, кафедра кибернетики, Ученый совет, где проходили защиты диссертаций по химической кибернетике, научная лаборатория ЭВМ и консультационный центр по кибернетике химико-технологических процессов. Был создан многочисленный преподавательский и научно-исследовательский коллектив, объединенный формальными связями. Для В. В. Кафарова довольно быстро окончился период, когда он опирался на коллектив с неформальными связями. Всю свою энергию он устремил на деятельность своего формального коллектива в МХТИ им. Д. И. Менделеева, который он возглавлял до середины 90-х годов (В. В. Кафаров ушел из жизни в 1995 г.) Созданные им факультет, кафедра и лаборатория существуют по сей день, ежегодно выпуская новые и новые потоки специалистов в области кибернетики химико-технологических процессов. В издательстве «Химия» Кафарову удалось создать уже в 60-е годы XX века редакцию «Химическая кибернетика», где систематически публиковались монографии и учебные пособия по кибернетической тематике, в том числе и по планированию эксперимента. Кафаров — автор фундаментальной статьи «Кибернетика химико-технологических процессов», которая вошла в «Химическую энциклопедию».

Подобные примеры, демонстрирующие переходы из неформальных коллективов в формальные, можно продолжить.

Большие изменения произошли и в сообществе специалистов, занимавшихся планированием эксперимента. Здесь также появились свои формальные коллективы, но главной стала так называемая «экспансия методов планирования эксперимента в самые различные области знаний». Концепция планирования эксперимента начала свой старт в химии. С годами рамки химической кибернетики сделались для нее узкими. Возникал вопрос: почему в секции «Химическая кибернетика» должны группироваться специалисты, которые занимаются планированием эксперимента в электронике, психологии, сельском хозяйстве и т. п.?

Все это привело к тому, что в 1971 г. секция «Химическая кибернетика» трансформировалась. Из нее выделился ряд направлений и связанные с ними коллективы, которые образовали отдельные самостоятельные структурные единицы. Так, в Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика» появилась секция «Математическая теория эксперимента» (председатель — д.т.н. В. В. Налимов, зам. председателя — д.т.н. Г. К. Круг и Е. В. Маркова, ученый секретарь — к.т.н. Е. П. Никитина), а также секция «Документалистика» под председательством д.т.н. Г. Г. Воробьева. (Комиссии, возглавляемые Кафаровым и Розеном, также стали секциями, но в рамках химического отделения Президиума АН СССР.)

На примере неформального научного коллектива, который объединился в секции «Химическая кибернетика» можно проследить, с большой степенью наглядности, динамику развития новых научных направлений: вначале происходит интеграция знаний для решения сложной проблемы; затем возникает необходимость более углубленного изучения сущности каждого из интегрированных знаний и наступает период их дифференциации.

В рамках данной работы мы не можем проследить дальнейшую жизнь всех научных направлений, выпорхнувших из гнезда химической кибернетики. Остановимся только на математической теории эксперимента. Именно в этой области В. В. Налимову удалось сплотить огромный незримый коллектив, и именно эта налимовская научная школа получила наибольшую известность не только в нашей стране, но и за рубежом.

Математическая теория эксперимента и ее приложения

Создание в 1971 г. специальной секции «Математическая теория эксперимента» в Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР открыло перед членами незримого коллектива новые возможности, обеспечивающие систематические контакты и обмен информационными материалами. В рамках секции «Химическая кибернетика» тематика по планированию эксперимента координировалась одной из комиссий, входивших в состав Секции. Понятно, что комиссия располагала только частью тех возможностей,

которые Совет предоставил Секции. Теперь же можно было значительно расширить списки рассылки информационных материалов, включив в них Прибалтику, Закавказье, Среднюю Азию, Дальний Восток и др. Стало возможным более углубленно заняться коллективными исследованиями по теоретическим, методологическим, прикладным проблемам планирования эксперимента, а также уделить большее внимание подготовке кадров.

Словосочетание «математическая теория эксперимента» требует расшифровки. Налимов всегда подчеркивал, что это не означает появления новой математической дисциплины. Речь идет о создании формально-логического подхода к изучению проблемы эксперимента, формулируемого на языке математики. Математическая теория эксперимента возникла из понимания того, что принципиально невозможно создать точно учитываемые условия для проведения эксперимента. Результаты любого эксперимента всегда связаны с некоторой неопределенностью. Задача хорошей организации исследований заключается в том, чтобы эту неопределенность минимизировать. Все представления об эксперименте формализовать нельзя, поскольку эксперимент связан с эвристической деятельностью. Формализуемую часть естественно осмысливать на языке математики. (Когда мы говорим здесь о языке математики, то чаще всего речь идет о языке математической статистики.) Поэтому математическая теория эксперимента в широком смысле является не чисто математической, а методо-предметно-ориентированной дисциплиной.

При планировании эксперимента используются два языка: язык предметной области (язык — объект) и язык математической статистики. Формулировка задачи, выбор области экспериментирования, отклика, факторов и их уровней, обсуждение особенностей объекта экспериментирования, выбор модели — все это делается на языке предметной области. Затем на всех дальнейших стадиях планирования и анализа эксперимента используется язык математики. При интерпретации полученных результатов вновь приходится обращаться к языку — объекту. Язык математической статистики выступает в роли метаязыка по отношению к языку предметной области. Высказывания на метаязыке приобретают столь общий характер, что это ведет к созданию метатеории, которая оценивает логическую состоятельность теории иерархически стоящей ниже [17, 18].

По-видимому, В. В. Налимов первым отметил, что язык математической статистики стал метаязыком по отношению к языкам разнообразных экспериментальных наук. На языке математической статистики ведутся высказывания о суждениях, построенных на языках — объектах. Эти высказывания приобрели столь общий характер, что стало возможным говорить о создании метатеории. (Напомним, что в зарубежной литературе всегда речь шла о планировании эксперимента — «experimental design», а не о математической теории эксперимента.)

Налимов считал, что за рубежом, где концепция планирования эксперимента начала развиваться гораздо раньше, чем в нашей стране, совершенно опущена *идеология планирования* — не делались даже попытки теоретического осмысливания всего многообразия методов планирования эксперимента. Именно в области идеологии скопилось много нерешенных проблем. Эти вопросы начали решать сотрудники отдела «Математическая теория эксперимента» лаборатории статистических методов МГУ, вместе с рядом связанных с ними математиков (Т. И. Голикова, Н. Г. Микешина, Е. П. Никитина, П. Д. Андрукович, В. В. Федоров, В. Г. Горский, В. З. Бродский, Е. Г. Угер, В. С. Дуженко, Л. А. Панченко, М. Б. Малютов и др.). Совместными усилиями были получены интересные теоретические результаты [19].

Машинный эксперимент начал играть большую роль в математической теории эксперимента. Компьютеры изменили логику развития планирования эксперимента. Раньше они использовались для обработки экспериментальных результатов, теперь же не только для обработки, но и для синтеза оптимальных и квази-оптимальных планов, сравнительного анализа свойств планов, сравнительного анализа разных моделей и т. п. Численными методами стало возможным определить, в какой степени план, порожденный одним критерием, оценивается с позиций других критериев. Чаще всего разумно остановиться на компромиссном решении, для чего необходимо иметь сравнительные числовые оценки параметров планов.

Продолжалась работа по включению в учебные планы вузов курсов по планированию эксперимента и связанным с ним вопросам.

Налимов четко проводил мысль о необходимости подготовки специалистов методо-предметной ориентации. С одной стороны, такой специалист должен обладать знаниями в области математико-статистических методов планирования эксперимента (методо-ориентация), с другой, — в предметной области (предметная ориентация). У Налимова было немало оппонентов. Большинство математиков считало, что им совершенно не нужно вникать в предметную область. Однако те специалисты, которым приходилось решать практические задачи, полностью поддерживали Налимова. Они понимали, что на практике, наряду с формализованными этапами, встречаются неформализованные, такие как постановка задачи, принятие решений о выборе модели и наиболее эффективного метода планирования эксперимента, интерпретация полученных результатов и т. п. Без предметных знаний такие этапы не решаются.

Нужно отметить, что среди научной общественности царила полнейшая неразбериха в понимании сущности концепции планирования эксперимента. Это относилось также ко многим другим научным дисциплинам, возникшим на кибернетической волне, и вообще к «пограничным» дисциплинам методо-предметной ориентации.

Перейдем теперь к обсуждению вопросов организационно-психологического характера. Создать в научном коллективе атмосферу, способствующую эффективной научной работе всегда трудно. Какая же атмосфера царила в Налимовском незримом коллективе, объединенном секцией «Математическая теория эксперимента»? Встречи членов незримого коллектива проходили на заседаниях секции, на конференциях и научных совещаниях, на постоянно действующих семинарах. Проведению всех этих мероприятий в Совете уделялось чрезвычайно большое внимание, оказывалась серьезная финансовая поддержка. В структуре Совета имелось специальное подразделение технических штатных сотрудников, в функции которых входили обязанности подготовки и рассылки многочисленных информационных материалов о самых разнообразных мероприятиях и о готовящихся публикациях. Члены незримого коллектива всегда были в курсе событий. Они могли к ним заранее готовиться, что обеспечивало регулярность совместных встреч, независимо от того, в каких городах проживали члены незримого коллектива.

Семинары и заседания секций «Химическая кибернетика» и «Математическая теория эксперимента» всегда проходили интересно и бурно, в чем, несомненно, была заслуга их председателя Василия Васильевича Налимова. Обычно разгорались страсти, и спорам не было конца. Особенно остро обсуждались вопросы подготовки кадров. Чтобы ощутить живое дыхание тех дней, откроем дверь кабинета академика Берга и послушаем, о чем говорит Налимов в далеком 1971 году (цитируется по дневниковым записям автора): «...Наша главная задача — отучить экспериментатора от детерминизма. Если это удастся, мы сделаем уже очень многое. К сожалению, в наших вузах обучение ведется под знаком строгого лапласовского детерминизма, как, впрочем, и в школах. У учащихся возникает такое убеждение, что весь мир, все явления можно описать законами типа закона Ома. За рубежом в последнее время пытаются перестроить образование и вводить вероятностные понятия. В нашей же стране и в вузах и во всех научных кругах продолжают мыслить детерминистически, и этот барьер преодолеть невозможно.

Наша Секция много сил всегда уделяла вопросу переподготовки инженерно-технических кадров. Нам удалось создать новую кафедру в Институте повышения квалификации ИТР Минхимпрома СССР. Программа по математическим методам планирования эксперимента здесь уникальна — до 400 часов, но преподавать очень трудно, слушатели совершенно не подготовлены. Они или забыли математику, или помнят не то, что нужно... Кто-то сказал: "когда чистый математик обучает экспериментатора, это все равно, что слепой ведет глухого". Нам нужно коренным образом перестроить образование. В какой бы области ни шла подготовка экспериментаторов, нужно научить их описывать и анализировать эксперимент в статистических терминах. Нужно приучить их к тому, что необходима последовательная стратегия, где формализованные этапы сменяются неформализованными. Необходимо научить экспериментатора пользоваться не одной моделью, а веером моделей.

Необходимы новые мировоззренческие элементы, связанные с вероятностной концепцией!»[19].

Василий Васильевич умел владеть аудиторией и увлекать ее.

О бурном кипении научной жизни незримого коллектива по планированию эксперимента можно судить по многочисленным конференциям и научным школам-семинарам. Почти все они были организованы при участии Научного совета по кибернетике.

В 70-е годы значительно активизировались международные контакты. Любопытна история развития математической теории эксперимента в Болгарии. Болгарская научная школа по планированию эксперимента являлась в полном смысле «дочерней» по отношению к советской. Все основные специалисты в этой области прошли подготовку в советских вузах, главным образом, в МЭИ у Германа Карловича Круга. Вернувшись в Болгарию кандидатами наук, они вошли в научную элиту Болгарии, возглавили институты, научные отделы, кафедры, стали советниками по науке в правительстве (Эмиль Бажанов, Иван Вучков, Христо Йончев, Атанас Митков, Стоян Марков, Гео Гатев, Стоян Стоянов и др.). По образцу Всесоюзных конференций по планированию и автоматизации эксперимента в Болгарии были организованы подобные конференции с международным участием. В оргкомитете этих конференций принимали постоянное участие два заместителя председателя секции «Математическая теория эксперимента» — Г. К. Круг и Е. В. Маркова. По приглашению Химико-технологического института (София) и Химического комбината (Бургас) Е. В. Маркова провела там длительный учебный семинар по планированию эксперимента в химико-технологических исследованиях (1974).

В МГУ в лаборатории статистических методов проходили стажировку специалисты из Польши и Кубы. Сотрудница лаборатории Т. И. Голикова выезжала на Кубу с длительными курсами лекций по планированию и анализу экспериментов. Установилось многолетнее содружество между Научным советом по кибернетике АН СССР и Кентским университетом (Англия) в области комбинаторного планирования эксперимента: Е. В. Маркова и английский ученый Дональд Прис провели совместные исследования свойств кубических конфигураций — латинских и гипер-греко-латинских кубов и гиперкубов [20]. В. В. Налимов читал курс лекций в Берлинском университете в декабре 1979 г. Даже этот далеко не полный обзор международных контактов говорит о вхождении незримого коллектива по планированию эксперимента в мировое научное сообщество [21].

Нашими университетами, прежде всего, являлись постоянно действующие научные семинары. Их было множество, и функционировали они в разных городах. Особой любовью пользовался постоянно действующий (два раза в месяц) семинар Налимова. Он имел московский статус, но в его работе стремились принять участие также специалисты и из других городов. В конце 70-х годов он стал называться Семинаром по планированию и анализу данных, и в его руководстве принимал участие д.ф.-м.н. В. В. Федоров. Семинар был своеобразным научным клубом, клубом любителей планирования эксперимента. Женскую обаятельность в работу этого научного клуба вносила его секретарь Лариса Андреевна Панченко. На биофаке МГУ проходил семинар «Математические методы в биологии» под руководством д.т.н. В. В. Налимова и д.б.н. В. Н. Максимова, а в ВЦ МГУ — семинар «Вероятностные методы в комбинаторике, теории информации и теории кодирования» (руководители к.ф.-м.н. А. Г. Дьячков и к.ф.-м.н. М. Б. Малютов). В ЛГУ д.ф.-м.н. С. М. Ермаков руководил семинаром «Математические методы планирования эксперимента». В Новосибирском электротехническом институте функционировал семинар «Алгоритмы анализа и планирования эксперимента» под руководством д.т.н. В. И. Денисова, в Киеве семинары по планированию эксперимента проходили под руководством академика АН УССР В. С. Королюка. Это далеко не полный список функционирующих семинаров, имевших систематический характер.

Проблематика секции «Математическая теория эксперимента» с каждым годом все более расширялась. В конце 70-х годов и в 80-е годы она превратилась в огромное разветвленное дерево, по сравнению с которым планирование эксперимента 60-х годов представляется небольшой веточкой. Добавились такие новые направления, как планирование эксперимента при наличии систематических погрешностей, планирование в функциональных

пространствах, компромиссное планирование в конечномерных и бесконечномерных пространствах. Разрабатывались теоретико-методологические вопросы проведения эксперимента при создании АСУ действующих и проектируемых производств, а также АСУ научных исследований. Развивались работы по анализу и обобщению математического аппарата теории принятия экспертных решений. Математическая теория эксперимента значительно сблизилась с современными проблемами математической статистики, теории вероятностей и анализа данных. Начала развиваться статистика объектов нечисловой природы, теория психологических измерений, методы многомерного шкалирования, бинарная статистика. Появились новые области приложений: космические исследования, метеорология, метрология, геологоразведка, обработка текстов на естественном языке и др. [22].

Проводились систематические исследования по моделированию химико-технологических процессов [23], по планированию эксперимента при получении лекарств [24]. В дисперсионном анализе появился новый раздел — анализ компонентов дисперсий [25].

В 1977 г. была проведена кардинальная перестройка структуры секции «Математическая теория эксперимента» в связи с тем, что проблематика секции значительно расширилась [22].

Председателем секции «Математическая теория эксперимента» по-прежнему оставался В. В. Налимов, заместителями председателя были д.т.н. Е. В. Маркова и д.т.н. Г. К. Круг, ученым секретарем — к.ф.-м.н. Е. П. Никитина. Секция объединяла более 500 специалистов, работавших в академических и отраслевых институтах, вузах и на промышленных предприятиях. (Когда мы приводим число членов секции «500», то имеем в виду активно действующих в течение многих лет специалистов, вошедших в список секции. Такие специалисты обычно возглавляли на своих рабочих местах «малые» коллективы. Поэтому число специалистов, приобщенных к тематике секции, фактически было значительно больше.)

В 1978 г. было решено официально оформить филиалы секции в различных городах, где существовали большие группы специалистов по планированию эксперимента, много лет работавших в области планирования и анализа эксперимента и поддерживающих тесные контакты с секцией. В конце октября 1978 г. Аксель Иванович Берг подписал распоряжение, легализующее существование шести филиалов секции «Математическая теория эксперимента»: Ленинградский, Минский, Харьковский, Красноярский, Киевский и Томский.

Такая широкая деятельность могла осуществляться только при систематической поддержке незримого коллектива Научным советом по комплексной проблеме «Кибернетика» и самим академиком А. И. Бергом, который постоянно в течение 17 лет (вплоть до своей кончины) проявлял большой интерес к проблеме управления экспериментальным поиском. Он председательствовал на всех годовых заседаниях Секции, когда обсуждались отчеты за прошедший год и намечались планы на будущий.

После кончины академика Берга в 1979 г. структура Научного совета изменилась. С новым руководством пришла новая «команда», которую мало интересовали математико-статистические методы и деятельность научной школы Налимова. Структура Совета была изменена, секция «Математическая теория эксперимента» ликвидирована как самостоятельная структурная единица, а многоаспектная проблематика секции вошла в новую секцию «Теоретические основы автоматизации научных исследований». Изменился стиль работы, характер взаимоотношений и общая атмосфера. «Берговского совета» и «Налимовской секции» больше не существовало.

Незримый коллектив, как неформальное сообщество, весьма чувствителен к таким событиям. Постепенно начался распад огромного незримого коллектива на ряд более мелких коллективов, которые в своем большинстве были «зримыми», формальными коллективами, связанными, например, общей ведомственной тематикой. Собственно, такие малые структуры всегда существовали внутри Налимовского незримого коллектива. Структурное разделение секции на комиссии, выделение филиалов в самостоятельные структурные единицы свидетельствовали о наличии таких вложенных структур в большом незримом коллективе. Но не это было главной чертой секции «Математическая теория эксперимента».

Главной была его «незримость». Секция поддерживала жизнеспособность незримого коллектива. Она создавала прочную академическую крышу над его головой, обеспечивала постоянную издательскую деятельность (в том числе, и в издательстве «Наука»), самостоятельно выпускала препринты. Она способствовала организации многочисленных конференций, научных семинаров, школ и пр. Когда не стало самостоятельной секции, многие из этих возможностей постепенно исчезли.

В начале 80-х годов, пока Секция «Математическая теория эксперимента» еще по инерции существовала, удалось провести ряд всесоюзных мероприятий.

В конце 80-х и в 90-е годы проводились интересные работы на стыке математической теории эксперимента и новых информационных и обучающих технологий [26, 27, 28].

В 1985 г. постоянно действующий Налимовский семинар, этот «научный клуб», в котором столько лет собирались специалисты по планированию эксперимента, прекратил свое существование. Тяжесть этого удара несколько смягчил Адлеровский семинар. В Московском доме научно-технической пропаганды им. Ф. Э. Дзержинского (в наше время это звучит уже непривычно) в течение 16 лет, с 1974 по 1990 гг. работал научный семинар «Планирование эксперимента» под руководством Ю. П. Адлера. В его заседаниях принимали участие представители разных городов и даже стран социалистического лагеря. Семинар был постоянно действующим (шесть заседаний в год). В его рамках было проведено три всесоюзных конференции с изданием трудов.

Не избежал незримый коллектив Налимова и такого модного социального явления как «утечка знаний» за рубеж. По разным причинам (эмиграция, длительная контрактная работа, семейные обстоятельства) за границей оказались З. Б. Барина, В. З. Бродский, М. А. Векслер, Э. Б. Грингауз, Э. М. Думанис, Ю. С. Кроль, М. Б. Малютов, Л. Р. Машинская, А. Е. Рохваргер, Р. И. Слободчикова, В. В. Федоров,

В. Фрейндлих, А. Б. Ярхо и многие другие. Большинство уехавших имели ученые степени и звания. Среди них были талантливые математики, входившие в «мозговой центр» математической теории эксперимента.

Рассказ о незримом коллективе, объединившем специалистов по математическим методам планирования эксперимента и входившем в научную школу В. В. Налимова — это повествование о том, как произошла экспансия идей и методов планирования эксперимента почти во все области знаний. В нашей стране появился большой незримый коллектив, исповедующий новую «веру» в экспериментальных исследованиях. Этот коллектив выходил за рамки обычных научных сообществ, связанных формальными признаками. По своей масштабности, насыщенности новыми идеями и по широчайшему спектру приложений он выходил также за рамки известных неформальных коллективов, описанных в науковедческой литературе [1].

Незримый коллектив Налимова состоял из множества вложенных структур — малых незримых коллективов, которые имели свою проблемную специфику, своих лидеров (как правило — учеников Налимова) и функционировали длительное время, т. е. не были «коллективами — эфемеридами». Прежде всего, это относится к хеометрии и биометрии, но рамки этой статьи не позволили уделить им должное внимание — это дело будущего. Интересно также проследить передачу эстафеты от Налимова его ученикам и ученикам учеников.

Деятельность В. В. Налимова как основоположника многих новых научных направлений и организатора неформальных научных сообществ, поражающих своей «незримостью», несомненно является феноменальным явлением в истории отечественных научных школ.

Литература

1. Бойко Е. С. К типологии научных школ / В сб.: Социально-психологические проблемы науки. Ученый и научная школа. Под ред. М. Г. Ярошевского. М.: Наука, 1973, с. 202–209.
2. Хайтун С. Д. О предпосылках возникновения научных школ / Там же, с. 190–201.
3. Налимов В. В., Мульченко З. М. Наукометрия. Изучение науки как информационного процесса. М.: Наука, 1969.
4. Самойленко С. И., А. И. Берг. Развитие кибернетики в Советском Союзе / В кн.: Путь в большую науку: академик Аксель Берг. М.: Наука, 1988, с. 134–147.

5. Масчан С. С. В научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика» / Там же, с. 202–214.
6. Налимов В. В. Применение математической статистики при анализе вещества. М.: Физматгиз, 1960.
7. Влэдуц Г. Э., Налимов В. В., Стяжкин Н. И. Научная и техническая информация как одна из задач кибернетики // Успехи физических наук, 1959, т. 69, № 1, с. 13–56.
8. Налимов В. В. Статистические методы поиска оптимальных условий протекания химических процессов // Успехи химии, 1960, т. 29, № 11, с. 1362–1387.
9. Маркова Е. В. Берг и обновленное лицо науки / В сб.: Путь в большую науку: академик Аксель Берг. М.: Наука, 1988, с. 187–202.
10. Берг А. И. Кибернетика и надежность. М.: Знание, 1964, с. 31–33.
11. Берг А. И., Бирюков Б. В., Маркова Е. В. Методология сложных систем и проблемы биосферы / В кн.: Методологические аспекты исследования биосферы. М.: Наука, 1975, с. 220–244.
12. Налимов В. В., Маркова Е. В. Химическая кибернетика // Информационные материалы: Кибернетика. М.: Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», 1972, № 8, с. 168–183.
13. Маркова Е. В., Адлер Ю. П., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента в химии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева, 1980, т. XX, № 1, с. 4–12.
14. Кафаров В. В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. М.: Химия, 1976.
15. Грановский Ю. В. Успехи и проблемы хемометрии // Вестник Московского университета. Серия 2, Химия, 1997, т. 38, № 4, с. 211–218.
16. Грановский Ю. В., Маркова Е. В. Научная и статистическая эффективность статистических методов хемометрии // Наука и технология в России, 1997, № 3, с. 14–15.
17. Налимов В. В. Вероятностная модель языка. М.: Наука, 1979.
18. Налимов В. В., Голикова Т. И. Логические основания планирования эксперимента. М.: «Металлургия», 1981.
19. Налимов В. В. Теория эксперимента / В сб.: Новые идеи в планировании эксперимента. М.: Наука, Гл. ред. Физ.-мат. литературы, 1969, с. 9–21.
20. Маркова Е. В., Прис Д. А. Латинские и гипер-греко-латинские кубы как комбинаторные конфигурации и планы эксперимента / М.: Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», 1976.
21. Налимов В. В., Никитина Е. П. Математическая теория эксперимента / Информационные материалы: Кибернетика. М.: Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», 1980, № 3, с. 39–52.
22. Налимов В. В., Круг Г. К., Маркова Е. В., Никитина Е. П. Математическая теория эксперимента / Информационные материалы: Кибернетика. М.: Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», 1978, № 7, с. 17–21.
23. Закейм А. Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М.: Химия, 1982.
24. Groshovyy T. A., Markova E. V., Golovkin V. A. Математическое планирование эксперимента в фармацевтической технологии. Киев: Вища школа, 1992.
25. Маркова Е. В., Новиков А. С. Анализ компонент дисперсий: специфика, модели, виды оценок // Заводская лаборатория, 1984, № 7, с. 40–45.
26. Маслак А. А., Маркова Е. В. и др. Компьютерные системы биотехнологических исследований. М.: ВНИИТИБП, 1993.
27. Маркова Е. В., Чеботарев Н. Г. Методо-ориентированная система по планированию и анализу эксперимента ПЛАНЭКС // Приборы и системы управления, 1989, № 1, с. 1–7.
28. Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Обучающая методо-ориентированная система ЭКСПЛАН // Вестник Всесоюзного общества информатики и вычислительной техники, 1991, № 1, с. 81–89.

Ю. В. Грановский

Наукометрическая школа В. В. Налимова

Настоящая статья посвящена наукометрической школе В. В. Налимова. Его исследования по данной тематике рассмотрены в работе [1].

Период, предшествующий зарождению наукометрической школы

В конце 1950-х гг. В. В. Налимов работал в Институте научной информации (ВИНИТИ АН СССР) в должности младшего научного сотрудника — редактора в отделе «Оптика». Как он сам отмечал позднее [2], в эти годы стали широко распространяться кибернетические представления об информации. Эти идеи заинтересовали и Василия Васильевича. В 1959 г. он в соавторстве с сотрудниками ВИНИТИ Г. Э. Влэдуцем и Н. И. Стяжкиным опубликовал статью «Научная и техническая информация как одна из задач кибернетики» [3]. В этой

работе один раздел посвящен вопросам статистического анализа развития науки. Отмечено, что количество публикуемых работ, число журналов, количество научных работников, ассигнования на науку растут по экспоненте. Параметры экспоненты изменяются в довольно узких пределах так, что за период 10–15 лет их значения удваиваются. С экспоненциальными кривыми проведен мысленный эксперимент — экстраполяция в историческое прошлое. Ординаты почти всех кривых оказались равными единице примерно в 1700 г., в эпоху И. Ньютона. Действительно, первые журналы стали выходить во второй половине XVII века. Экспоненциальный рост науки по большинству показателей прослеживается на протяжении последних 200–250 лет. Такая закономерность наблюдалась только для достаточно широких областей науки: физики, химии, биологии. Локальные научные направления вначале развиваются по экспоненте. После исчерпания потенциальных возможностей развития, рост числа публикуемых работ становится линейной функцией времени. В данной работе утверждалось, что экспоненциальный характер развития науки согласуется с представлениями общего характера.

Проведенный анализ позволил сделать вывод: помимо пространственного, временного и языкового барьеров, в связи с экспоненциальным ростом науки в ней появился еще один барьер, связанный с трудностями восприятия и переработки современных мощных потоков информации. Экспоненциальный характер развития науки сохранится лишь в том случае, если часть интеллектуального труда будет передана машинам.

С 1959 г. В. В. Налимов работал в Государственном институте редких металлов и его основной интерес составляли проблемы химической метрологии, химической кибернетики, математической теории эксперимента [4]. В то время он старался вызвать интерес у работающих с ним сотрудников и учеников к вопросам применения математических методов при изучении развития науки. Его усилия не оказались бесплодными. Были получены и интерпретированы данные: по применению методов планирования эксперимента в отечественных исследованиях; по росту публикаций при планировании отсеивающих экспериментов; в факторном эксперименте (в психологических исследованиях); планировании экстремального эксперимента [5–7]. Особенность периода, предшествующего созданию наукометрической школы В. В. Налимова, состоит в том, что авторы отмеченных публикаций Ю. П. Адлер, Ю. В. Грановский, Е. В. Маркова, Г. Б. Преображенская работали в «незримом коллективе» по планированию эксперимента [4]. Этим коллективом руководил В. В. Налимов, и его идеи по анализу развития науки с помощью математических методов нашли применение в новом направлении исследований, которое развивал коллектив.

В 1965 году В. В. Налимов перешел на работу в Московский государственный университет на должность заведующего отделом математической теории планирования эксперимента Межфакультетской лаборатории статистических методов. Лабораторией заведовал академик А. Н. Колмогоров. В задачи Лаборатории входили разработка вероятностно-статистических методов, их пропаганда и широкое внедрение в научную, инженерную и медицинскую практику; хозяйственная, педагогическая и издательская деятельность; участие в конференциях и т. п. [2]. Такая широкая постановка задач способствовала углублению интереса Василия Васильевича к вопросам изучения развития науки с помощью количественных методов. В то же время в нашей стране возросло внимание к науковедению: стали проводиться семинары и конференции, образовывались специализированные организации и пр. Как отмечено в работе [8], тогда в науковедении выделились 6 основных направлений исследований: логико-гносеологическое; историко-научное; социологическое; наукометрия; психология научного творчества; экономические проблемы развития науки. Появились московская школа (С. Р. Микулинский, М. Г. Ярошевский), Киевская школа (Г. М. Добров), отдел науковедения в Институте истории естествознания и техники АН СССР, был создан Центр исследований научно-технического потенциала и истории науки в Киеве и пр. [1]. Одним из примечательных событий того времени стал советско-польский симпозиум по науковедению летом 1966 г. На этом совещании и в опубликованной в конце 1966 года статье: «Количественные методы исследования процесса развития науки» [9] В. В. Налимов изложил основные положения своей наукометрической концепции.

Он считал, что наука — это развивающийся во времени процесс, характеризуемый количественными параметрами, и его следует изучать так же, как изучаются физические, химические и биологические процессы, т. е. накапливать наблюдения и подвергать их статистической обработке. В. В. Налимов предложил называть наукометрией количественные методы изучения процесса развития науки. Он выделил результаты американского исследователя Д. Прайса по экспоненциально-логистическому росту числа публикаций и научных сотрудников в мировой науке, знаменующему переход от малой к большой науке. В связи с выводом Д. Прайса об изменении скорости роста по некоторым показателям развития науки, В. В. Налимов рассмотрел механизм торможения, его последствия и новые организационные формы науки.

В. В. Налимов определил задачи наукометрии:

— прогноз и управление развитием науки. Эта задача состоит в организации системы количественного слежения за развитием отдельных научных направлений и распределении средств по отдельным отраслям знаний;

— изучение основной метрологической задачи: что измерять, как измерять, какое значение придавать показателям развития науки;

— изучение структуры организации науки, оценка эффективности труда ученых в разных странах, выявление факторов, влияющих на эффективность;

— исследование проблемы подбора и подготовки кадров;

— изучение суждения ученого о самом себе.

Это, естественно, только часть задач наукометрии. Основной вывод: успех развития науки в нашей стране в большой степени будет определяться тем, насколько успешно будут решаться перечисленные задачи. При этом В. В. Налимов опирался и на зарубежный опыт. Например, к моменту выхода статьи [9] уже несколько лет работал организованный Ю. Гарфилдом Американский институт научной информации. Этим институтом издавался «Указатель научных ссылок» (Science Citation Index), позволяющий успешно решать многие наукометрические задачи. В 1965 г. для этого источника информации просматривались около 1500 наиболее важных журналов всего мира по точным, естественным и техническим наукам. Туда попадали сведения о более чем 200 тыс. научных публикаций, 60 тыс. патентов и около трех миллионов ссылок [10].

Из краткого рассмотрения выдвинутых В. В. Налимовым задач наукометрии отчетливо виден их огромный масштаб. В конечном счете, успехи науки влияют на все стороны жизни страны: благосостояние населения, обороноспособность и пр., а наукометрия содействует эффективному развитию науки. Конечно, решение даже какой-либо одной из отмеченных выше задач не под силу отдельному исследователю. Это и послужило причиной формирования наукометрической школы В. В. Налимова.

Формирование наукометрической школы и первые результаты

Большую роль в создании школы сыграл Московский общегородской семинар по количественным методам изучения развития науки, работавший под руководством В. В. Налимова в Институте истории естествознания и техники АН СССР. Семинар объединял сотрудников разных организаций. В это время и проявились качества Василия Васильевича как организатора школы.

Василий Васильевич считал, что при построении математических моделей сложных систем следует опираться на некоторые логически обоснованные постулаты [11]. Эти постулаты позволяют записать легко интерпретируемые по смыслу дифференциальные уравнения. Далее дифференциальные уравнения интегрируются и полученные функциональные зависимости сопоставляются с результатами наблюдений, с использованием обычных статистических критериев. Он отмечал, что Д. Прайс, автор концепции экспоненциально-логистического роста науки, вначале встал на неправильный путь. Прайс предложил уравнения, просто хорошо аппроксимирующие результаты наблюдений. Логический анализ концепции роста науки впервые был дан в рассмотренной выше работе [3] В. В. Налимовым с соавторами. Вообще, ситуация с применением математических методов в науковедении вызывала у Василия Васильевича большое

беспокойство. Это — и участвовавшие случаи некорректного применения количественных методов, сопровождаемые глубокой верой в волшебное могущество математики, и попытки получения из эмпирических формул строго объективными методами ранее неизвестных закономерностей и пр. Тем самым, сама возможность применения математических методов при изучении таких сложных систем как наука, ставилась под сомнение. При этом часто не учитывались основные методологические концепции математической статистики, в частности, необходимость выдвижения гипотез, подлежащих проверке [12].

В работе [13] «Что мы ждем от наукометрии» Василий Васильевич снова обратился к задачам наукометрии. Он так представлял подход к решению одной из основных проблем наукометрии:

«У нас нет прямых количественных показателей, которыми бы полностью четко и однозначно определялась сущность науки. Мы можем измерять только ряд косвенных показателей, которые хоть в той или иной мере характеризуют развитие науки. Это обстоятельство не должно нас обескураживать. Дело в том, что и в других разделах науки, в том числе и в точных науках, также нет четких показателей, которыми бы определялись свойства изучаемых явлений или объектов. Рассмотрим в качестве примера вопрос о свойствах таких хорошо известных материалов как металлы и полупроводники. Здесь приходится иметь дело со множеством показателей, которые лишь в совокупности в какой-то мере характеризуют свойства изучаемого материала. Вся разница здесь лишь в том, что исследователи, работающие в области точных наук, в результате многолетнего опыта научились судить об изучаемых явлениях и материалах по косвенным характеристикам, а в наукометрии мы еще не умеем достаточно отчетливо судить о развитии науки по результатам косвенных показателей. Нам представляется, что сейчас основная задача наукометрии показать, что обрабатывая статистические показатели, поддающиеся количественной оценке, мы сможем получить практически важные, нетривиальные, хотя иногда, может быть, и не однозначно интерпретируемые, результаты» ([13], с. 38–39).

В этот период наукометрия стала одним из основных (если не главным) направлением деятельности Василия Васильевича. Привлекала будущих членов школы его увлеченность новой тематикой, возможность по-новому взглянуть на процесс развития науки, оценивать вклад исследователей в науку по «гамбургскому счету» и пр. Эта увлеченность проявлялась не только в живых дискуссиях на семинаре, но и во встречах у него на работе в лабораторном корпусе «А» Московского университета. Встречи дополнялись длительными телефонными разговорами по «текущему моменту», часто — поздними вечерами. Все это действовало на окружающих В. В. Налимова научных работников, разделявших с ним энтузиазм в работе. В формируемую школу входили как научные работники, связанные с В. В. Налимовым совместными исследованиями по математической теории эксперимента, так и новые исследователи: З. М. Мульченко, И. М. Ориент, Р. Ф. Васильев.

В конце 1967 г. увидела свет статья В. В. Налимова с 11 соавторами по изучению научных журналов как каналов связи и оценке вклада отдельных стран в мировой научный информационный поток [14]. Эта работа явилась одним из существенных признаков появления наукометрической школы В. В. Налимова. В статье рассмотрены усилия, затрачиваемые разными странами на развитие науки, и оценена эффективность этих усилий. Мерой усилий было выбрано относительное число публикаций, прошедших через фильтр реферативных журналов, мерой эффективности — относительное число библиографических ссылок на авторов разных стран. Объектами исследований были журналы по математической статистике, аналитической химии, металловедению и философии пяти стран (СССР, США, Великобритания, ФРГ, Франция). В ряде случаев к ним добавлялись журналы Японии и Индии. Установлено, что США и Великобритания образуют один информационный поток (около 55 % публикаций), СССР — другой поток (около 20 % публикаций). Эти потоки слабо пересекаются, они преимущественно опираются на предшествующие публикации авторов своих стран. Журналы других стран не образуют столь национально замкнутых информационных потоков. Цитируемость англоязычных авторов в журналах большинства других стран составляет около 55 %. Только в журналах нашей страны вклад англо-американских работ падал иногда до 25–30 %. Цитируемость авторов СССР в журналах

других стран составила 2–4 % и никогда не превосходила 5 %. Например, в распределении по странам статей, цитированных в американском журнале “Journal of the American Chemical Society” вклад русских и советских работ с 1900 г. по 1965 г. изменялся в диапазоне от 0,2 % до 2 %. Малое влияние отечественных работ на мировые информационные потоки объяснялось плохо организованной службой информации, из-за чего происходила большая задержка движения новых идей по каналам связи. По примерной оценке задержки достигали и даже превосходили 5 лет. Такие сроки, естественно, обесценивали новые идеи. На пути идей возникали различные барьеры: отсутствие прямых регулярных связей с зарубежными учеными (не зная лично многих наших научных сотрудников, они не следили внимательно за нашими публикациями и своевременно на них не реагировали); задержки с получением иностранных журналов; недостаточно хорошее знание иностранных языков нашими учеными и незнание русского языка иностранными учеными; большие потери времени при подготовке статьи к печати. Эти барьеры имели разную величину для научных сотрудников разного ранга и положения.

В статье [14] конкретизированы задачи наукометрии по повышению эффективности научных исследований. Предложено рассматривать науку как самоорганизующуюся систему, управляемую проходящими через научные журналы информационными потоками. Оптимизация системы достижима с помощью обратной связи, которая может быть создана на основе статистического анализа научных журналов. Тогда каждый научный коллектив сможет систематически получать обстоятельные данные по анализу процесса развития науки, что позволит ему осторожно и критически подходить к организации своей работы. Ставился вопрос и о создании постоянно действующего информационного центра, в задачи которого входили бы прослеживание за вкладом отдельных стран в мировую науку, наблюдение за развитием отдельных направлений, оценка эффективности усилий, затрачиваемых на эти направления и пр. При организации такого центра следовало всячески стремиться к международному сотрудничеству.

Работа [14] стала известна Д. Прайсу, который в письме к В. В. Налимову [15] отметил ряд интересных результатов, полученных в этой работе.

Расширение фронта исследований наукометрической школы В. В. Налимова

К концу десятилетия (1960-е гг.) произошло расширение фронта исследований наукометрической школы. Этому способствовало издание В. В. Налимовым первой в мире монографии по количественным методам изучения развития науки (совместно с З. М. Мульченко) [10]. Во введении авторы отмечали, что наука сделалась объектом исследований и число публикаций по этой тематике быстро растет. Основоположником науки о науке, науковедения, считается Дж. Бернал, опубликовавший в 1939 г. книгу «Социальная функция науки». После второй мировой войны большой вклад в науковедение внесли Д. Прайс и Ю. Гарфилд. В СССР на профессиональном уровне науковедением занимался Г. М. Добров в Киеве, издавший монографию «Наука о науке» [16]. В этой монографии также была рассмотрена информационная модель науки, но она не была доведена до логического завершения.

В монографии В. В. Налимова и З. М. Мульченко сделана попытка восполнения этого пробела. С единых позиций рассмотрены работы по количественным методам изучения процесса развития науки и намечены новые направления исследований. Там же подчеркивается, что авторы развивают концепцию, сложившуюся при совместной работе с незримым коллективом исследователей, группировавшихся вокруг семинара по наукометрии в Институте истории естествознания и техники АН СССР. В книге большое внимание уделено результатам, полученным этим коллективом.

В первой половине 1970-х гг. расширение фронта исследований наукометрической школы сопровождалось ростом ее численного состава. В. В. Налимовым была опубликована статья по географическому распределению научной информации [17] (соавторы И. В. Кордон и А. Я. Корнеева) и статья по изучению потребности в работниках интеллектуального труда [18] (соавторы Г. А. Батулова и А. В. Ярхо). В первой из них рассмотрены вопросы распределения научных журналов по странам мира, а внутри стран —

по отдельным научным центрам. Отмечено, что трудности с приобретением всего множества издаваемых журналов из-за удвоения их числа каждые 12–15 лет со временем нарастают. Это приводит к усилению неравномерности в распределении журналов. Научные работники разных стран и разных научных центров работают в разной «информационной среде», определяющей научный потенциал. Эта ситуация пояснена несколькими примерами: пополнением научными журналами библиотеки Одесского университета; распределением иностранных научных журналов по научным центрам СССР; распределением по странам мира журналов “Biometrika”, “Technometrics”, “Lancet”. Сделан вывод, что неравномерность функции распределения журналов будет возрастать, так как возникают новые научные центры и появляются новые научные журналы, и эти процессы происходят быстрее, чем рост национального дохода.

В статье [18] приведены результаты анализа объявлений о найме на работу в двух журналах и газете Великобритании за 1961 г. и 1971 г. В журналах общее число объявлений за два рассмотренных года почти не изменилось, но произошло заметное перераспределение спроса на специалистов разных профессий. Возрос спрос на биологов в два раза, биохимиков — в три раза. Потребность в физиках и химиках уменьшилась. Анализ объявлений в газете также показал более чем двукратное увеличение спроса на биологов и повышение спроса на специалистов с гуманитарным образованием. Систематическое слежение за изменением во времени спроса на работников интеллектуального труда должно помочь решению задач подготовки кадров системой высшего образования.

По предложению В. В. Налимова, на основе «Указателя научных ссылок» была организована информационная служба по планированию эксперимента и издано несколько библиографических указателей прикладных работ за 1966–1975 гг. Помимо решения чисто информационных задач, такая постановка дела позволила практически реализовать идею Василия Васильевича об установлении обратной связи между автором и творчески активным читателем [10]. С помощью изданных библиографий каждый известный специалист по планированию эксперимента мог узнать, когда и кем цитировались его работы. Организация информационной службы и проводимые на ее основе наукометрические исследования в выделенном направлении, вероятно, остаются в отечественной науке уникальным явлением. В этих работах, помимо Ю. П. Адлера, Ю. В. Грановского, Е. В. Марковой, З. М. Мульченко, Г. Б. Преображенской принимали участие сотрудники Межфакультетской лаборатории статистических методов МГУ Т. Н. Любимова и Т. И. Мурашова, сотрудник Химического факультета МГУ А. Б. Страхов.

Успешно работали и другие участники наукометрической школы. Например, И. М. Ориент публиковала результаты своих исследований в области аналитической химии. Как позднее отмечал Василий Васильевич, в этой области в нашей стране буквально не проходило ни одной конференции без того, чтобы на пленарном заседании не делался доклад о результатах текущего наукометрического анализа [19].

В этот период наукометрия в нашей стране развивалась довольно быстро. В середине 1970-х гг. по предложению Василия Васильевича была составлена библиография отечественных работ в этой области [20]. Она включает уже более 700 публикаций. Монография В. В. Налимова и З. М. Мульченко за 1971–1975 гг. получила заметную цитируемость, около 40 ссылок. Она попала в число пяти книг, наиболее часто цитируемых за 1961–1973 гг. в известном отечественном журнале «Научно-техническая информация», а сам В. В. Налимов оказался в числе первых 20 авторов публикаций, наиболее часто цитируемых в информационной науке [21, 22].

В 1979 г., во многом благодаря усилиям венгерского исследователя Тибора Брауна, начал издаваться международный журнал “Scientometrics”. На следующий год В. В. Налимов принял предложение стать редактором-консультантом этого журнала. В редакционный совет журнала от нашей страны вошли В. В. Налимов, автор этих строк, Г. М. Добров, А. А. Коренной и сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР А. И. Яблонский, опубликовавший к тому времени обзор [23] и ряд наукометрических статей. Таким образом, наукометрическая школа В. В. Налимова получила международную известность.

Приведенные данные подтверждают существование двух отечественных школ в науковедении. Школа В. В. Налимова подходила к решению проблем наукометрии (как отдельного направления в науковедении) с широких, в какой-то мере — философских позиций. Школу Г.М. Доброва больше интересовали вопросы научного менеджмента и научной политики. Если В. В. Налимов прилагал усилия к созданию незримого наукометрического коллектива, то Г. М. Доброву удалось создать Центр исследований научно-технического потенциала и истории науки. Киевская школа продолжала функционировать и после ухода из жизни ее лидера [24].

Влияние школы В. В. Налимова на развитие наукометрии.

В первой половине 1980-х гг. снизилась интенсивность наукометрических исследований В. В. Налимова и научных сотрудников, входящих в его школу. Василия Васильевича больше стали интересовать проблемы философии науки, человека, культуры и пр.

Вероятно, одна из основных причин снижения интенсивности исследований в том, что не удалось создать организацию, которая целиком была бы сосредоточена на решении наукометрических проблем. Иная картина наблюдалась, например, при развитии отечественных исследований по планированию эксперимента. Там деятельность школы, а затем и незримого коллектива, сопровождалась образованием нескольких специализированных организаций [4]. Почему исследования наукометрической школы В. В. Налимова не были поддержаны финансовыми и иными ресурсами — этот вопрос выходит за рамки настоящей работы. На отсутствие поддержки несомненно повлияло и недостаточное внимание руководителей отечественной науки к работам по науковедению и наукометрии, к тем задачам, которые были выдвинуты В. В. Налимовым в середине 1960-х гг. [25].

Тем не менее, одновременно, росла известность работ наукометрической школы В. В. Налимова. Например, в лекциях по научно-информационной деятельности, читаемых в течение ряда лет на естественных и гуманитарных факультетах Московского университета [26], в разделе «Основные закономерности научных исследований», рассматривались математические модели роста науки из монографии В. В. Налимова и З. М. Мульченко [10]. Участниками школы В. В. Налимова поддерживались мероприятия, связанные с исследованиями по науковедению и наукометрии. Так, в период 1988–1994 гг. на трех Тамбовских конференциях по информатике и науковедению ими были сделаны доклады по анализу быстро развивающихся направлений химии, критериям оценки результатов деятельности научных сотрудников, базам знаний и банкам данных в статистических системах, оценке вклада российской науки в мировую науку от XVIII века до наших дней. В этих конференциях принимали участие Ю. В. Грановский, Т. Н. Любимова, Е. В. Маркова, А. А. Маслак, Т. И. Мурашова.

В 1987 г. В. В. Налимов, совместно с Г. Смоллом (США), был награжден медалью Д. Прайса, учрежденной в 1983 г. журналом “Scientometrics” для признания успехов в области наукометрии [27]. Первыми лауреатами этой медали были Ю. Гарфилд (США, 1984 г.), М. Моравчик (США, 1985 г.), Т. Браун (Венгрия, 1986 г.).

Заслуги наукометрической школы В. В. Налимова в развитии наукометрии отмечались на встречах в 1998–2001 гг., посвященных жизни и научной деятельности Василия Васильевича, в Московском доме ученых, Московском государственном университете, Российском центре испытаний и сертификации (РОСТЕСТ–Москва), на двух налимовских чтениях в республике Коми [28].

История развития науковедения и наукометрии в России еще ждет своих исследователей. И в этой истории наукометрические работы В. В. Налимова и его школы несомненно займут достойное место.

Литература

1. Грановский Ю. В. Можно ли измерять науку? Исследования В. В. Налимова по наукометрии // Науковедение, 2000, № 1, с. 160–183.
2. В. В. Налимов. Канатоходец. Воспоминания. М.: Издательская группа «Прогресс», 1994, 456 с.

3. Влэдуч Г. Э., Налимов В. В., Стяжкин Н. И. Научная и техническая информация как одна из задач кибернетики // *Успехи физических наук*, 1959, т. 69, № 1, с. 13–56.
4. Маркова Е. В. Из истории налимовского «незримого коллектива» (о математической теории эксперимента в 1970–1980-х годах) // *Науковедение*, 2001, № 4, с. 170–195.
5. Адлер Ю. П., Грановский Ю. В. Опыт применения математических методов планирования эксперимента / В кн.: Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремального эксперимента. М.: Наука, 1965, с. 225–233.
6. Налимов В. В., Адлер Ю. П., Грановский Ю. В. Информационная система по математической теории эксперимента / В кн.: Кибернетика и документалистика: Механизация процесса накопления, хранения и поиска научной информации. М.: Наука, 1966, с. 138–149.
7. Маркова Е. В., Адлер Ю. П., Преображенская Г. Б. Развитие методов планирования эксперимента в СССР // *Заводская лаборатория*, 1967, т. 33, № 10, с. 1300–1304.
8. Козлов Б. И. Наука и науковедение в постиндустриальной России // *Науковедение*, 2001, № 4, с. 76–98.
9. Налимов В. В. Количественные методы исследования процесса развития науки // *Вопросы философии*, 1966, № 12, с. 38–47.
10. Налимов В. В., Мульченко З. М. Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса. М.: Наука, 1969, 192 с.
11. Налимов В. В., Мульченко З. М. Еще раз к вопросу о концепции экспоненциального роста / В сб.: *Материалы по науковедению. Дискуссия о кривых роста науки. Труды семинара. Киев: Совет по изучению производительных сил АН УССР*, 1969, вып. 3, с. 22–33.
12. В. В. Налимов. Выступление по докладам. Там же, с. 105–106.
13. Налимов В. В., Мульченко З. М. Что мы ждем от наукометрии? / В сб.: *Материалы к симпозиуму «Исследование операций и анализ развития науки» Часть I. Методы анализа развития науки. М.: Научный совет по философским вопросам естествознания*, 1967, с. 38–59.
14. Барина З. Б., Васильев Р. Ф., Грановский Ю. В., Мульченко З. М., Налимов В. В., Напастников Е. В., Ориент И. М., Преображенская Г. Б., Страхов А. Б., Терехин А. Т., Фарберова Т. Л., Щербаков Ю. А. Изучение научных журналов как каналов связи. Оценка вклада отдельных стран в мировой научный информационный поток // *Научно-техническая информация. Серия 2*. 1967, № 12, с. 3–11.
15. Cherny A. I., Gilyarevsky R. S. The impact on V. V. Nalimov on information science / *Scientometrics*, 2001, v. 52, № 2, p. 159–163.
16. Добров Г. М. Наука о науке. Киев: Наукова думка, 1966, 270 с.
17. Налимов В. В., Кордон И. В., Корнеева А. Я. Географическое распределение научной информации // *Информационные материалы: Кибернетика. М.: Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика»*, 1971, № 2(49), с. 3–37.
18. Батулова Г. А., Налимов В. В., Ярхо А. В. На бирже науки // *Природа*, 1975, № 2, с. 76–81.
19. V. V. Nalimov's foreword to the Hungarian edition // *Scientometrics*, 2001, v. 52, № 2, pp. 102–104.
20. Наукометрия. Информационный указатель / Составители: Т. И. Мурашова, Т. Н. Любимова, М. Н. Куракина, Е. П. Куропаткина. Под ред. Ю. В. Грановского. М.: Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», 1976, 129 с.
21. Marshakova I.V. Citation networks in information science // *Scientometrics*, 1981, v. 3, № 1, p. 13–26.
22. Marshakova-Shaikovich I. Scientometric perspectives of the analysis of chemical terminology // *Scientometrics*, 2001, v. 52, № 2, p. 323–336.
23. Яблонский А.И. Модели и методы математического исследования науки: Научно-аналитический обзор. М.: ИНИОН АН СССР, 1977, 128 с.
24. Gurjeva L.G., Wouters P. Scientometrics in the context of probabilistic philosophy // *Scientometrics*, 2001, v. 52, №2, p. 111–126.
25. Семенов Е.В. Первый российский науковедческий журнал. // *Науковедение*, 1999, №1, с. 5–6.
26. Михайлов А.И., Гиляревский Р.С., Губанков В.Н., Дронина Н.Л. Введение в информатику. М.: Издательство МГУ, 1982, 67 с.
27. Granovsky Y.V. Comments on V.V. Nalimov — Recipient of the 1987 Derek De Solla Price award. // *Scientometrics*, 1989, v. 15, № 1–2, p. 7–12.
28. Мыслители — выходцы из земли Коми: В. П. и В.В. Налимовы (Материалы налимовских чтений), Сыктывкар, 31 октября–2 ноября 2001 г., 248 с.

Сергей Всеволодович Яблонский

Огромную роль в становлении и развитии кибернетики сыграл Сергей Всеволодович Яблонский — выдающийся русский ученый, один из основателей отечественной школы математической кибернетики и дискретной математики.

С. В. Яблонский родился 6 декабря 1924 года в Москве, в семье профессора механики. Его математическое дарование проявилось еще в школе, и в 1940 г. он стал победителем 6-й Московской математической олимпиады школьников. Окончив школу, он поступил в Московский университет на механико-математический факультет. Но это был 1941 год, и война надолго оторвала С. В. Яблонского от учебы. Осенью 1942 года, после окончания первого курса он 18-летним юношей ушел на фронт и в составе 242-го танкового полка прошел трудный боевой путь по дорогам Великой Отечественной войны. О доблести и самоотверженности Сергея Всеволодовича говорят его боевые награды — два ордена Отечественной войны, два ордена Красной Звезды, орден Славы 3-й степени, боевые медали.

К занятиям любимой наукой С. В. Яблонский смог вернуться лишь в победном 1945 году. Возвратившись в МГУ, он активно включился в учебу и в 1950 г. с отличием окончил механико-математический факультет МГУ. Научные исследования в студенческие годы он вел под руководством Нины Карловны Бари. В 1950 г. он опубликовал в «Вестнике Московского университета» свою первую научную работу «О сходящихся последовательностях непрерывных функций». В этом же году Сергей Всеволодович поступил в аспирантуру мехмата, где его научным руководителем был Петр Сергеевич Новиков, оказавший большое влияние на формирование научных интересов Яблонского. Тематикой исследований С. В. стали проблемы выразимости в математической логике. Его исследования показали, что эти вопросы, порожденные математической логикой, находят более адекватное описание и решение в теории дискретных многозначных функций. Разработка этой теории и решение ряда конкретных задач в ней (в частности, окончательное решение проблемы полноты в 3-значной логике) составили основу кандидатской диссертации С. В. Яблонского «Вопросы функциональной полноты в k -значном исчислении», защищенной им в 1953 г.

С 1953 года Сергей Всеволодович начал работать в Отделении прикладной математики Математического института им. В. А. Стеклова, которое позднее было преобразовано в Институт прикладной математики. Он продолжил исследования в области дискретных многозначных функций и в 1958 г. опубликовал в «Трудах Математического института им. В. А. Стеклова» (т. 51) большую обзорную статью «Функциональные построения в k -значной логике», в которой удачно систематизировал накопленные к тому времени результаты в этой области. Эта статья сыграла огромную роль в становлении дискретной математики и математической кибернетики, и на протяжении ряда лет была основным учебным пособием по теории дискретных функций для многих исследователей.

В это же время С. В. Яблонский активно включился в исследование проблем, связанных с синтезом логических устройств. Среди результатов этого периода важное место занимают его работы (совместно с И. А. Чегис) о тестировании электрических схем. Их работа «Логические способы контроля работы электрических схем», опубликованная в 1958 г. в том же 51-м томе «Трудов МИАН», представляла новый взгляд на проблемы построения тестов и дала толчок развитию комбинаторно-логических методов как в теории надежности схем, так и в распознавании образов.

Изучая логические вопросы в теории схем, Сергей Всеволодович непосредственно сталкивался и с новым математическим термином «кибернетика», вокруг которого шли философские и идеологические споры. Глубоко понимая важность математических проблем, связанных с кибернетикой, Яблонский сразу же активно встал на ее защиту. Большое влияние в этом оказал на него Алексей Андреевич Ляпунов, вместе с которым они в 50-х и 60-х годах проводили знаменитый семинар по кибернетике. С. В. принял активное участие в организации периодического сборника «Проблемы кибернетики», издание которого начал в 1958 г. А. А. Ляпунов.

С. В. Яблонский осознавал важность выделения в кибернетике чисто математических вопросов и отделение их от философии и идеологии. Итогом его анализа явилась опубликованная в 1959 г. в сборнике «Проблемы кибернетики» статья «Основные понятия кибернетики», в которой выделено и математически формализовано понятие управляющей системы, указаны проблемы и направления развития теории управляющих систем. Разъяснению и пропаганде идей кибернетики Сергей Всеволодович уделял большое внимание, о чем говорят его доклады, представленные на 3-м (1956 г., с А. И. Китовым, А. А. Ляпуновым и И. А. Полетаевым) и 4-м Всесоюзных математических съездах, на Международном конгрессе по обработке информации ИФИП-68, на других конференциях, а также его публикации по теоретическим и прикладным проблемам кибернетики: статья в «Морском сборнике» (1960 г., с А. И. Бергом и А. А. Ляпуновым), ротапринт Института мировой экономики и международных отношений (1961 г., с А. А. Ляпуновым), статья в сборнике «Проблемы кибернетики» (1963 г., с А. А. Ляпуновым).

С 1958 г. С. В. Яблонский возглавил отдел математической кибернетики Института прикладной математики, созданный им совместно с А. А. Ляпуновым. В этот период Сергей Всеволодович проводит исследования, связанные с проблемами сложности алгоритмов для минимизации схем. Полученные им в этом направлении важные результаты, объясняющие трудности в построении минимальных схем, вошли в его докторскую диссертацию «О некоторых математических вопросах теории управляющих систем», которую он успешно защитил в 1962 г.

В 1966 г. С. В. Яблонский (вместе с Ю. И. Журавлевым и О. Б. Лупановым) был удостоен Ленинской премии за цикл работ по теории управляющих систем. В 1968 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению математики, в работе которого он принял самое активное участие, являясь в течение ряда лет заместителем академика-секретаря и членом бюро этого Отделения. Он был одним из основателей и действительным членом Академии криптографии, в которой также активно работал.

Сергей Всеволодович всегда понимал важность дискретных методов в теории управляющих систем и необходимость развития различных направлений дискретной математики как основы для построения и анализа дискретных моделей в различных приложениях.

Он внес решающий вклад в координацию и развитие научных исследований в области математической кибернетики и дискретной математики, глубоко понимая необходимость обмена информацией о новых научных результатах и поддержки исследований в данных направлениях. Большую роль в этом сыграл «пятничный» семинар по математическим вопросам кибернетики, который регулярно работал в МГУ под его руководством более 30 лет и продолжает работу и сейчас под руководством члена-корреспондента РАН О. Б. Лупанова — ученика С. В. Яблонского. На этом семинаре обсуждались новые наиболее интересные результаты в области математической кибернетики и дискретной математики, с которыми выступали математики не только Москвы, но и других городов, а также других стран. Сам факт выступления на этом семинаре уже являлся высокой оценкой полученных результатов.

С. В. Яблонский принимал активное участие в организации и проведении первых Всесоюзных конференций по проблемам теоретической кибернетики, а затем — в течение многих лет был бессменным председателем Оргкомитета этих конференций. Он активно способствовал становлению и росту научных коллективов в Нижнем Новгороде, Новосибирске, Казани, Саратове, Иркутске и других городах.

Большую роль в популяризации теории дискретных функций сыграла изданная С. В. Яблонским в 1966 г., совместно с его учениками Г. П. Гавриловым и В. Б. Кудрявцевым, книга «Функции алгебры логики и классы Поста».

С 1974 г. С. В. Яблонский — главный редактор сборников «Проблемы кибернетики» (с 1989 г. они выходят под названием «Математические вопросы кибернетики»). Он принял активное участие в работе над «Математической энциклопедией», где разрабатывал и редактировал раздел, посвященный дискретной математике и математической кибернетике. Совместно с О. Б. Лупановым, он подготовил к изданию широко известный среди специалистов сборник статей «Дискретная математика и математические вопросы кибернетики».

Научные работы С. В. в области дискретной математики и математической кибернетики получили всемирную известность, были переведены на многие языки и существенно определили облик современной математики.

Огромен вклад С. В. Яблонского в подготовку кадров в области математической кибернетики и дискретной математики. Параллельно с работой в ИПМ, Сергей Всеволодович с 1954 г. вел преподавание на механико-математическом факультете МГУ. Здесь он разрабатывал и оттачивал спецкурсы «Введение в дискретную математику» и «Основы кибернетики». С 1963 г. он — профессор МГУ.

Сергей Всеволодович принял активное участие в организации в МГУ в 1970 году факультета вычислительной математики и кибернетики, где с 1971 года создал и возглавил кафедру теории автоматов и математической логики, которая вскоре была переименована в кафедру математической кибернетики. Эта кафедра, которой бесценно руководил С. В. Яблонский, подготовила несколько сотен специалистов в области математической кибернетики и дискретной математики.

На факультете ВМиК Сергей Всеволодович начал чтение курсов «Введение в дискретную математику» и «Основы кибернетики» — уже как обязательных курсов для студентов. Разработанная им программа этих курсов легла позднее в основу курса «Дискретная математика», принятого для университетов всей страны, что оказало большое влияние на ознакомление с основами дискретной математики студентов-математиков всего Советского Союза.

Сергей Всеволодович организовывал Всесоюзные методические совещания по проблемам преподавания дискретной математики. До сих пор основным учебником по дискретной математике в нашей стране и некоторых других странах является изданный в 1979 и 1986 годах учебник С. В. Яблонского «Введение в дискретную математику».

С. В. Яблонский много работал со студентами и аспирантами, ставя перед ними задачи достаточно широкого спектра. Под его руководством выполнено и защищено более 25 кандидатских диссертаций, среди его учеников — доктора наук, члены научных академий. Уже несколько поколений учеников и последователей Сергея Всеволодовича образуют созданную им мощную научную школу, объединяющую исследователей нашей страны и ряда других стран.

Активное участие принял С. В. Яблонский в организации Международного математического центра им. С. Банаха. Он долгое время был членом совета этого Центра и организовывал проведение в Центре семестров по дискретной математике.

Много времени и сил посвятил С. В. Яблонский аттестации научных кадров, работая в Специализированных советах по защите диссертаций и в ВАК СССР.

За большие заслуги в области научно-организационной деятельности Сергей Всеволодович был награжден орденом Трудового Красного знамени.

Он работал в редколлегиях ряда научных журналов, до последних дней был членом редколлегии журнала «Дискретная математика».

С. В. Яблонского отличало предельно доброе и внимательное отношение к людям, острая восприимчивость и глубокое понимание новых идей, любовь к Родине, верность своему долгу ученого и гражданина России. В 1953 году он вступил в ряды КПСС и до конца жизни остался верен своим убеждениям.

Эпизоды из жизни Сергея Всеволодовича Яблонского.

*Что имеем, не храним, —
потерявши, плачем.*

Детство, юность. Предвоенные годы.

Вся жизнь Сергея Всеволодовича Яблонского прошла в Москве. Родители: отец — Всеволод Сергеевич — и мать — Анна Александровна — появились в Москве незадолго до его рождения. Отец в это время учился в Московском Государственном университете на механико-математическом факультете. Маленького Сережу принесли в декабре 1924 года из роддома им. Грауэрмана в комнату в большой коммунальной квартире в Шереметьевских домах на ул. Грановского, прямо позади здания механико-математического факультета МГУ на Моховой. Может быть, это уже был знак? Стать впоследствии математиком у него были предпосылки и на генном уровне. Отец, окончив МГУ, специализировался в области гидравлики и какое-то время работал под руководством известного академика Лейбензона. Однокашниками по МГУ у В. С. Яблонского были известные впоследствии ученые М. В. Келдыш, И. А. Остославский, Н. С. Аржанников и др. В прикладной области он связал свою деятельность с вопросами трубопроводной транспортировки нефтепродуктов. Длительное время, будучи профессором Московского нефтяного института, он возглавлял кафедру транспорта и хранения нефти.

Мама тоже имела отношение к математике на ее первой ступени — она преподавала математику в начальной и средней школе.

Точно определить момент, когда у Сережи состоялся старт в математике, затрудняюсь. Существует шутивная версия, что резкий крен в математику произошел у Сергея после того, как он в возрасте 11–12 лет, поскользнувшись в бане, упал и получил сотрясение мозга. Ясно одно — он был, безусловно, человеком с так называемым «естественным» складом ума. Его, как мне кажется, мало интересовали гуманитарные науки (литература, история, языки и пр.). Будучи подростком, из книг он предпочитал литературу таких авторов, как Жюль Верн, Герберт Уэллс и пр. Его влекли вопросы астрономии, космогонии, географии... У нас в детской комнате всегда висели географические карты полушарий, Советского Союза.

Жили мы скромно, у Сережи почти не было покупных игрушек, не было ни велосипеда, ни коньков, ни лыж в современном их представлении. Были, конечно, какие-то коньки и лыжи, прилаживаемые на валенки.

На ул. Грановского мы прожили до 1935 года. Мы занимали комнату в шестикомнатной квартире напротив квартиры Тимирязевых. В квартире было много детей, Сережа был старшим и руководил остальными. Любимой игрой было строить «Наутилус». Все тащили разные предметы мебели, и в коридорчике под Сережиным руководством возводилось сооружение до потолка. Сережа, конечно, — капитан Немо. Гасился свет, и карманный фонарик изображал «яркий луч света». Между прочим, среди детей был и будущий академик АН СССР Олег Тимофеевич Богомолов.

Из игрушек Сережа предпочитал всякие строители и конструкторы, из которых он возводил разные сооружения. В общем, он был по натуре «созидатель».

Летом мы уезжали отдыхать с мамой, как правило, к бабушке в Горький, где у нее была часть дома и дворового участка, либо устраивались где-нибудь на средней Волге или на Украине. Вот тут у Сережи снова проявлялись творческие склонности: он любил строить «дом» и был страшно счастлив, когда работа завершалась. Любил он также и общаться с природой в небольших походах, на лодке, на рыбалке (хотя сам рыбу не ел ни при каких обстоятельствах).

Сережа с детства был очень аккуратен, даже, может быть, педантичен. Я всегда завидовал ему и старался подражать порядку, в котором находились в ящиках его стола

ценные для ребенка предметы, книжки и разные безделушки. Всё укладывалось иногда в несколько слоев, но исключительно в постоянном порядке. Он мог с закрытыми глазами достать нужную ему вещь, хотя для постороннего особой системы в расположении содержимого не существовало.

Учился в школе, и особенно в старших классах, Сергей неплохо, но и в отличниках не числился. Известно, что детский характер очень сильно формируется окружением, и в том числе яркими личностями. Мне думается, что очень важным в становлении Сергея как математика было влияние учителя математики 545-ой школы Исаака Львовича Аграновича. Мне легко это предполагать, так как я сам спустя пять лет попал в его руки. Это был, безусловно, очень одаренный и нестандартный педагог, из рук которого невозможно было выйти, не зная, как минимум, школьного курса. Исаак Львович, или как мы все (много поколений) беззлобно называли его «Исак», приняв класс, очень быстро разобрался в составе и делил его на три части. Первая — это те, кто знал, любил и понимал математику; этих он проверял лишь изредка, чтобы не было пусто в журнале, их он отсаживал на задние парты. Кстати, их оказывалось не так много — 4–5 человек на класс. Вторые — это основная масса; они пересаживались на передние парты и проверялись систематически посредством письменных контрольных задач прямо на местах. И, наконец, третья — «великие математики». Эти сразу, каждый урок, не дожидаясь приглашения, шли к доске, делили ее на части и в течение всего урока шла борьба мела и тряпки. В конце концов, даже эти «великие математики» с грехом пополам курс знали.

Вот этот «Исак», наверное, был первым, кто увидел Сережины математический талант и призвание. Думаю, что не без его руководства Сергей стал постоянным участником математических олимпиад, проводимых в МГУ. Сейчас никого не удивишь олимпиадами, конкурсами и разного рода викторинами, а тогда, перед войной, математическая олимпиада МГУ была уникальным явлением. В ней участвовали наиболее одаренные школьники Москвы. Сергей был среди них и не раз завоевывал первые места.

Второй важной удачей явилось то, что через улицу, метрах в пятистах от школы, жила семья Алексея Андреевича Ляпунова. Алексей Андреевич имел по тем временам большую многодетную семью, любил детей и уделял их воспитанию много внимания. Он был человеком разносторонних интересов, жизнелюбивым и энергичным, и тогда еще довольно молодым. Кроме математики, его интересовали проблемы биологии и, мягко говоря, не модной в те времена генетики. Алексей Андреевич организовал в 545-й школе кружок, где он впервые увидел и понял Сергея. Сережа очень сблизился с Алексеем Андреевичем и стал своим человеком в его доме. Алексей Андреевич сыграл большую роль в формировании Сергея как ученого и как политически зрелого и целеустремленного человека. Думаю, что впоследствии существовало и обратное влияние Сергея на Алексея Андреевича.

Еще одним значительным человеком в формировании характера и мировоззрения Сергея стал Иван Александрович Дубасов. Иван Александрович был художником-графиком, главным художником Гознака. Из-под его рук рождались прототипы всех советских (да и не только советских) денежных знаков, многие почтовые марки. Иван Александрович был автором Герба Советского Союза.

Сережа унаследовал от отца увлечение филателией и был обладателем большой коллекции марок. С Иваном Александровичем познакомил Сережу его сын Шура Дубасов, с которым Сергей дружил со школьной скамьи до конца жизни. Сергей часто бывал в семье Дубасовых и засиживался у них до глубокой ночи в беседах с Иваном Александровичем. Беседы начинались с марок и заканчивались глубинными философскими проблемами. Иван Александрович относился к Сергею, по сути еще мальчику, с большим уважением. Впоследствии, всю войну, Сергей переписывался с Иваном Александровичем.

Какие же увлечения были у «предвоенного» Сережи? Уже говорилось, что он собирал марки. Было время, когда он увлекался шахматами. Между прочим, в нашей 545-й школе учился будущий гроссмейстер Василий Смыслов. В шахматах Сергей также добился успеха и имел категорию, но быстро понял, что это занятие отнимает много времени, и как-то резко его прервал.

Чем же еще он интересовался? Спортом? Нет. Литературой? Нет. Вечеринками с танцами? Нет. Согласно школьной характеристике, «в хулиганских действиях замечен не был». Кстати, Сергей никогда не курил, а к спиртному относился разумно: все хорошо в свое время и в меру. Какие же еще были у него увлечения? Политика? Отчасти. 1936 год — все советские ребята носят «испанки» — идет война в Испании. На стене висит карта Испании и желто-красными полосатыми флагами отмечается расположение республиканцев.

Когда грянула Отечественная война, на стене также появилась карта западной части СССР, в которую вбивались патефонные иголки, и красный шнурок с гирькой на конце, перекинутый через иголки, отмечал текущее положение линии фронта.

Делались попытки приобщить его к музыке. Какое-то время у нас в семье жила мама сестра Валя, учившаяся в Гнесинском училище. Она попыталась учить Сережу игре на пианино, но с его стороны было большое сопротивление, и успеха не получилось. Только уже в зрелом возрасте Сергей проявил интерес к классической симфонической музыке.

В школе Сережа сблизился с рядом одноклассников со схожим образом мышления. Они организовали общество с громким названием «Общество глубокомысленных наук» (ОГНау). Его члены собирались в школе и по домам, делали доклады, обсуждали разные научные проблемы и даже выпустили сатирический журнал «Стрекозел». Заметьте, что шел 40-ой год. Разразился скандал, но, к счастью, до политического расследования дело не дошло — нашлись, видимо, разумные люди. Организатором ОГНау был Вячеслав Ястребов. Хочется перечислить фамилии некоторых членов общества, это: Васильев Ростислав, Гольдбаум Лев, Каинов, Капитонов, Смирнов Юрий, Питерский Валентин, Щеголевский Мирон, Яблонский Сергей, Ястребов Вячеслав. Забегая вперед, скажу, что многие из вернувшихся с войны членов ОГНау пришли в советскую науку и достигли значительных успехов.

Итак, приближалась война, уже прошли польская кампания, война с Финляндией... Сергей принял решение форсировать учебу в школе. За один 1940–41-й учебный год он экстерном закончил девятый и десятый классы и в июне 1941 года закончил школу.

Война.

Война совпала с окончанием школы. Сергей в это время был в Москве один. Он сдает экзамены и поступает на механико-математический факультет МГУ. Но учеба в МГУ начинается с дежурств на куполе здания университета. Москву бомбят, засыпают сотнями «зажигалок», днем нужно рыть окопы и противотанковые рвы. Сергей уходит рано утром, и, грязный и мокрый, приходит вечером. Роят у Воронцовского дворца — это уже Москва и даже не ее окраина. И все же какие-то занятия и лекции идут. А нужно еще и поесть, нужна «рабочая карточка», и Сергей устраивается на почту разносчиком телеграмм. Кстати, эту эстафету у него потом приняла мама, и мальчишки кричали ей вдогонку: «Арифметика стала почтой».

На мой взгляд, главными составляющими успеха являются: природный ум, талант, трудолюбие, везение и здоровье.

Первыми тремя качествами Сергей был щедро наделен. Со здоровьем, к сожалению, было хуже. Что касается везения, то, по большому счету, Сергею везло. Недаром говорят: «Везет тому, у кого две макушки».

В августе 1942 года его снимают с учебы и призывают в Красную Армию, а через месяц выходит постановление Правительства о бронировании студентов второго курса, но уже... «поезд ушел». Казалось бы, не повезло. В частном — да, а в целом — нет.

Вначале его направляют в пулеметно-минометную школу в Ярославль, но тамошнему командиру он «не показался», и его возвращают в Москву. Здесь его перенаправляют в школу связистов в Перловку (г. Мытищи), где он до весны 1943 года тренируется в морзянке — вот первое «повезло». Ранней весной 1943 года его отправляют на Северо-Западный фронт в район Великих Лук, (теперь мы уже все знаем, что лето готовило нам испытание на Курской дуге), и их часть спешно перебазировывают в район Белгорода.

С этого момента для него начинается Война. Сергей воевал в танковых частях 4-го Украинского фронта. Он был ротным радистом, и его рабочее место располагалось на броне одного из танков, и, как он считал, это было хорошо, так как, когда танк подбивали, ему не нужно было из него выбираться, достаточно было лишь спрыгнуть (опять «повезло»). Однако, в самом начале, на Курской дуге, произошло событие, чуть не ставшее трагическим. Осколком или пулей была повреждена рация, и Сергей не смог обеспечить связь. Не разобравшись, вынесли приговор — «расстрелять», и его повели к месту «приведения в исполнение». К счастью, проезжавший на «эмке» командир увидел конвой, ведущий Сергея, и, разобравшись в деле, отменил приговор. Вот уж это — очень большое «повезло»!

Был и второй случай, когда смерть прошла в сантиметрах: опять-таки осколком или пулей был разорван лежавший рядом с ним вещмешок, а его не задело (опять «повезло»). И везло всю войну: он ни разу не был ранен. Боевой путь его танковой армии проходил по северной части Украины, югу Польши и закончился в Чехословакии. Периодически мы получали от него фронтовые треугольники со штампом «Проверено военной цензурой», но Сергей всегда умел намекнуть на какие-то наши довоенные события или литературу, и мы, таким образом, почти точно отслеживали его боевой путь. После Победы Сергей довольно скоро вернулся домой. Пришел совсем другой, взрослый человек, понюхавший пороха и видевший смерть, но с ощущением своего прямого вклада в великую Победу. Смерть дважды прошла в сантиметрах. ПОВЕЗЛО!!!

После войны и вся оставшаяся жизнь.

Придя с войны, Сергей возвращается в университет. Перерыв — три года, наполненных форс-мажорными событиями. «Я все забыл», и Сергей принимает решение начать снова с первого курса. Его учеба в МГУ и последующая научная деятельность описаны достаточно подробно и профессионально, и мне тут трудно что-либо добавить. Возвращаются с фронта школьные друзья, но, увы, не все. 1923-му и 1924-му годам рождения, как известно, был нанесен самый большой ущерб.

Сергей делает попытку продолжить деятельность ОГНау. Несколько раз у нас на квартире собирались три–четыре человека, делались научно-технические сообщения, проводились обсуждения. В общем, возрождения ОГНау не получилось. Все повзрослели, поступили в разные ВУЗы, начали создавать семьи, интересы стали расходиться, но дружеские отношения продолжались. Друзья многие годы встречались, проводили вместе отпуска, отмечали разные даты.

И все же ОГНау для Сергея не прошло даром. В каком-то новом виде идея проросла в различных научных семинарах и «кафедрах», которые часто происходили не на казенной территории, а у него дома или на даче в неформальной обстановке.

Все мы, выросшие в советское время, и Сережа в том числе, были пионерами, но комсомольцем Сергей не был никогда. Не думаю, что у него были какие-то серьезные идеологические несогласия. Скорее всего, в этот возрастной период он уже был достаточно целеустремлен в математику, и общественная работа ему бы в этом мешала.

Война, по-видимому, что-то в нем перевернула, и уже после нее он вступил в коммунистическую партию. С возрастом его политическое сознание крепло. Некоторое время Сергей даже был секретарем парткома Института прикладной математики АН СССР. Сергей Всеволодович не принял «перестройку» и последующие «рыночные реформы» и остался до конца верным коммунистическим идеалам.

Из повествования может сложиться впечатление, что Сергей состоял лишь из одних плюсов. Их было подавляющее большинство, но были, конечно, и минусы. Он иногда был вспыльчив, резок и мог «наломать дров», был упрям и зачастую очень нетерпим к иной точке зрения. Но, в целом, я очень горжусь своим братом, и очень тяжело воспринял его утрату.

10 сентября 2002 г.

Программистский семинар в Ленинграде (1964–1992)

В середине пятидесятых годов в Ленинградском отделении математического института (ЛОМИ) на семинаре по вычислительной математике, руководимом Леонидом Витальевичем Канторовичем, периодически стали ставиться доклады по программированию — новому тогда направлению науки, к которому Л. В. Канторович проявлял самый непосредственный интерес. В эти годы под руководством Леонида Витальевича сложился программистский коллектив, который после его отъезда в Новосибирск в 1960 году частично переместился вместе с ним в Академгородок, частично остался в ЛОМИ, частично попал в созданный в то время ВЦ ЛОМИ. ВЦ ЛОМИ со временем преобразовался в Ленинградское отделение Центрального экономико-математического института АН, затем в Институт социально-экономических проблем АН, затем в Санкт-Петербургский экономико-математический институт РАН. Ядро программистского коллектива при всех метаморфозах оставалось неизменным. И именно при нем в 1964 году стал функционировать семинар лаборатории, в котором принимали участие, наряду с сотрудниками лаборатории и института, программисты и других научных коллективов города, академических и учебных институтов, других больших и малых учреждений, к которым можно отнести: Ленинградское отделение Математического института АН, Государственный оптический институт АН, Институт теоретической астрономии АН, Институт физиологии АН, Ленинградский университет, Всесоюзный научно-исследовательский институт радиоаппаратуры, Ленсистемотехника, Ленэлектронмаш, Ленинградский электротехнический институт, Ленинградский политехнический институт, Физико-технический институт АН и др. Принимали участие в работе семинара иногда и сотрудники производственных учреждений (НТПО «Красная Заря», ЛТС, ВЦ Метростроя, Управление пожарной охраны, СПКБ БА, Полиграфмаш) и гуманитарных учреждений (Русский музей, Институт истории АН).

Заседания проводились еженедельно по 2 часа: полтора часа на доклад и полчаса на обсуждение. Семинар функционировал с 1964 по 1992 год. Всего за 30 лет прочитано было около 900 докладов (примерно по 30 докладов в год). При этом выступили примерно 800 докладчиков. Число постоянных участников семинара было разным в различные годы, обычно на семинары собиралось человек 20–30, на отдельные заседания по 50 и более. С переездом в Ленинград, к руководству семинаром подключился С. С. Лавров.

Начавшийся как чисто учебный, семинар постепенно стал центром, вокруг которого группировались многие ленинградские программисты, где каждый мог высказать свое мнение по любому вопросу, рассказать про свою работу, получить ее беспристрастную оценку, выслушать советы, понять место своей работы в программировании. На семинарах часто заслушивались интересные дипломные работы, готовящиеся к защите диссертации.

Тематика семинара была самой общей:

- «кликбезовские» доклады по новым научным направлениям программирования,
- реферативные доклады,
- обзорные доклады,
- обзоры материалов конференций, симпозиумов (отечественных и зарубежных),
- сообщения о собственных работах участников семинара или приглашенных ученых,
- сообщения о прикладных работах,
- сообщения о новой вычислительной технике.

Иногда заседания были посвящены панельным дискуссиям по актуальным проблемам, где участники семинара обменивались мнениями по теме заседания. В числе панелистов бывали: С. С. Лавров, Н. Н. Лозинский, А. Б. Деген, В. А. Тузов, В. Л. Темов и другие. Среди проводимых «панельных» тем можно упомянуть обсуждение результатов ВКП-2 (1970),

выставки «Системотехника-71», «Алгол 60 и Фортран» (1972), «Некоторые вопросы создания больших проблемно-ориентированных систем» (1983).

Ежегодно проводились юмористические «первоапрельские» семинары, которые пользовались большой популярностью.

Среди докладываемых прикладных работ интересно было бы упомянуть системы автоматизации сложных производственных процессов (ИК АН УССР), программное обеспечение АТС, автоматизация социологических исследований (ИСЭН АН), система автоматизированного бурения (СПКБ БА), обработка астрономических данных (ГО, Пулково), программное обеспечение горных работ.

Среди активных участников семинара и докладчиков из института следует назвать В. В. Чернюгова, В. А. Тузова, И. В. Клокачева, Д. В. Иголкину, Е. И. Баскова, Г. В. Лезина, О. К. Даугавет, являвшуюся организатором семинара и его бессменным секретарем-руководителем.

С докладами на семинаре выступали известные ленинградские ученые и программисты: Г. С. Цейтин, С. С. Лавров, И. В. Романовский, Г. Е. Минц, А. О. Слисенко, Ю. В. Матиясевиц, В. П. Котляров, Р. М. Грановская, В. Л. Темов, В. А. Тузов, А. Н. Терехов, И. Р. Агамирзян, С. Н. Баранов, К. В. Шахбазян, И. Л. Братчиков, Б. К. Мартыненко и многие другие; программисты и ученые из Москвы М. Р. Шура-Бура, Э. З. Любимский, И. Б. Задыхайло, А. Я. Диковский, В. И. Филиппов, Д. А. Корягин, М. Ш. Цаленко, Б. А. Бабаян, В. М. Брябрин, В. М. Курочкин и другие; для участия в семинаре из Дубны приезжали В. П. Гердт, И. Н. Силин, из Новосибирска И. В. Поттосин, А. А. Берс, В. Л. Катков, Л. Б. Эфрос, А. В. Замулин и другие, из Эстонии Э. Х. Тыгу и другие, из Белоруссии — М. Е. Неменман; приезжали также докладчики из Иркутска, Литвы, Молдавии, Грузии.

Семинар прекратил свое существование в 1992 году. Причин, по-видимому, две. Общее положение в стране, когда, практически, прекратилось общение на конференциях, когда некоторые участники подались на работу в коммерческие структуры, а другие — за рубеж. Но это не единственная причина: семинар изжил себя из-за того, что программирование, как таковое, перестало быть единой наукой, а разделилось на ряд научных направлений, по некоторым из них появились свои специальные семинары «по интересам». Общие темы не всегда и не всем стали интересны или понятны.

С. С. Лавров

Научная автобиография

Учась в школе, я последовательно прошел через увлечения биологией, физикой, химией (но значительно меньшее), математикой (это уже навсегда).

Когда в начале-середине 50-х в стране появились первые ЭВМ, с таким же детским увлечением я влез в программирование. И не в том дело, что это увлечение подогревалось профессиональными интересами (об этом — позже). Это занятие затрагивало какие-то глубинные струны моей души, отвечало складу всей моей личности. И если в математике я всего лишь любитель, то в программировании уверенно считаю себя профессионалом.

В старших классах я занимался в математическом кружке (совместное детище матмеха ЛГУ и Дворца пионеров). В 1939 году — в год окончания школы — я был среди победителей, как тогда говорили, Ленинградской математической олимпиады.

Тем не менее, при выборе факультета (вуз — Ленинградский университет — не вызывал у меня сомнений) я заколебался — идти ли на матмех или на физфак. Возможно не без влияния моего друга по кружку — С. А. Каплана, впоследствии видного радиофизика, трагически погибшего при неясных обстоятельствах в конце 70-х. А может быть, я уже тогда почувствовал, что чистая математика — занятие не для меня.

Все же математика (или самостоятельность) победила.

Эта автобиография написана С. С. Лавровым специально для настоящего издания.

В университете я далеко не одинаково относился к математическим дисциплинам. Скажем, алгебра (лектор — Д. К. Фаддеев, семинары — И. С. Соминский) вызывала у меня живейший интерес, если не восторг, а анализ оставлял довольно равнодушным. Хотя я и отдавал должное лекторскому мастерству Г. М. Фихтенгольца, но уже со второго семестра его разжевывание (как мне казалось) элементарных вопросов начало мне надоедать.

И в том и в другом курсе уделялось заметное внимание вычислительным вопросам (численному решению уравнений, вычислению элементарных функций и пр.). Не знаю, было ли это независимой (или совместной) инициативой этих двух лекторов, следованием традиции петербургской математической школы доводить исследование до числа или установкой свыше на «приближение университетского образования к жизни». Выигранные мною за счет школьной учебы (сложилось так, что я перескочил сначала через первый, а при переходе в другую школу — и через третий класс) два года университета до начала Отечественной войны сыграли в моей последующей жизни если не решающую, то исключительно большую роль. Прежде всего, я успел получить основы систематического математического образования в наиболее благоприятных для этого возрасте и среде.

Далее — когда началась война, я, как и все студенты-мужчины, пошел в ленинградское народное ополчение. Артиллерийский полк, куда мы все попали, задержался с формированием. А в это время к нам подоспели вербовщики из созданной за несколько месяцев до этого Ленинградской военной воздушной академии. Почти все мы согласились пойти туда учиться и были приняты. Трижды продлевался срок нашего обучения — от трех месяцев до шести, затем до года, а в результате мы были выпущены в 1944 году с дипломом военного инженера-механика, с сумбурным, но достаточно полным инженерным образованием, в звании старшего техника-лейтенанта. Я попал по распределению техником звена в истребительный авиационный полк.

Почти через год после окончания войны — новая вербовка. Некий подполковник Королев в сопровождении майора в авиационной форме предложил мне работу по изучению совершенно новой техники, на что я, долго не раздумывая, согласился. Техника эта оказалась немецкой ракетой Фау-2, действительно производившей впечатление по тем временам.

В итоге всего, в начале 1947 года я был демобилизован из армии и принят на работу сразу на должность начальника группы баллистики в подмосковное КБ в отдел Главного конструктора Сергея Павловича Королева (того самого «подполковника»). Приобретенные мною знания и опыт, среди которых я без колебаний ставлю на первое место свой двухлетний университетский багаж, позволили мне без особых проблем включиться в предложенную работу.

Баллистика — это тот узел, куда стягиваются практически все характеристики «изделия» (ракеты или, впоследствии, космического аппарата) — весовые, энергетические, многочисленные параметры системы управления — и где должны быть надежно определены его тактико-технические данные: дальность полета (параметры орбиты), «полезный» груз, рассеивание у цели. Делается это на всех этапах разработки — от согласования с военным заказчиком технического задания, по ходу эскизного и рабочего проектирования, до подготовки и проведения лётных испытаний (запусков космических аппаратов).

Не в силу каких-либо личных качеств, а благодаря этой особой роли баллистики я был участником разнообразных совещаний, где собирались вообще-то люди, на несколько ступенек выше меня по должности. Совещания проходили и у Главного конструктора, и на полигоне (где я отвечал за подготовку полетного задания на каждый пуск), и в иных инстанциях. Там обсуждались и принимались, обычно в условиях острого столкновения интересов (военных и промышленности, КБ и министерств, Главных конструкторов изделия в целом и отдельных систем), важнейшие решения.

Никогда за все эти годы ни я, ни руководимая мною служба не подводили КБ ни по глубине и качеству исполнения, ни по срокам.

Ежегодно в группе (а затем — в секторе) баллистики выпускалось 2–3 технических отчета, относившихся к разряду технической документации по тому или иному изделию.

Кроме того, практически каждый год я выпускал научно-методический отчет по тому или иному разделу своей специальности. Правда, по установленному порядку он назывался тоже техническим отчетом и нес, кроме моей подписи, также подпись заместителя начальника отдела, самого начальника, заместителя главного конструктора и утверждающую подпись главного конструктора. Но за редкими исключениями это был плод моего и только моего труда. Объем такого отчета был 50–100 машинописных страниц.

Назову (не в хронологическом порядке) тематику этих отчетов: механика тел переменной массы, уравнения движения ракеты, проектные баллистические расчеты (быстрые, но грубые оценки дальности полета), точные расчеты траектории, то же касательно рассеивания параметров траектории и координат точки падения, назначение гарантийных запасов топлива (остающихся в баках к моменту выключения двигателя при номинальных характеристиках ракеты и ее систем, но расходующихся в большей или меньшей степени при неблагоприятном сочетании этих характеристик), выбор формы траектории выведения ракеты (на участке работы двигателя). Иногда приходилось вторгаться и не совсем в свою область — заниматься точной теорией работы того или иного прибора или даже системы управления (как правило — управления дальностью).

Все эти материалы выпускались в небольшом числе экземпляров и несли на себе достаточно высокий гриф секретности, даже если базировались только на общеизвестных методах математики и механики.

Естественно, что, хотя бы для себя, накопленные материалы собирались, еще раз обрабатывались и объединялись в некоторое подобие книги, без особых перспектив ее издания. Но в 1956 году такую книгу издала Артиллерийская академия в качестве учебника для своих слушателей под грифом «Секретно». И только еще через десять лет, когда вовсю летали не только спутники, но и межпланетные аппараты, книгу «Баллистика управляемых ракет дальнего действия» (авторы — Р. Ф. Аппазов, С. С. Лавров и В. П. Мишин, хотя вся она была по несколько раз переписана моей рукой) удалось издать открытым тиражом в издательстве «Наука».

Год 1960 был ознаменован тремя событиями. В мире — было опубликовано «Сообщение об алгоритмическом языке Алгол 60», в стране — была выпущена первая заводская серия из четырех вычислительных машин М-20, одна из которых попала к нам в ОКБ, во мне — созрело решение посвятить себя впредь уже не баллистике (появилось немало весьма опытных и самостоятельных моих учеников, на которых можно было положиться), а программированию.

Мне было ясно, что массовое программирование не может вестись только силами программистов-профессионалов, а ими пока что с неизбежностью становились все, кому требовалось использовать ЭВМ. Эти люди были вынуждены осваивать машинный язык, приемы программирования и работы на ЭВМ.

Алгол 60 при всех его слабостях воспринимался мной как язык качественно иного уровня, и мне захотелось испытать свои силы в работе над транслятором с этого языка. Две группы — одна в ВЦ СО АН под руководством А. П. Ершова, другая в ИПМ АН, возглавлявшаяся М. Р. Шура-Бурой и Э. З. Любимским, уже объявили о своем намерении заняться подобной работой. Той и другой я предложил услуги свои и уже образовавшейся у нас группы программирования. Та и другая это предложение отвергли. Тогда я решился.

К осени 1960 года у меня сложился проект собственного транслятора (программирующей программы, как тогда говорили), и я доложил его в серии докладов на семинаре нашей группы. Вместе мы решили испытать свои силы на реализации этого проекта. Сам я в написании программ транслятора не участвовал, но постоянно следил за ходом дела и помогал в трудных случаях принимать необходимые решения. Непосредственное руководство программированием взял на себя В. А. Степанов и только его самоотверженный труд и ответственное отношение к делу обеспечили успех. Достаточно сказать, что ему приходилось завершать работу, начатую тем или иным членом группы и по каким-либо причинам выбывшим из нее. Наиболее сложную часть работы — трансляцию процедур — выполнил В. Н. Попов. Самые добрые слова должны быть адресованы и другим участникам

работы. Первая версия транслятора заработала весной 1962 года — даже раньше, чем трансляторы, создававшиеся другими группами в академических институтах.

В 1963 году состояние работ по автоматизации программирования (так тогда именовалась разработка трансляторов) обсуждалась на заседании Президиума АН СССР. Докладчиками были М. Р. Шура-Бура и я. Результаты наших работ получили достаточно высокую оценку в выступлении Президента Академии — М. В. Келдыша и в решении Президиума.

С подачи А. П. Ершова, с которым мы в те годы не только познакомились, но и сдружились, я написал статью «Об экономии памяти в замкнутых операторных схемах» (Журнал вычислительной математики и математической физики, 1961). Это была моя первая открытая публикация, к тому же в академическом журнале, и написал я ее в соответствии с довольно наивным представлением о стиле подобных публикаций, хотя и лапидарном, но громоздком в силу своей математизированности (формальные определения, леммы, теоремы).

В нашем трансляторе не делалось попыток применить описанный в статье метод экономии памяти. Такое расхождение теории с практикой в жизни встречается не столь уж редко. Я отнюдь не противник теории и знаю множество примеров вполне практических теоретических решений программистских проблем.

В книге — С. С. Лавров, Л. И. Гончарова. Хранение информации в памяти ЭВМ. М.: Наука, 1971 — авторы попытались собрать как раз такие практически полезные элементы программистской теории.

Но нельзя заранее ставить крест и на непрактичных в данный момент теориях. В частности, любые эвристические приемы, применяемые в алгоритмах решения научно-технических задач, должны как-то оцениваться. Критерием или точкой отсчета здесь и может служить соответствующая общая теория. Фантастически быстрое развитие возможностей вычислительной техники иногда делает приемлемым теоретическое решение, до какого-то времени бывшее непригодным для практического применения.

Уже в начале 60-х стало ясно (и мне в том числе), что Алгол вполне приемлем для программирования вычислительных задач, но универсальным языком без большой натяжки называться не может. В это же время ко мне обратились два молодых инженера из конструкторского отдела ОКБ — Г. С. Бегунков и И. Е. Педанов, заявившие о своем желании заняться автоматизацией конструкторских работ и попросившие взять их под свое крыло. Я это и сделал не без сопротивления со стороны начальника их отдела. Вчетвером — вместе с В. А. Степановым — мы начали думать над ситуацией.

Итогом явилась статья «Аппарат геометрических описаний для автоматизации конструкторских работ» (1963 г.). На примере одной предметной области — описания формы геометрических тел — еще далекой от общей задачи автоматизации проектирования, но с оглядкой на нее, мы показали необходимость специфических для этой области типов данных и описали такие типы и соответствующий им набор операций. Однако следующий шаг — включение определений любых новых типов данных в универсальные языки программирования нами не был сделан, и позже это сделали другие. Делался вывод, что для реализации операций над данными новых типов следует использовать языки обработки символьной информации (ЯОСИ). Это — прообраз тезиса о том, что автоматический синтез программ по спецификациям задач должен быть основан на конструктивном доказательстве теоремы существования решения задачи (именно для проведения этого доказательства и нужны ЯОСИ). Этот тезис был впоследствии использован многими авторами, в том числе и в инициированных мною работах по синтезу программ и системе СПОРА.

Уволившись в 1966 году из ОКБ скончавшегося в начале года С. П. Королева, я погрузился в сферу ЯОСИ.

Первым шагом была работа над языком Снобол-А (препринт ВЦ АН СССР, 1968) и его реализацией на БЭСМ-6, совместно с Л. И. Гончаровой (Станевичене). Работа успеха не имела, не столько из-за недостатков реализации (отражавших недостатки доступных ЭВМ), сколько из-за непопулярности и слабости языка Снобол.

Существенно более успешной была реализация языка Лисп на БЭСМ-6 (совместно с Г. С. Силагадзе). Удалось создать неплохие интерпретатор и компилятор Лиспа. В книге тех же

авторов «Язык Лисп и его реализация» (М.: Наука, 1978) описана более совершенная реализация.

От работ по Алголу берет начало серия работ по синтаксическому анализу — (совместно с Г. М. Заикиной — алгоритм, использованный в трансляторе с Алгола 60, Л. И. Станевичене, М. В. Дмитриевой и А. Ордяном).

Интересные прочитанные работы заставляют иногда отвлечься от основной темы деятельности. Так возникла статья «Семантика языков программирования (обзор)», содержащая изложение идей денотационной семантики и ее связи с операционной. К ней примыкает и работа совместно с М. Ириарте (Куба) по семантике понятий, традиционно не охватываемых денотационной семантикой. Лишь во 2-й половине 90-х гг. я взялся за обработку материалов спецкурсов по теории программирования, читавшихся лет за 10 до того на матмехе ЛГУ. Книга была написана и несколько лет пролежала в издательстве Петербургского университета. Большую ее часть занимают разделы именно по семантике алгоритмических языков. Впоследствии ее материалы вошли как третья глава в книгу «Программирование», вышедшую в 2001 г. в издательстве BHV (Санкт-Петербург).

А. П. Ершов привлек меня к участию в Рабочей группе WG2.1 ИФИП по Алголу. Это было великолепной школой. Однако мои попытки изложить свое понимание путей развития универсального алгоритмического языка и повлиять на работу над Алголом особого успеха не имели. В рабочих материалах группы зафиксирован мой важный тезис о необходимости включения (интеграции) средств взаимодействия с операционной средой в языки программирования. Сейчас этот тезис общепринят, особенно в системах программирования для персональных компьютеров.

В той же обстановке (работа в группе WG2.1) родился язык АБВ как альтернатива Алголу 68 и как шаг в основном русле моих раздумий. Появление все новых языков, ориентированных на конкретное применение, рассматривалось как неизбежность, подтверждаемая всей программистской практикой тех лет. А всякая установившаяся практика нуждается в инструментальной поддержке. В этом качестве и был предложен язык АБВ. Был описан механизм последовательного расширения базового языка (т. е. самого АБВ) до языка, в котором заинтересован пользователь. Это — прототип технологий программирования, ставших весьма популярными за последние 10–15 лет.

Многим планам моей научно-литературной деятельности не суждено было осуществиться. Так, упомянутые выше мои книги с Л. И. Гончаровой и с Г. С. Силагадзе имели надзаголовок «Автоматическая обработка данных». Предполагалось, что это будет серия (или библиотечка) книг, охватывающая все то, что мне представлялось важным в программистской деятельности. Ради одной из следующих книг серии — «Язык Паскаль и его реализация» я занялся написанием транслятора с Паскаля для машины Одра-1204 (машина маленькая, но в Ленинградском университете, где я тогда работал, она была доступна почти как персональная для десятка сменяющих друг друга пользователей; на ней же были перед этим проверены многие алгоритмы из книги по Лиспу). Транслятор (и, кажется, неплохой) был написан, а книга — увы, нет. Вместо нее появилась брошюра «Основные понятия и конструкции языков программирования» М.: Финансы и статистика, 1982 — глава также ненаписанной второй части «Введения в программирование» (ставшей уже упомянутым «Программированием»). В ней дан обзор основных понятий, встречающихся в таких языках, как Паскаль, Алгол 68, ПЛ/1 и другие. Показано, как и в чем эти понятия облегчают труд программиста. Дано представление о доказательстве правильности программ.

Длительный этап моей научной деятельности почти полностью связан с работой над системой СПОРА. Начался он в 1977 году и продолжался до тех пор, пока обстоятельства (главным образом, здоровье) не заставили меня отказаться от руководства молодыми сотрудниками.

Система СПОРА была задумана как средство построения формальных моделей прикладных (предметных) областей и автоматизации создания программ решения задач в этих областях на основе их спецификаций в модели.

В работе «D-аксиоматизация языка Декарт», (опубликована в сборнике «Прикладная информатика» М.: Финансы и статистика, 1987), я рассмотрел вопросы пополнения языка «Декарт» — входного языка системы СПОРА — новыми конструкциями, формального описания его семантики средствами исчисления предикатов первого порядка (без равенства и без функциональных букв), автоматического решения задач, сформулированных на этом языке. Анализ ряда примеров позволил выявить основные трудности, возникающие при решении задач, и наметить некоторые пути их преодоления.

Необходимо добавить, что десяток лет спустя я начал осознавать, что не только автоматический синтез программ, но и, казалось бы, более простая задача доказательства программы на основании просмотра ее текста, в общем случае нерешаема. Известный метод доказательства правильности — продвижение постусловий вдоль текста программы — может быть реализован (опять-таки, в общем случае) только параллельно с исполнением программы при конкретных исходных данных. Подробнее я написал об этом в статье «О родстве оснований программирования и математики» — «Программирование», 2001, № 6.

Обзор «Использование вычислительной техники, программирование и искусственный интеллект (перспективы развития)» — «Микропроцессорные средства и системы», № 3, 1984 — отражает достаточно субъективную позицию автора по перечисленным в заголовке проблемам. Сформулированы предпосылки появления баз знаний в качестве основы нового поколения систем программирования (совместной работы человека с ЭВМ). Выдвинут ряд предложений для Государственной программы развития вычислительной техники и средств взаимодействия человека с этой техникой. Статья написана мною на основе доклада, представленного в комиссию по подготовке такой программы. Насколько мне известно, все труды этой комиссии, как и многих других, ей подобных, ушли в песок.

В статье «Представление и использование знаний в автоматизированных системах» — «Микропроцессорные средства и системы», № 3, 1986 — существенно дополнены положения предыдущего обзора. Подчеркнута роль метазнания (воплощения опыта работы с моделью предметной области) как основы развития базы знаний. Система СПОРА описана в терминах рассмотренных в статье понятий.

Назову еще несколько работ, опубликованных в это время.

Статья «Кому и для чего нужна персональная ЭВМ» — первая (почти восторженная) реакция на появление персональных компьютеров — содержала, в частности, предложения по составу программного обеспечения для пользователя — научного работника.

Статью «Методология программирования» — В кн. «Семиотика и информатика», в. 23, М.: ВИНТИ, 1984 — трудно изложить кратко, так как она сама достаточно конспективна.

Статья «О знаниях и языке машины и человека» — В кн. «Семиотика и информатика», в. 24, М.: ВИНТИ, 1985 — анализирует понятие «искусственного интеллекта» ЭВМ, его принципиального отличия от «естественного» интеллекта человека, описывает слабые и некоторые сильные стороны этого понятия, обосновывает правомерность его употребления. Оспаривается точка зрения, что естественный язык, пусть даже соответствующим образом ограниченный, может служить наилучшим средством общения человека с вычислительной машиной.

Статья «Формализация, лингвистика, логика» — В кн. «Семиотика и информатика», в. 27, М.: ВИНТИ, 1986 — описывает свойства естественного языка как модели внешнего мира, его сильные и слабые стороны в этом качестве. Показано, что построение любой модели не только объясняет моделируемое явление человеку, но и (тем самым) изменяет, а иногда и «убивает» это явление. Так, закон, направленный на пресечение преступлений той или иной категории, обычно всего лишь меняет методы, применяемые преступниками, на новые — «легальные» с позиций этого закона.

Спустя некоторое время после перехода на работу в Институт прикладной астрономии РАН я начал робкие попытки предложить свои услуги в качестве помощника по решению тех или иных математических или программистских проблем. Успеха они не имели. Скорее всего, потому, что требовали от очень занятых людей уделить время на то, чтобы ознакомить меня с содержательной (физической) сущностью дела.

Большим везением для меня стала случайная необходимость выступить официальным оппонентом по докторской диссертации А. Т. Байковой, посвященной восстановлению изображений в радио-интерферометрии. Я совершенно не был знаком с физической стороной проблемы, но обладал достаточным объемом математических знаний, чтобы разобраться с ней, а главное — заинтересоваться ею. Думается, что мне и здесь удалось получить некоторые существенные результаты теоретического характера, а главное — найти возможность для массового вычислительного эксперимента, позволившего как подтвердить с уверенностью многие результаты А. Т. Байковой, так и обнаружить некоторые новые явления. Все это описано в статье — «К обоснованию методов восстановления изображений на основе выпуклых критериев качества» (Сообщения ИПА РАН, № 106) и в отчете о моей работе по этой теме за 1997 г. Но ряд исследований по этой проблеме еще хотелось бы провести.

Санкт-Петербург,
Март 1998 г.

(С. С. Лавров)

Приложение. Биографические сведения

Родился в 1923 г. в Петрограде (имя города в то время).

Отец — Лавров Сергей Флегонтович (1873–1937) — инженер, военный инженер флота, в мирное время работал главным энергетиком на ряде заводов нашего города, на протяжении двух лет (1930–32) — на Украине, в Донбассе.

Мать — Лаврова (урожд. Воинова) Татьяна Владимировна (1892–1972). После окончания Бестужевских женских курсов недолго работала классной дамой, на моей памяти — библиотекарем.

Окончил среднюю школу в 1939 г. в Ленинграде, два курса матмеха ЛГУ к 1941 г., Ленинградскую военную воздушную академию (специальность — военный инженер-механик) в 1944 г., мехмат МГУ (специальность — математика, с правом преподавания математики в средней школе) в 1954 г., заочно.

Получил ученую степень доктора технических наук по совокупности научных трудов без защиты диссертации в 1959 г., звание профессора (по специальности «механика») — в 1963 г.

Избран чл.-корр. АН СССР в 1966 г. по специальности «автоматическое управление».

Работа: техник авиазвена (1944–46), нач. службы бригады особого назначения — зародыш ракетных войск (1946–47), от нач. группы до нач. отдела ОКБ-1 МОМ — последнее наименование КБ, возглавлявшегося С. П. Королевым (1947–66), зав. отделом математического обеспечения ЭВМ ВЦ АН СССР (1966–71), профессор, зав. кафедрой математического обеспечения матмеха ЛГУ (1971–77), директор ИПА АН СССР (1977–87), советник при дирекции ИПА РАН (1988 — по наст. вр.) .

По совместительству (и на общественных началах в период, когда совместительство не поощрялось) — профессор (до 1963 — и.о.), зав. кафедрой мехмата и ФВМиК МГУ (1959–71).

Член КПСС с 1950 по 1990 г. (чем не горжусь, но и не стыжусь, так как другой формы активного участия в общественной жизни коллективов, где я работал, в те годы не существовало).

Ленинградская школа программирования

Я переехал жить и работать в Ленинград осенью 1971 года — в пору расцвета деятельности школы, о которой я собираюсь рассказать. Школу я называю ленинградской не

Самуиловича Цейтина. Велика роль Александра Николаевича Балужева — первого руководителя и наставника многих участников школы. Созданную за год до этого кафедру математического обеспечения ЭВМ возглавлял Сергей Михайлович Ермаков, а одним из ведущих преподавателей был Игорь Леонидович Братчиков. Надеюсь, никто из трех последних не обидится на меня за утверждение, что активным программированием они не занимались. Заведующий университетского вычислительного центра, вернее — крупнейшего из этих центров, Александр Михайлович Шауман также был одним из сотрудников кафедры, его специальность — структуры ЭВМ. Иосиф Владимирович Романовский — заведующий лабораторией исследования операций — никакого формального отношения к программистской деятельности не имел (как, впрочем, и сам Г. С. Цейтин, который возглавлял лабораторию математической лингвистики). Но он писал интересные программы и, как любили тогда говорить, программные комплексы и излучал много любопытных и свежих идей по части программирования. Назову, наконец, Бориса Асеновича Новикова, занимавшего далеко не последнее место среди деятельных и творческих программистов, связанных с матмехом ЛГУ.

Про Г. С. Цейтина заместитель декана математико-механического факультета и глава института математики и механики ЛГУ Георгий Петрович Самосюк сказал, что, чем бы тот ни занялся: программированием или ремонтом примусов — у него это получится лучше, чем у других. Не могу с этим не согласиться. Сам Г. С. Цейтин — ученик Андрея Андреевича Маркова и работал вначале в области математической логики. В ЛОМИ АН СССР программы поиска логического вывода разрабатывала группа молодых логиков, возглавлявшаяся Николаем Александровичем Шаниным — ранее также прошедшим школу А. А. Маркова. Многим памятно имя Сергея Юрьевича Маслова — создателя «обратного метода» доказательства, никак не менее эффективного, чем известный «метод резолюций». Думаю, что Г. С. Цейтин немало полезного для себя вынес, наблюдая за этими работами (против ожидания, мне не удалось обнаружить его имени среди их участников).

Впервые я лично встретился с Г. С. Цейтиным, наверно, на крупной («второй всесоюзной») конференции по программированию, проходившей в Академгородке под Новосибирском весной 1970 года. Но года за два до этого мне случилось наблюдать за эпистолярной дискуссией между Г. С. Цейтиным и авторами Алгола 68, где первый указывал последним на довольно явную теоретическую ошибку в описании языка, а те упорно отказывались ее признавать.

Проект Алгола 68 вдохновил Г. С. Цейтина на создание транслятора с этого языка. Именно эта работа оказалась тем очагом, где разгорелось пламя ленинградской школы программирования. Итоги ее первого этапа подведены в монографии «Алгол 68. Методы реализации», вышедшей под редакцией Г. С. Цейтина в издательстве ЛГУ в 1976 году. В предисловии к ней перечислены (почти все?) участники работы. Среди них я назову Сергея Николаевича Баранова, Илью Борисовича Гиндыша, Бориса Константиновича Мартыненко, Петера Сёке мл., Андрея Николаевича Терехова, Николая Федоровича Фоминых. Все они, за исключением Б. К. Мартыненко и еще очень молодого И. Б. Гиндыша, были в пору начала работ еще студентами и прошли школу Г. С. Цейтина в полном смысле слова.

Уже в начале 70-х можно было предвидеть, что Алгол 68 не сыграет в программировании той роли, как его предшественник — Алгол 60 (впрочем, роль последнего ощущалась в

Европе гораздо сильнее, чем в США, а в СССР, благодаря усилиям Андрея Петровича Ершова, Михаила Романовича Шура-Буры, Эдуарда Зиновьевича Любимского и их сотрудников, была исключительно велика). Но даже если бы Алгол 68 не нашел в нашей стране вообще никакого применения, что далеко не так, то одно появление цейтинской школы с лихвой оправдало бы его существование.

В числе достоинств монографии, выделяющих ее из круга других известных публикаций на ту же тему, я в своей рецензии отмечал:

— точное следование описанию языка (с учетом появившегося в 1974 году Пересмотренного сообщения) без каких-либо упрощений,

— применимость методов переработки программы на различных этапах трансляции к широкому классу языков,

— автоматическое построение эффективного анализатора для видонезависимой части языка,

— технику синтеза эффективной рабочей программы, основанную на обмене информацией между языковыми конструкциями для выбора способа размещения промежуточных результатов при счете и на специальной двухпросмотровой схеме синтеза, обеспечивающей автоматический выбор варианта программирования с учетом последующего текста программы.

К слову, А. П. Ершов отметил, что двухпроходный транслятор стал у Стругацких двухходовым. «Вот что значит — знатоки и ценители языка!» — добавил он.

Эти и другие идеи и принципы были подхвачены учениками Г. С. Цейтина и неуклонно соблюдались во всех последующих разработках компиляторов. А их, написанных для вычислительных машин разных классов, было немало — не только для Алгола 68, но и для «Ады» (с участием И. Б. Гиндыша), «Паскаля» и других языков.

Среди заядлых матеховских программистов («хакеров» в лучшем смысле слова) огромную популярность имела малая машина Одра-1204, работавшая в 70-е гг. в режиме «персональной ЭВМ коллективного пользования». Неоценимую услугу им оказывала написанная Г. С. Цейтиным программа DISO — не только диалоговый корректор программ (буквальная расшифровка названия), но и универсальный диспетчер, обеспечивавший управление как самой машиной, так и файловой системой на магнитном барабане. С другими программами Г. С. Цейтина мне не случалось столь интенсивно работать, но DISO сэкономила для меня уйму времени и труда.

Из общения с Г. С. Цейтиным я, как, вероятно, очень многие, вынес массу вдохновлявших меня идей и тем для размышления. Его доклады на семинаре кафедры были не просто интересны — это всегда был праздник мысли.

Обо всем сказать здесь невозможно, но не могу не упомянуть об ассоциативных сетях Г. С. Цейтина как аппарате представления и использования знаний. В них важную роль играет операция приписывания класса объекту (узлу сети). Класс — это шаблон связей объекта с другими объектами, соответствующий лишь одной ролевой функции этого объекта. Раз начавшись, эта операция инициирует цепную реакцию приписывания классов объектам, с которыми исходный объект прямо или косвенно связан в сети. Это может сопровождаться порождением новых объектов и отождествлением уже существующих. Так обеспечивается высокий динамизм знаний, представленных сетью, что позволяет считать сеть оперативной, а не долговременной памятью системы. В терминальных узлах сети размещаются конкретные значения, в частности — константы или процедуры. Сети Цейтина (публикация 1985 г.) — это одна из самых эффективных реализаций весьма популярной сейчас идеи объектно-ориентированного программирования.

Остановлюсь на судьбе некоторых «выпускников» школы Г. С. Цейтина.

С. Н. Баранов известен как автор ряда теоретических работ, хотя он никогда не расставался и с практическим программированием. Сейчас он доктор наук, профессор, на протяжении ряда лет был заместителем директора Санкт-Петербургского института информатики и еще чего-то Российской Академии наук.

Участие в упомянутых работах на многие годы определило круг научных интересов Б. К. Мартыненко. Недавно он весьма успешно защитил докторскую диссертацию по

вышедшей в этом же году монографии «Синтаксически управляемая обработка данных», в которой возникшие 30 лет тому назад идеи получили дальнейшее развитие и нашли практическое воплощение в технологическом комплексе SYNTAX. Оппонентами по диссертации были Игорь Васильевич Поттосин, И. В. Романовский и я. Нашим более или менее общим мнением было то, что монография содержит ряд научных идей, хотя и с давними истоками, но не утративших значения до наших дней, и что молодым программистам там есть чему поучиться. А спрос на последних — научных внуков, а то и правнуков Г. С. Цейтина — велик, и не только в России.

Говоря о подготовке программистов, нельзя не сказать об А. Н. Терехове, неизменно привлекавшем как своей яркой индивидуальностью, так и незаурядным педагогическим даром одаренную молодежь даже до поступления в университет — в интернате при нем. Именно его способности организатора и лидера обеспечили на многие годы успех возникшей на базе цейтинской школы лаборатории (какое-то время ее возглавлял Б. К. Мартыненко), после того, как сам Г. С. Цейтин переключился на другие интересовавшие его дела. За плечами сотрудников лаборатории — немало выдающихся разработок прикладного программного обеспечения. Сейчас в лаборатории и вокруг нее (и далеко от нее) работает немало вполне зрелых создателей таких программ, да и не только программ. А. Н. Терехов уже несколько лет, как стал доктором наук, и сейчас заведует кафедрой на матмехе.

Было бы наивно и несправедливо полностью сводить понятие ленинградской программистской школы к деятельности Г. С. Цейтина и его учеников и последователей.

В ЛОМИ Леонид Витальевич Канторович руководил работой группы программистов, пытавшейся внедрить предложенный им метод «крупноблочного программирования». Тогда я, по-видимому, просто не дорос до восприятия идей этого метода. По воспоминаниям И. В. Романовского они включали функциональное программирование, интерпретацию (в форме составления плана вычислений, который затем исполняется специальной программой) и аналитические выкладки. Все это вошло в золотой фонд программистской культуры, но в иных формах.

К числу учеников и воспитанников Л. В. Канторовича, если и не вполне его последователей, принадлежат Ольга Карловна Даугавет и Игорь Васильевич Клокачев. Постоянным успехом и популярностью среди программистов города пользовался руководимый ими городской семинар. Семинар работал при академическом научном учреждении, носившем в разные годы разные названия — наиболее долго, пожалуй, ИСЭП (не стану приводить ни официальную, ни шутовскую расшифровку). Это учреждение вело как теоретические, так и прикладные исследования в области математической экономики, а среди них работы программистского направления занимали вполне достойное место — откуда бы иначе возникнуть семинару?

К большим заслугам И. В. Романовского следует отнести развитый и широко пропагандировавшийся им объектный стиль программирования (в его терминологии — аппарат «служб», 1979 г.).

Фигура Энна Харальдовича Тыгуу известна многим не только советским программистам. А он — выпускник ЛЭТИ, и хотя его научная слава обеспечена, прежде всего, его собственным талантом, но и Электротехнический институт не может быть обойден при перечислении мест, где программированию, как и обучению этой дисциплине, уделялось достойное внимание.

Впрочем, отнюдь не меньшие заслуги имеет и Ленинградский политехнический институт (то, что ныне он зовется университетом, не прибавляет ему славы и не умаляет высокое звучание прежнего названия). Всеволод Павлович Котляров наиболее известен мне и, разумеется, многим другим лицам, как специалист, деятельно и творчески занимающийся программированием в стенах этого вуза.

С огромным уважением я отношусь и к людям, работавшим и учившимся в Ленинградском институте точной механики и оптики. Правда, личные связи с ними у меня не были столь постоянными и тесными.

Институт физиологии АН СССР — казалось бы довольно неожиданное место для серьезной программистской деятельности. Но работавшие там Александр Сергеевич Клещев

и Владимир Львович Темов со своим языком и системой ИНФ, полными оригинальных идей, как бы кометой взошли над программистским горизонтом. Увы, комета А. С. Клещева продолжает нам светить с другого конца России, а комета В. Л. Темова утонула в заокеанской дали.

Все упомянутые здесь лица постоянно и прочно были связаны научными и личными узами с Отделом программирования, созданным и возглавлявшимся Андреем Петровичем Ершовым, и впоследствии — с Институтом систем информатики РАН, носящем его имя.

Я крайне благодарен И. В. Романовскому и Г. С. Цейтину за замечания по тексту этих заметок, но несу полную ответственность за допущенные ошибки и вынесенные оценки.

Г. С. Цейтин

О профессионализме в программировании

Профессиональному программированию досталась нелегкая судьба. Несмотря на признаваемую всеми важную роль, которую играет программирование во многих сферах, значение программирования как профессии традиционно принижается. С самого начала эта деятельность играла подчиненную роль в реализации различных разработок, и на программистов смотрели просто как на вспомогательный персонал, на ремесленников, которые могут быть и очень умелыми, но принципиальной роли играть не могут. Для многих программирование было и остается побочным видом деятельности, в котором они и не стремятся достичь совершенства; узнав на материале частных и небольших задач, что это — не очень сложное дело, такие люди склонны переносить это мнение на программирование вообще. Или же смотрят на программирование как на знание технических особенностей конкретной аппаратуры или конкретных программных средств, полагая, что, конечно, это все надо долго учить, но ничего принципиально важного в этом нет. Широкое распространение вычислительных средств, особенно персональных, и связанное с этим распространение программирования не в качестве профессии, а в качестве «второй грамотности», привело к иллюзиям, будто профессиональных программистов скоро вообще не потребуется.

В СССР, в условиях постоянного отставания уровня техники и программного обеспечения, это положение усугубляется еще тем, что всюду господствует импортная (или скопированная) техника и такие же программные средства, а работу отечественных программистов редко кто принимает всерьез. Основным «достижением» в области программирования считается приобретение какой-нибудь очередной новинки «оттуда» (особенно, когда отсутствуют легальные пути такого приобретения). Нередко прикладному пользователю приходится ради решения своей задачи преодолевать значительные трудности, связанные с некомплектностью случайно полученных программ, отсутствием необходимой документации (или ее безграмотным переводом на русский язык), некомплектностью и ненадежной работой оборудования, к чему добавляется и его собственная неподготовленность в программировании; но однажды преодолев все это, он именно такой опыт принимает за профессионализм программиста и начинает его навязывать всем остальным.

К сожалению, часто именно такие «знатоки» задают тон в обсуждении проблем программирования и особенно преподавания программирования; от них исходит значительная часть бескомпромиссных возражений против «ненастоящего» языка и безмашинного варианта школьного преподавания. Появляются публикации, с пафосом провозглашающие: «У Бейсика только 3 режима. Пусть все это знают» (Можно ли представить себе статью, где говорилось бы, скажем: «Пусть все знают, что завод-изготовитель комплектует электропылесос бытовой ЗПБ-1234 модели 56 только тремя

насадками»?) Зато пришлось наблюдать, как среди студентов-математиков, впервые пришедших в университет после изучения подобной «школьной информатики», доля выбравших отделение информатики уменьшилась вдвое по сравнению с теми, кого школа не успела «осчастливить».

Снижает престиж профессионального программирования и дефицит вычислительной техники, вследствие которого программист попадает в жесткую зависимость от владельцев этой техники, а также вынужден тратить много времени на преодоление всяких частных затруднений при ее использовании.

Наука и профессия программирования долгое время не имели у нас официального статуса и даже общепризнанного имени. Термин «информатика» был надолго захвачен директором ВИНТИ [1], полагавшим, что, раз существует институт, то должна быть и особая наука. Но и теперь, когда, наконец, есть и научные издания, и учебные специальности, и отделение Академии наук, и госкомитет, программирование все же не получило простора для своего развития. Влиятельные люди, прежде не признававшие программирование за особую специальность, часто захватывали в свои руки вакансии и прочие ресурсы, предоставляемые государством под вновь признанную специальность, и начинали выдавать себя за главных авторитетов в этой новой области. Поэтому и сейчас программирование часто смешивают то с прикладной математикой, то с математическими теориями абстрактных объектов, когда-то применявшихся в программировании, то (в лучшем случае) с конструированием вычислительных машин. Да и сами математики, положившие когда-то начало программистской специальности, довольно поздно начали осознавать ее самостоятельный характер [2].

Можно, наконец, вспомнить, что программирование у нас зарождалось в годы господства секретности и заорганизованной науки и, в отличие от классических научных дисциплин, оно никогда не знало традиций научной свободы. И теперь оно часто служит ареной борьбы интересов, далеких от собственно профессиональных. Так что те, кто не считает его за науку, в этом отношении, пожалуй, правы.

Далее я попытаюсь рассмотреть основные характеристики программирования как профессии и как области научных исследований.

ужны ли программисты-профессионалы, когда все и так могут запрограммировать свои задачи? А нужны ли профессиональные писатели и журналисты, когда все сами грамотные? Непрофессиональный пользователь, научившийся решать не очень большие задачи, возможно, полагает, что другие задачи отличаются только объемом. На самом деле системы большого объема создают и новые принципиальные трудности: хотя в каждом отдельном месте все можно исправить или переделать, система в целом разваливается; хорошо известно придуманное Ф. Бруксом [3] сравнение с динозавром, увязающим в асфальтовом болоте. Выход за некоторую границу сложности создаваемого программного продукта без надлежащей технологии разработки вообще невозможен.

Другая функция профессиональных программистов — создание средств, в том числе языков, которыми пользуются все остальные. Возможно, кто-нибудь считает, что с тех пор, как разработан язык Бейсик, больше ничего делать уже не нужно. На самом деле то, что непрофессиональным пользователям всерьез предлагаются инструменты того же типа, что и профессиональным программистам (только попроще и похуже), — это просто результат неподготовленности программирования к приходу массового непрофессионального пользователя. Будущее — за теми средствами, которые позволяют пользователю работать в его собственных понятиях, а не в тех, которые навязаны конструкцией машины; такие средства только начинают появляться.

Наконец, у профессионального программиста совсем другие требования к качеству и эффективности программы. Пользователь, однократно решающий задачу или делающий программу для одного себя, может пренебречь всем этим, в крайнем случае будет затрачено больше времени при работе на машине или лишний раз придется исправлять случайную ошибку. Если же профессионал делает инструмент для других, то любая его неаккуратность

или неэффективность в использовании машинных возможностей повторится многократно в работе будущих пользователей.

Поэтому в программировании сформировались определенные приемы работы: структуры данных, типовые задачи по их обработке (искусство программирования по Д. Кнугу [4]), методы построения и трансляции специализированных языков, другие общераспространенные виды интерфейса пользователя (особенно те, что используют современные технические возможности взаимодействия человека с персональной ЭВМ). Сформировались и определенные представления о профессиональном стиле работы, о хорошо написанной программе.

Представления о профессиональном стиле программиста часто носят упрощенный характер. Утверждают например, что, если человек пишет на Паскале, это пользователь, а не программист, а программист пишет в машинных кодах, да еще и экономит каждую команду, используя всякие хитроумные трюки. Или противоположная точка зрения: профессионально написанная программа — это, когда на каждый чих дается подробный комментарий, такой исходный текст — это-де настоящий программный продукт.

Полагаю, что никакая конкретная черта стиля не делает человека профессионалом и не исключает профессионализма. Есть много конкретных обстоятельств, определяющих выбор используемых средств и стиля работы. Обстоятельства могут потребовать вылизывания каждой машинной команды (или микрокоманды) на критическом участке программы или же, напротив, строгого следования минимальным возможностям стандартных программных средств; краткости или подробных комментариев; ориентации на автономную отладку частей программы или сразу на комплексную; предпочтения скорости работы, расхода памяти, простоты внешних интерфейсов или же выживания программы при вероятных изменениях постановки задачи. То же относится и к выбору языка программирования и использованию других распространенных программных средств (или отказу от их использования). Представляется, что профессионал, не будучи привязан ни к какому конкретному стилю, должен уметь оценивать конкретные обстоятельства и следовать каждый раз наиболее приемлемому стилю.

Существенная черта профессионального программиста — это экономия интеллектуальных усилий. Это не значит, что ради простоты для каждой задачи будет выбираться первое пришедшее на ум решение — в любом случае задача должна быть решена удовлетворительным образом. Речь идет о том, что нежелательно (и некрасиво) много раз писать в программе (или программах) идейно однородные участки и делать это всякий раз заново. Это вовсе не означает, что все повторяемое следует оформлять в виде особой процедуры на языке программирования — это зачастую неудобно или даже невыполнимо. Дело просто в том, чтобы осознавать такую ситуацию, выяснять границы ее обобщения и выбирать затем способ многократного использования найденного решения — от специально разработанных стандартной программы или пакета до копирования в новую программу готовых кусков из старых программ с соответствующей модификацией или же, возможно, использования макросредств. Умение расчленять задачу на относительно независимые самостоятельные элементы и определять способ их комбинирования, позволяющий наиболее простым образом задать взаимодействие между ними,— это, может быть, основное качество программиста, связанное непосредственно с писанием программ.

С ним связано и другое качество — умение видеть задачу одновременно на разных уровнях детализации, свободно переходить от описания задачи в крупных понятиях к стоящим за этими понятиями элементарным объектам машинного уровня.

Прежние требования к программисту можно было толковать как умение представлять себе проектируемый процесс в динамике, учитывать, что в один момент времени обрабатываемые данные имеют такие-то значения и находятся в таких-то взаимоотношениях, а в следующий момент что-то будет уже не так. Отсюда представление о том, что главная специфика программирования — в операции присваивания, а также передачах управления. Все это, конечно, осталось, и, в соответствии с ранее сказанным, программист при необходимости должен уметь работать и в этом стиле. Но основные требования теперь уже не эти. Программист пишет в программе цикл не потому, что он

планировал действия шаг за шагом и обнаружил, что ранее выполненные действия надо повторить еще раз, а потому, что анализ задачи привел его к выделению циклического участка как содержательной единицы программы, для которой он определил величины, изменяющиеся с каждым прогоном цикла, инварианты цикла, предварительные условия и действия вне цикла по их подготовке и т. п.

Это относится не только к циклу, а к любым единицам, выделяемым в структуре программы: пакетам, процедурам, подзадачам, исключительным ситуациям и т. п. Важным во всех случаях остается умение расчленять задачу на содержательные единицы (желательно, повторяемые), и не обязательно, чтобы связь между этими единицами состояла в определенной последовательности их исполнения друг за другом. Тем более, что во многих современных языках программирования присваивание и передачи управления играют подчиненную роль или выступают в какой-либо необычной форме.

Есть группа требований к программисту, связанная с умением видеть дальше одной конкретно разрабатываемой программы. Речь идет об учете широкого окружения данной частной задачи, о перспективах модифицируемости программы при изменении постановки задачи (в том числе о переносимости на другое оборудование), о возможности включения программы в более широкую систему и согласуемости с другими элементами этой системы, о возможности сопровождения программы другими лицами и т. п. Представляется, что именно эта группа требований отличает настоящего профессионала от «хакера», ориентированного на скорейшее получение непосредственного результата.

Программист должен быть готов к работе с пользователем своей программы (независимо от того, может ли он вступить с ним в непосредственный контакт). Речь идет о понимании его потребностей (в том числе будущих), оценке удобства для него конкретных форм интерфейса (с учетом того, что пользователь отличается от самого программиста), о возможности приучить пользователя к новым средствам, не сразу оцениваемым и т. п. В каком-то смысле программист должен обладать моделью пользователя (или разных пользователей), может быть, даже определенными психологическими знаниями [5, 6].

Есть и требования, относящиеся к культуре собственного труда программиста. Это не только умение обеспечить себя необходимым инструментарием для своей работы (разработчики системы UNIX рекомендовали всегда предпочитать использование инструментальных средств труду неквалифицированных помощников, даже если на создание этих средств требуется дополнительное время, а больше они не пригодятся [7]). Сюда относится и работа с собственными ошибками, что предполагает, с одной стороны, систематичный стиль работы, уменьшающий вероятность их возникновения и делающий осмысленной задачу их локализации, с другой стороны, способность к спокойному критическому анализу своей работы и объективная требовательность к себе (слова «у меня все правильно, но программа почему-то не работает» безошибочно выдают новичка).

Программисту необходимо упорство в доведении работы до конечного результата. Спокойствие он должен сочетать с непримиримостью к собственным ошибкам, стремлением всегда докапываться до первопричины, не довольствуясь случайным исчезновением внешних проявлений ошибки. Наконец, он должен уметь рассчитывать свои силы при планировании работы и не идти на поводу у желания внести где-то небольшое локальное улучшение (накопление таких мелких усовершенствований сделает работу неподъемной, ср. описанный Ф. Бруксом [3] «эффект второй системы»); замыслы по развитию своего продукта лучше накапливать и находить для них систематические формы осуществления.

Серьезные требования к программисту предьявляет необходимость работы в коллективе, поскольку сегодня любая крупная разработка носит коллективный характер. От уровня профессионального взаимопонимания и распределения функций, а также от нормальных взаимоотношений в коллективе существенно зависит успех всей работы.

В целом работа программиста требует умения уравнивать разнородные требования и связанной с этим самодисциплины.

Отдельный вопрос — является ли программирование особой наукой или это только технические навыки.

Программирование выросло из математики и рассматривалось первоначально как ее область, тем более, что предшественником программирования является теория алгорифмов (рекурсивных функций, машин Тьюринга, и т. п.). Дискретные объекты, планомерно меняющиеся во времени — это был действительно новый, необычный для математики предмет исследования, и была проведена работа по установлению соответствий между свойствами таких объектов и традиционных математических конструкций. Это дало теорию доказательства утверждений о программах (с другой стороны, для программ с параллелизмом хорошей теории, кажется, нет до сих пор). Хорошо известны и разного рода теории трансформаций над программами, доказательств эквивалентности программ при неполной информации о них, теория смешанных вычислений. Эти все теории выглядят как стоящие несколько в стороне от практического программирования, но отрицать их было бы недальновидно, потому что они способствуют лучшему пониманию природы программы как математического объекта и в конечном счете могут привести к созданию новых инструментов практического программирования.

Есть, правда, теории, в отношении которых программирование выступило просто как потребитель результатов. Такова математическая теория «языков», используемая в простейшем варианте для описания синтаксиса и построения трансляторов (более поздние изыски этой теории уже не имеют отношения к практическому программированию). То же можно сказать, например, о применении теории графов к программированию.

Сейчас многие публикации по программированию охотно используют математический жаргон и математическую символику: «назовем интеллектуальной системой (абстрактным типом данных, объектно-ориентированным языком, базой данных и т. п.) семерку (восьмерку, двадцатьдевятку, ...) $\langle A, B1, B2, C, \dots \rangle$, где A — интеллект, $B1$ — внешний мир, $B2$ — его отражение, ...». При этом фактически эти определения ни для чего далее не используются, а должны создавать впечатление наукообразия. Это показывает, что сами авторы не осознают программирование как самостоятельную научную дисциплину и считают необходимым выдавать ее за обычную математику.

С другой стороны, в программировании было давно замечено, что, даже если мы работаем с математическими объектами и задачами, наши цели и критерии оценки результатов отличны от математических [2], и потому есть основание считать его за отдельную научную дисциплину. Попытки некоторых крупных ученых уничтожить эту специфику сведением программирования к логическому доказательству или чему-нибудь подобному не привели к успеху.

Опыт практического программирования выделяет серьезные проблемы, относящиеся не к математическим объектам в программах, а к тому, что можно определить как человеческий фактор в программировании — вопросы приспособления системы к нуждам и привычкам пользователей, организации программ большой сложности, предупреждения и поиска ошибок в программах, развития программных средств, коллективной работы программистов и т. п. Часто эти проблемы обсуждаются, особенно в переводной литературе, на уровне рассказов о конкретных случаях, нравоучений, афоризмов и анекдотов [8, 9] — одним словом, не в научной, а, скорее, в преднаучной форме (у нас же, стесняясь такой формы, сдобривают изложение уже упомянутым наукообразием). Исследование этих вопросов на научном уровне еще впереди, и ясно, что оно требует в первую очередь не математических усилий. Важную роль должно сыграть понимание той фундаментальной сущности, которая подвергается преобразованиям в процессе разработки программ, — человеческого знания о мире, задачах и средствах их решения. Именно опыт программирования, включая решения задач «искусственного интеллекта», позволил в этой области продвинуться дальше традиционных идей психологов и философов.

Основные достижения современного программирования, выражающиеся в новых типах языковых средств, новых формах модульности, новых способах взаимодействия программы с пользователем и т. п. (а не только в нравоучительных советах), имеют вовсе не математическую ценность, хотя и выразимы на математическом языке. Интерес их только в том, что они создают новые «удобства» для программистов или пользователей, точнее говоря, определяют в системах программирования структуры, более близкие, чем прежние, к

структуре задач пользователей, структуре их знаний о задаче, к их психологическим особенностям. Они дают возможность более прямого перехода от знаний и потребностей пользователя к работоспособной программе или же обеспечивают оформление незаконченных программных единиц в многократно используемой форме, что снова связано с соответствием объектов системы программирования единицам человеческого знания.

Порой из-за неразработанности теоретической базы новые находки в этой области выглядят как случайные технические приемы, но затем они появляются независимо в различных разработках, постепенно укореняются, и становится ясным, что это вовсе не случайность, а удачно обнаруженная черта человеческого мышления. В качестве примеров таких явлений можно было бы назвать препроцессоры языков программирования (операции над символьным текстом, а не над «содержанием», ср. замечания о «субкультуре» в [10]) или объектно-ориентированный подход. Другой пример: если мы до сих пор встречаемся с некоторыми общими приемами программирования, не поддающимися оформлению в качестве раз навсегда готового модуля в рамках той или иной системы программирования, это означает, что мы еще не открыли достаточно общего понятия модуля.

Работы в области «искусственного интеллекта», первоначально направленные на демонстрацию необычных способностей машин, постепенно привели к осознанию типовых средств машинного представления знаний и к созданию специализированных языков программирования, поддерживающих эти возможности. По мере развития обычного программирования инструменты, прежде относившиеся к области искусственного интеллекта, потеряли свою экзотику и начали переходить в сферу практического программирования.

Следует также заметить, что математизация программистских задач возможна лишь в том случае, если исходная задача имеет математическую постановку. Поскольку область применения ЭВМ гораздо шире математики, то в предмет программирования включается и организация знаний в нематематических областях; эти формы знания, как показывает разбор многих случаев, существенно отличаются от математических [11, 12]. Достаточно отметить, что любое серьезное программное средство должно сохранять работоспособность в разнообразных окружениях (конфигурация конкретной машины и операционной системы, другие внешние факторы), в то время, как математическая задача формулируется только для точно определенного условия. Соответствующая тенденция проявляется и в развитии языков программирования, где «монументальные» разработки с математизированными синтаксисом и семантикой уступают место более простым системам, ориентированным на создание небольших модулей, достаточно автономных по отношению к окружению [13].

При разработке операционных систем, систем коллективного пользования, сетей ЭВМ и т. п. мы встречаемся с проблемами не только индивидуального пользователя, но и с проблемами групп и взаимоотношений внутри них, т. е. с социологическими проблемами. Весь этот широкий круг проблем, ориентированных на человека, и дает основание говорить о науке, выходящей за пределы узкоматематических конструкций, а также за пределы узкопрограммистской техники; именно по этой причине целесообразнее называть науку не программированием, а информатикой. Естественно, в эту науку включаются не только программистские вопросы, но и технические проблемы, и проблемы взаимоотношения информационной технологии и развития общества, и, вероятно, многое другое.

Еще один вопрос, ответ на который для меня далеко не очевиден,— можно ли научить программированию. Речь идет, разумеется, не о минимальном объеме знаний на уровне среднего пользователя. Встречаясь при преподавании программирования со старшими студентами, я мог заметить резкую грань между теми, кто хорошо понимает обсуждаемые вопросы и предлагаемые решения, понимает, зачем это нужно, возможно, находит в излагаемом ответы на вопросы, возникавшие в собственной работе и т. п., и другой категорией студентов — тех, кому все это безразлично, кто, даже стараясь, неумело повторяет бессвязные отрывки из объяснений или из примеров программ. Когда возникает такое различие и чем оно обусловлено? Связано ли оно с природными данными или другими

глубинными особенностями личности или непонимание — это просто результат методической ошибки, допущенной на первоначальном этапе обучения?

Д. Кнут [14] по собственным наблюдениям выделял категорию студентов, обладающих способностями к программированию (по-видимому, врожденными), и оценивал долю таких людей среди поступающих в университет примерно в 2 процента; похожую цифру можно было бы получить и на нашем материале. С другой стороны, известные высказывания Э. Дейкстры [15] о преподавании Бейсика и Кобола, которое «умственно калечит» начинающих программистов, возможно, свидетельствуют о том, что он стоит на другой точке зрения, при которой определяющую роль играет преподавание. Д. Кнут по этому вопросу ссылается на работу [16], которой я не читал.

Ответ на поставленный вопрос, если бы его удалось получить, имел бы решающее значение при организации профессионального отбора и преподавания программирования. Частным случаем этого общего вопроса является вопрос о соотношении между преподаванием программирования и преподаванием какого-либо конкретного языка программирования. Если считать, что обучаемый понимает программирование «от природы», то действительно, достаточно лишь дать ему средства для выражения его мыслей. Если нет, то надо определить, чему именно надо учить, имея в виду, что без конкретного языка обойтись нельзя, но отождествлять программирование со знанием случайных особенностей того или иного языка очень опасно.

Литература

1. А. И. Михайлов, А. И. Черный. Основы информатики. М.: Наука, 1968.
2. Laszlo Kalmar. Is computer science an independent science? IVth International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science. Abstracts. Bucharest, 1971, 89-90.
3. Frederick P. Brooks, Jr. The mythical man-month (essays on software engineering). Addison-Wesley, Reading, 1975. (Русский перевод: Ф. П. Брукс мл. Как проектируются и создаются программные комплексы. М.: Наука, 1979)
4. Donald E. Knuth. The art of computer programming. Vol. 1, Fundamental algorithms. Addison-Wesley, 1968; Vol. 2, Seminumerical algorithms, Addison-Wesley, 1969; Vol. 3, Sorting and searching, Addison-Wesley, 1973. (Русский перевод: Д. Кнут. Искусство программирования для ЭВМ. Т. 1, Основные алгоритмы, М.: Мир, 1976; т. 2, Получисленные алгоритмы, М.: Мир, 1977; т. 3, Сортировка и поиск, М.: Мир, 1978).
5. Waltraud Dehning, Heidrun Essig, Susanne Maass. The adaptation of virtual man-computer interfaces to user requirements in dialogs. Lecture Notes Comp. Sci., Vol. 110, 1981. (Русский перевод: В. Денинг, Г. Эссиг, С. Маас. Диалоговые системы «человек-ЭВМ», адаптация к требованиям пользователя. М.: Мир, 1984).
6. Г. С. Цейтин. Психологические задачи в разработке программного обеспечения. Микропроцессорные средства и системы, 1984, 3, с. 48–52.
7. M. D. Mcieroy, E. N. Pinson, B. A. Tague. UNIX time-sharing system: Foreword. Bell System Technical Joun., July-August 1978, v. 57, no. 6, pp. 1899–1904.
8. Gerald M. Weinberg. The psychology of computer programming. Van Nostrand Reinhold, 1971.
9. Edward Yourdon. Technique of program structure and design. Prentice-Hall, 1975. (Русский перевод: Э. Йодан. Структурное проектирование и конструирование программ. М.: Мир, 1979).
10. А. П. Ершов. Персональная ЭВМ — предок млекопитающих в динозавровом мире ВЦКП / В кн.: Материалы всесоюзной научно-технической конференции по проблемам создания индивидуальных диалоговых систем на базе микро-ЭВМ. Пушино: НЦБИ АН СССР, 1983, с. 9–25.
11. Г. С. Цейтин. Нематематическое мышление в программировании / В кн.: Перспективы системного и теоретического программирования. ВЦ СОАН, Новосибирск, 1980, с. 128–132.
12. G. S. Tseytin. From logicism to proceduralism. An autobiographical account. Lecture Notes Comp. Sci., vol. 122, 1981, pp. 390–396. (Русский перевод: Г. С. Цейтин. От логицизма к процедурализму. На автобиографическом материале / В кн.: Алгоритмы в современной математике и ее приложениях. Ч. 2. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1982, с. 181–193).
13. Г. С. Цейтин. На пути к сборочному программированию. Программирование, 1990, № 1, с. 78–92.
14. Donald E. Knuth. Algorithms in modern mathematics and computer science. – Lecture Notes Comp. Sci., vol. 122, 1981, pp. 82–99. (Русский перевод: Д. Кнут. Алгоритмы в современной математике и вычислительной науке / В кн.: Алгоритмы в современной математике и ее приложениях. Ч. 1. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1982, с. 64–98).

15. Edsger W. Dijkstra. How do we tell truths that might hurt? EWD498, June 18, 1975. (Русский перевод: Как быть, если правда колет глаза? В кн.: Простое и сложное в программировании. М.: Наука, 1988, с. 134–136).

16. Fred Gruenberger. The role of education in preparing effective computing personnel / In.: F. Gruenberger, ed. Effective vs. Efficient Computing. Englewood Cliffs, N J., Prentice-Hall, 1973, 112–120.

НОВОСИБИРСК

Андрей Петрович Ершов

А. Г. Марчук

Вступление

Академик Андрей Петрович Ершов был незаурядной личностью, большим ученым, лидером формировавшейся науки о программировании и лидером новосибирского коллектива программистов. Многогранность и эффективность таланта Андрея Петровича раскрыта в подборке с разных сторон.

Высокий научный уровень, авторитет А. П. Ершова среди отечественных программистов и в международном научном сообществе, отметил в своих воспоминаниях другой пионер программирования, Святослав Сергеевич Лавров — коллега и друг Андрея Петровича. Итоговая формула его рассуждений определяет роль и уровень А. П. Ершова в отечественном программировании: «Андрей Петрович был лидером отечественного программирования. Любое его начинание, каким бы скромным оно ни казалось вначале, неизменно привлекало внимание, приводило в движение широкие круги программистов...»

Более подробно остановился на организационной деятельности и уникальной роли Андрея Петровича в установлении международных связей нашего программирования другой патриарх информатики — Э. З. Любимский. Полная интересных подробностей история о том, как А. П. Ершов заинтересовался программированием, рассказана «однокашником» Ершова по МГУ Е. А. Жоголевым.

И Любимский, и Жоголев, да и многие другие отмечают поэтический и певческий дары А. П. Ершова. От себя добавлю, что Андрей Петрович был настоящим интеллигентом с прекрасным эстетическим чувством. Он не только писал стихи и пел романсы, он прекрасно владел как письменным, так и устным литературным русским языком. Его доклады всегда производили сильнейшее впечатление не только глубоким содержанием, но и формой, точностью и красотой фраз, творческим подбором слов и терминов. В совершенстве Андрей Петрович владел и английским языком. Не будь этого, западные коллеги вряд ли получили бы представление о советском программировании, вызывавшем у них уважение и интерес. Приведенные в подборке стихотворный перевод Киплинга и собственные стихи Андрея Петровича приоткрывают перед читателем эти грани его таланта.

Перечитывая вошедшую в подборку статью «О человеческом и эстетическом факторах в программировании», испытываешь чувство, будто она только что написана, настолько глубоко мысли об общественной значимости использования компьютеров. Вообще, научное и публицистическое творчество Андрея Петровича богато и разнообразно. Большинство его трудов не устаревают, поскольку он каждый раз ставил важную группу проблем и предлагал принцип подхода к ним, оставляя детальную разработку ученикам и последователям. Будучи математиком, он не ограничивал себя только математическими постановками и формализмами, его целью было скорейшее продвижение информатики, а для этого необходимо было заниматься и популяризацией, и организацией, и философией науки. Рекомендую интересующимся познакомиться с рядом лучших работ Андрея Петровича, вошедших в его книгу «Избранные труды», опубликованную издательством «Наука» в 1994 году.

Много интересного можно почерпнуть из воспоминаний ближайших соратников, учеников и друзей Андрея Петровича. Они рассказывают о своем Учителе как о человеке, деятельность которого прошла рядом, оставив глубокий след в душах окружающих.

Довольно любопытен взгляд на Ершова профессионального журналиста И. С. Ковальского, неоднократно встречавшегося с Андреем Петровичем и вместе с ним работавшего над серией научно-популярных передач.

В подборку об А. П. Ершове вошли также некоторые материалы из делового архива Андрея Петровича. Наш институт, чтя память о своем учителе и лидере, нашел возможность перевести деловой архив академика Ершова в электронную форму. Теперь читателям всего мира становятся доступными самые разнообразные документы из архива. А. П. Ершов снова с нами, его труды, документы, письма снова активно участвуют в построении информационного общества!

Октябрь 2002 г.

А. П. Ершов

О человеческом и эстетическом факторах в программировании

Памяти Г. И. Кожухина

Кому-нибудь может показаться странным намерение опубликовать в научном журнале статью по столь субъективному вопросу. История науки, однако, показывает, что в определенные периоды эстетические, организационные и вообще внешние по отношению к техническому содержанию научной дисциплины факторы вносили иногда решающий вклад в формирование и развитие данной дисциплины. Сейчас, когда программирование как наука и как профессия вступает в период своего самоопределения, анализ человеческих факторов в программировании представляется автору актуальным.

Дело в том, что, несмотря на то, а может быть, и благодаря тому, что программирование признается сейчас ключевым моментом в расширении и углублении сферы применения ЭВМ, для программистов наступают трудные времена. Объем и сложность программ возрастают непропорционально по отношению к зарплате. Романтический ореол непостижимости этой профессии, если он когда-либо и существовал, начинает меркнуть. На Западе софтверхаусы тают как вчерашний снег, а программисты начинают пополнять армию безработных. Оспаривается даже само стремление рассматривать программистов как профессионалов особого рода. Главное же — это то, что вольная армия программистов постепенно попадает в «плен» к администраторам и руководителям, которые стремятся сделать труд программиста планируемым, измеряемым, однородным и обезличенным.

У читателя не должно создаться впечатления, что автор считает эту тенденцию неправильной. Недостаточная эффективность труда программистов является, может быть, главной причиной существующего разрыва между потребностями и возможностями успешного применения ЭВМ.

С этих позиций следует согласиться, что как профессия программирование еще не достигло своей зрелости. На Западе характерным свидетельством этому в течение последних лет была волна мелкого бизнеса, связанного с так называемыми софтвер-домами. Такой софтвер-дом, или лучше сказать софтвер-хижина, сооружался в течение нескольких недель

Статья написана на основе речи автора, произнесенной на Объединённой вычислительной конференции Американской федерации обществ по обработке информации (Атлантик-Сити, США, 16–18 мая 1972 г.). Печатается по публикации в журнале «Кибернетика», Киев, 1972, № 5, с. 95–99.

группой толковых программистов, как правило, покидавших большую организацию, в которой они получили начальный опыт. В большинстве случаев мотивом для такой инициативы была жажда наживы, полудетское желание избавиться от излишней опеки, конечно, в сочетании с некоторой интересной и полезной идеей в области разработки софтвера. Однако в дальнейшем жизнеспособными оказались лишь такие коллективы, в которых этот партизанский дух быстро заменялся режимом экономии, иерархией отношений, жесткой дисциплиной — словом, всем тем, что в свое время вытолкнуло их из родительского дома. В качестве шутки можно заметить, что вся эта история напоминает сказку о трех поросятах: братья-программисты в конце концов собрались в крепком софтверхаусе, но лишь после того, как первые два были унесены волчьим ветром беспощадной коммерции.

Следует отметить, что, хотя и в других проявлениях, но аналогичные явления наблюдались и у нас, когда несколько лет назад бездумный оптимизм и наивная вера во всемогущество машины в некоторых проектах заменяли собой трезвый расчет, крепкую организацию и качественное составление программ. Таким образом, подчинение программирования промышленным методам работы — это неизбежный факт. Автор считает, однако, что эта тенденция должна быть сбалансирована встречной инициативой, состоящей в том, что программист должен найти некоторую систему внутренних ценностей в своем деле, обладание которой позволит ему легче ассимилировать индустриальные методы работы, где надо — преодолевать их.

Автор убежден в том, что эта система ценностей в программировании объективно существует, однако осознана не до конца, известна не всем и поэтому требует распространения и защиты. Эта система имеет много компонент, пожалуй, самая важная из них — это профессиональный статут программиста (надо заметить, что о программистах автор здесь говорит в широком смысле, причисляя к ним и системных аналитиков), но в данный момент больше хочется сказать об эстетической или об эмоциональной стороне программирования, причем не только о том, что вознаграждает программиста, когда он выходит со своим продуктом к потребителю, но и о том, что составляет его нравственную опору, когда он остается наедине с программой или машиной.

Программирование становится массовой профессией. Однако надо иметь в виду, что сейчас это, пожалуй, самая трудная из всех массовых профессий, причем, к сожалению, эта трудность не признана в должной мере.

Трудность заключается в том, что именно программисты непосредственно упираются в пределы человеческого познания в виде алгоритмически неразрешимых проблем и глубоких тайн работы головного мозга.

Трудность состоит в том, что собственный стек программиста должен быть не в 5–6 позиций глубины, как это обнаружили психологи у среднего человека, а той же глубины, что и стек в его очередной задаче, подлежащей программированию, плюс еще две–три позиции.

Трудность также и в том, что программист должен обладать способностью первоклассного математика к абстракции и логическому мышлению в сочетании с эдисоновским талантом сооружать все, что угодно, из нуля и единицы. Он должен сочетать аккуратность бухгалтера с проницательностью разведчика, фантазию автора детективных романов с трезвой практичностью экономиста. А кроме того, программист должен иметь вкус к коллективной работе, понимать интересы пользователя и многое другое.

В работе эта трудность может быть преодолена только путем большого эмоционального напряжения, требующего от программиста особого самосознания и внутренней позитивной установки. Понимание этой установки необходимо для тех, кто управляет программистами, и в особенности для тех, кто их воспитывает и обучает. В качестве примера можно перечислить некоторое количество организационных альтернатив или просто трудных вопросов, правильно разрешать которые можно только с полным учетом обсуждаемых факторов:

— Возможна и нужна ли организация разработки софтвера по принципу конвейерной линии?

— Кого и почему труднее найти для реализации программного проекта — руководителя или исполнителя?

— Как сочетать элитарность системного программирования с его массовостью?

— Как воспитывать программиста, через мировоззрение (университет) или путем профессиональных навыков (технический институт)?

— Что такое индивидуальные способности в программировании, специфичны ли они и нужны ли?

— Можно и нужно ли отделять проектирование большой программы от ее изготовления?

Эти вопросы являются частью общей проблемы, поэтому сделаем лишь частные комментарии при попытке связать их постановку с анализом человеческого фактора в программировании.

О конвейере

В каком-то смысле конвейер является дьявольским изобретением. Поднимая продуктивность на небывалый уровень, он в то же время в максимальной степени превращает человека в придаток машины. Конвейерный метод в программировании может либо убить интеллектуальную компоненту в труде программиста, либо вызывать невроты из-за противоречия между монотонностью и трудностью работы. Представьте себе человека, обязанного 8 часов в день, 5 дней в неделю, 50 недель в году решать одни кроссворды, и вы поймете, что такое программист, специализирующийся, например, на написании редактирующих программ. Одним словом, раскрепление людей по элементарным операциям в многомодульной системе — далеко не простая задача.

О руководителях и исполнителях

Не торопитесь ставить руководителя на первое место, объясняя, что, по определению, руководителя найти или создать труднее. Давайте подумаем, почему сплошь да рядом руководитель проекта предпочитает начинать с молодыми специалистами, кончившими университет два–три года назад, нежели с людьми, чей стаж работы превышает пять лет? Не потому ли, что мы предпочитаем использовать чистый лист и пластичность молодого человека, нежели преодолевать пассивное сопротивление более зрелого и менее ясного для нас 33-летнего главы семейства. Но это, в частности, означает, что мы не умеем гармонично развивать профессиональные достоинства исполнителя так, чтобы они не падали с возрастом и были бы полезны не только для руководителя, но и для него самого и его будущих начальников.

Элитарность программистов представляется автору очевидной и в этом виде является серьезным вызовом человечеству в целом, причем можно надеяться, что вызов будет принят и преодолен. Эта мысль будет расшифрована несколько позднее.

Мировоззрение и профессионализм.

Проблема, конечно, не только в том, чтобы объективно оценить требуемое соотношение кандидатов наук и дипломированных инженеров-программистов, хотя вокруг этого возникает изрядное количество всем известных кадровых проблем. Суть проблемы в том, чтобы признать, что программирование требует от человека несколько особого взгляда на мир, его потребности и эволюцию, особой моральной подготовленности к своему долгу. Программист — это солдат научно-технической революции и как таковой должен обладать революционным мышлением.

Теперь подходим к тому, чтобы сформулировать центральный тезис статьи. Он состоит в утверждении, что программирование обладает богатой, глубокой и своеобразной эстетикой, которая лежит в основе внутреннего отношения программиста к своей профессии, являясь источником интеллектуальной силы, ярких переживаний и глубокого удовлетворения. Корни этой эстетики лежат в творческой природе программирования, его трудности и общественной значимости.

Здесь, прежде чем продолжить основную мысль, автор хотел бы подчеркнуть важность внутреннего отношения человека к своему делу. Сейчас идет много споров о том, является ли программирование специфической профессией. Это не отвлеченный спор, а дискуссия,

результат которой имеет прямые организационные, юридические и образовательные последствия. Главным залогом успешного исхода этой дискуссии должны быть прежде всего самосознание и способность к взаимопониманию тех, кто относит себя к программистам. Известная поговорка «рыбак рыбака видит издалека» должна найти свою интерпретацию в программистской среде.

Выделить эстетическую сущность любого вида профессиональной деятельности очень не просто. Она по своей сути реализуется в субъективных категориях и глубоко сплетается с этическим кодексом профессии, с ее техническим содержанием и юридическим статутом. Поэтому перечисление эстетических компонент программирования в этой статье также будет носить субъективный и очень предварительный характер.

Сначала сделаем некоторые замечания, отражающие внутреннюю природу программирования.

Творческая и конструктивная природа программирования не требует особых доказательств. Автор хотел бы высказать, быть может, более спорную мысль, что в своей творческой природе программирование идет намного дальше большинства других профессий, приближаясь к математике и писательскому делу. В большинстве других профессий мы лишь «приручаем» при помощи сил природы те или иные физические или биологические явления, не обязательно постигая их сущность. В программировании же мы в некотором смысле идем до конца. Один из тезисов современной теории познания: «мы знаем что-то, если можем это запрограммировать» — очень выпукло характеризует этот максимализм нашей профессии.

Другим очень важным эстетическим принципом программирования является его высочайшая требовательность к законченности продукта. Конечно, это характерно для многих инженерных профессий. Однако программирование и здесь идет дальше. Хотя в мультимиллионных программных конгломератах это свойство почти исчезает, однако на уровне индивидуальной работы всегда существует поразительный контраст между почти сделанной и полностью сделанной работой. Эта стопроцентность программирования — источник его трудности и в то же время глубочайшего удовлетворения работающей программой.

Машина, снабженная программой, ведет себя разумно. В этот кульминационный момент программист сознает, что его программа, получая самостоятельную жизнь, материально воплощает его интеллектуальные усилия, становящиеся отныне общим достоянием. Это торжество интеллекта, наверное, самая сильная и самая специфическая сторона программирования.

В отношении к машине у добросовестного программиста есть еще одна особенность. В некотором смысле он относится к ней, как хороший жокей к своей лошади. Зная и хорошо понимая возможности машины, он никогда не позволит себе компенсировать лень ума беззаботной тратой ресурсов ЭВМ. Это чисто эстетическое отношение к делу является самым эффективным предохранителем против бездумной «пессимизации» софтвера, которая иногда сводит на нет эффективность использования машины.

Другую часть эстетической сущности программирования составляют такие его компоненты, которые связаны с социальной, или общественной, функцией программирования. Всякий раз, когда мы рассматриваем социальное явление большого масштаба (а появление и использование ЭВМ, безусловно, являются таковыми), мы должны поискать некоторые широкие исторические аналогии, которые могут дать какую-то опору для экстраполяции и предвидения. О том, что ЭВМ принесли с собой научно-техническую революцию и связанную с ней индустриализацию умственного труда, уже говорилось. В этом месте хотелось бы провести еще одну аналогию, которая имеет более прямое отношение к профессии программиста. Разработка и распространение софтвера во многом напоминают то, что произошло в результате появления книгопечатания. Как книги накапливают внешний образ мира в глазах их авторов и позволяют воспроизвести процесс его познания, так и программы и банки данных накапливают информационную и операционную модели мира и позволяют не только воспроизводить, но и предсказывать его эволюцию, давая тем самым небывалую власть над природой.

Быть сейчас хорошим программистом — это такая же привилегия, как быть грамотным человеком в XIV веке. Эта привилегия дает право программисту ожидать аналогичного признания и уважения со стороны общества. К сожалению, эти ожидания не всегда оправдываются. Следует, однако, заметить, что осуществление такого признания требует работы с обеих сторон. В частности, для программиста необходимо следование одному этическому принципу, который носит общий характер для всякого профессионала, но имеет специальную интерпретацию для программиста. Несколько упрощенно имеют место три варианта: работа ради работы, работа ради денег, работа ради цели.

В системе координат программиста первые два мотива стоят на первом плане, хотя в абсолютной системе координат имеет значение лишь третье. В связи с этим надо всегда помнить, что программист сможет достичь полной гармонии с обществом только в том случае, если лояльность той цели, в достижении которой его программа является лишь частью, станет его внутренней установкой.

Говоря об общественной функции программирования, нельзя не заметить, что на пути к реализации этой функции лежит одна нерешенная техническая проблема — обеспечение аккумулятивного эффекта программирования. Это очень сложная, но абсолютно необходимая для решения проблема. Спектр мнений о ней бесконечен. Одни говорят, что сейчас работают только считанные проценты составленных программ, другие считают, что ОС/360 — это уже практически бессмертный комплекс программ. Возвращаясь к теме статьи, хочется сказать, что предоставление программисту перспективы длительного и стабильного использования продукта его труда окажет решающее воздействие на его профессиональное самосознание.

Автор хотел бы теперь с позиций только что сделанных утверждений завершить обсуждение ранее перечисленных альтернатив и трудных проблем.

Об индивидуальных способностях в программировании

Нам необходим образ идеального программиста. Конечно, это будет мифическая личность. Но кто сказал, что нам не нужны мифы и сказки о программистах? Каждый из нас должен хоть раз в жизни видеть или хотя бы слышать о чудо-программисте, из программы которого нельзя убрать ни одной команды или который пишет тысячу команд в день, или обнаруживает ошибку при исходном шансе один к миллиону и т. д. Человеку свойственно искать ориентиры и примеры. Именно с этих позиций, по-видимому, следует решать спор о пресловутых «примадоннах» в командах программистов. Объявлять их нежелательными — это, по крайней мере, близорукость или зависть к их исключительным качествам. Автору посчастливилось в жизни встретить несколько таких примадонн от программирования, которые при всей их индивидуальности и даже экстравагантности вносили неоценимый вклад в работу группы, в особенности в трудных ситуациях. Так что надо признавать и полностью учитывать весьма широкий диапазон индивидуальных способностей к программированию.

О разделении проектирования и изготовления софтвера

Налицо двойственное отношение к этому вопросу. Руководители, ответственные за долговременные проекты, и многие другие ищут пути к формализации этапов разработки и передаче проекта из одних рук в другие. С другой стороны, само дело отчаянно сопротивляется такому разделению. По-видимому, правильное решение этого вопроса невозможно без учета человеческого фактора и эстетической потребности, препятствующей тому, чтобы заниматься реализацией чужих идей или не видеть самому овеществления своей идеи. Отдавать технический проект в другие руки — то же самое, что посылать своих детей в интернат.

В заключение вернемся к тезису об элитарности программирования и о его будущем. Наша апологетика, на первый взгляд, подчеркивала исключительный, особый характер программирования и его предельные требования к человеческим возможностям. Эта требовательность и образует тот самый вызов человеку, о котором говорилось выше. Во время пребывания в 1970 г. в Соединенных Штатах на автора произвели очень большое впечатление новые идеи профессоров Массачусетского технологического института

Марвина Минского и Сеймура Пейперта об обучении детей. Они выбросили в корзину ходячее представление о том, что дети учатся бессознательно методом подражания. Они доказывают, что человек чему-то научается только в том случае, если у него в голове складывается блок-схема действия, выделены подпрограммы и проложены информационные связи. Профессор Пейперт навсегда обратил автора в свою веру на примере жонглирования двумя мячами, когда, апеллируя к его способностям программиста, он за десять минут научил его тому, чего бы он сам не сделал и за несколько часов.

Таким образом, человек неизмеримо усилит интеллект, если сделает частью своей природы способность планировать свои действия, вырабатывать общие правила и способ их применения к конкретной ситуации, организовывать эти правила в осознанную и выразимую структуру,— одним словом, сделается программистом.

Когда-то возможность читать и писать считалась уделом избранных. Сейчас, в эпоху грамотности, на что потребовалось 1000 лет, мы выделяем новую избранную категорию людей, которые становятся посредниками между человечеством и информационной моделью мира, упрятанной в машины. Сделав искусство программирования общим достоянием, мы лишимся своей элитарной исключительности перед лицом повзрослевшего человечества. Это ли не высший эстетический идеал для нашей профессии?

Для того, чтобы осуществить такой скачок, человечеству понадобится много меньше чем 1000 лет, однако сейчас мы еще очень далеки от этого. Нас окружают более прозаические проблемы, требующие немедленных действий. Однако внутренний мир каждого человека, в том числе и скромного эм-эн-эса или инженера, читающего толстое руководство по программированию или ищущего нужную клавишу за терминалом, хранит в себе неисчерпаемую глубину мыслей, желаний и переживаний. Автор глубоко убежден, что дело, которым занимается программист, требует и от его коллег, и тем более от его руководителей существенно большего понимания мотивов к выполнению его профессионального долга и перспектив его жизненного пути.

Мы назвали ряд актуальных проблем, связанных с человеческим фактором в программировании. Пожалуй, самая главная не была названа. Поколения людей меняются значительно медленнее, чем поколения машин. Автор хотел бы спросить у своих коллег-руководителей, знают ли они, как сделать, чтобы программист в возрасте свыше 50 лет был бы не меньше полезен, нежели 30-летний. Через 30 лет таких программистов в мире будет миллион. Пожалуй, честно будет сказать, что сейчас у нас еще нет надлежащего подхода к тому, как ассимилировать ветеранов в современных условиях изменчивости и нестабильности, сделав тем самым профессию программиста пожизненной и дающей человеку комфортабельное ощущение общественной и профессиональной полезности.

А. П. Ершов

Стихотворения

(Из сборника: «А. П. Ершов. Стихи. Академгородок».

Новосибирск: Институт систем информатики, 1991.)

Когда

Р. Киплинг

Когда ты держишься, а все в слепом смятении
Теряют голову, кляня тебя за это,
Когда ты тверд, внимаешь всем сомненьям,
Не отрицая их безверия при этом,

Когда ты можешь ждать, исполненный терпенья,
Когда, оболганный, не дашь себе солгать
Иль, презираемый, закроешь путь презренью,
Высокомерию не дав взыграть,
Когда, загрезив, ты не дашь себе забыться,
А мысль от действия тебя не отвлечет,
Когда хоть слава, хоть позор — что ни случится —
Тебя с дороги к цели не собьет,
Когда тебя не трогают подонки,
Обман плетущие с твоих же слов,
Когда, найдя свой главный труд в обломках,
Начнешь его ты вновь с первооснов,
Когда, разыгрывая жизни карту,
Ты можешь всем, что приобрел, рискнуть
И, проиграв, не потерять азарта
И жалобой уста не разомкнуть,
Когда в сраженьи твой черед настанет,
А сил и нервов нету устоять,
Тогда стеной одна лишь воля станет
И скажет — «Не сдаваться и держать!»,
Когда царей чертог тебя к себе не манит,
Когда в толпе ты можешь быть самим собой,
Когда и враг и друг, тебя не в силах ранить,
Без раболепия считаются с тобой,
Когда всю жизнь, не потеряв минуты доли,
Отдашь ты покорению вершин,
Твой будет щедрый мир и — более —
Мужчиной станешь ты, мой сын.

Ноябрь 1982 г.

Сон

Мне снится женщина одна
В минуту близости предельной,
И в тьме обители отшельной
Мерцает тела белизна.
Так странен этот старый сон:
И тяжесть плоти бестелесной,
И шепот речи бессловесной,
То слышен, то не слышен он.
Но тщетен тайных сил порыв,
И жажду губ без утоленья,
И страсти взлет без завершенья
Сон гасит, крыльями накрыв.
В ничто распалась чувств волна,
И только память долговечна,
И только нежность бесконечна...
Душа смятения полна.

Ноябрь 1983 г.

Тропа в Академгородке

Двадцать лет хожу я на работу
по тропе, проложенной в лесу.
Если мне Господь послал заботу,
Я ее здесь с легкостью несу.
Всем живым заполнено пространство —
Птицы, белки, травы, дерева...
Жизни ход и жизни постоянство —
Той тропы заветные слова.
Здесь недавно поселилась фея.
Смотрят в душу глаз ее лучи.
Мне в лицо ее дыханье веет,
Тихий голос строчками звучит.
Но всего родней, всего дороже
В непрерывном беге быстрых дней
Неслучайно встреченный прохожий,
Путь держащий по тропе моей.
Двадцать лет, не обронив ни слова,
Мы стремим друг другу быстрый взгляд.
Этот взгляд при каждой встрече новой
Мне приносит бодрости заряд.
Жить с людьми — заслон любой заботе.
Три семьи царят в моей судьбе:
Дома – первая, вторая – на работе,
Третья – на солнечной тропе.

Май 1983 г.

Об Андрее Петровиче Ершове вспоминают...

*А. А. Берс:*⁴⁹

Андрея Петровича Ершова я впервые увидел в ноябре 1959 г. на семинаре по кибернетике в МГУ, когда он делал доклад об Алголе 58, а затем на конференции, где он рассказывал о Сибирском языке. Его статья по операторным алгоритмам в 3-м выпуске «Проблем кибернетики» оказала большое влияние на мой дипломный проект (он об этом не знал), и когда я распределялся в Институт математики СО АН, то обосновывал свое желание С. Л. Соболеву, в том числе и ссылкой на то, что там работает А. П. Ершов. Кто меня познакомил с Андреем Петровичем, я не помню (наверное А. А. Ляпунов), но к моему приезду в Академгородок он уже меня знал.

В первый же свой рабочий день в Институте математики я пошел на семинар, на котором Андрей Петрович рассказывал о сведении задачи распределения памяти к раскраске графов. В перерыве семинара он пригласил меня работать у него, а через день (5 апреля 1961 г.) привел в свою лабораторию, которая располагалась, как это было тогда обычным в Академгородке, в квартире одного из жилых домов. Недели через полторы, оказавшись без крова в ожидании завершения строительства общежития, я очутился у Андрея

⁴⁹ Опубликовано в специальном выпуске журнала «Программирование», посвященном памяти А. П. Ершова (1990, № 1, с. 104–106.).

Петровича в доме, где и прожил благополучно несколько месяцев. Так началась наша дружба.

Год, прожитый без Андрея Петровича, еще не утишил боль потери и не позволил полностью осмыслить его роль в нашей жизни. Поэтому поделюсь несколькими, может быть не очень связными, но главными для меня впечатлениями.

. Андрей Петрович затеял проект БЕТА — совместную реализацию трех больших языков: Алгола 68, ПЛ/1 и Симулы 67, объединяемую единым внутренним языком с мощной системой оптимизации на нем. Естественно, что все мы втянулись в сравнительный анализ деталей и структуры этих языков, нахождение общности и различий в них, и тем самым оказались во внешней по отношению к каждому из языков позиции.

Именно возможность глядеть на языки программирования «сверху» и понимание, что любой из алгоритмических языков (в том числе и язык команд любой ЭВМ) есть лишь частная проекция общего мира средств задания способов обработки информации — это главное, что я получил от работы в проекте БЕТА и что существенным образом повлияло на формирование моего программистского мировоззрения. Вместе с методологией смешанных вычислений — это самое важное, чему научил меня Андрей Петрович. Я знаю пару сильных программистских коллективов, которые, создав систему программирования для мощного современного алгоритмического языка, так и не могут выйти из круга его понятий.

2. Наш отдел почти в полном составе летит на первую всесоюзную конференцию по программированию в Киев через Москву, и из-за нелетной погоды мы проводим ночь в переполненном аэровокзале Внуково, где кругом раздраженные толпы. В этой сумятице, раздобыв где-то стул и присев за какой-то маленький столик, Андрей Петрович раскладывает бумаги и сосредоточенно пишет (как я потом узнал) текст своего выступления как председателя программного комитета с анализом представленных докладов и их обстоятельной классификацией по направлениям и темам. Причем пишет именно текст устного выступления, а не статьи для публикации.

Доклады и статьи Андрея Петровича всегда были очень интересны также и по форме. Он блестяще владел стилем изложения и, кроме того, умел очень точно сформулировать суть вопроса. Всемирно известен его афористический лозунг «Программирование — вторая грамотность»; другим примером может служить название доклада на институтском семинаре: «Персональная ЭВМ — личное оружие системного программиста», пропустить такой доклад было, разумеется, невозможно.

3. Андрей Петрович был внутренне очень упорядоченным человеком, с завидной регулярностью организующим свою работу. Во времена БЕТА-проекта, когда мы засиживались в институте до ночи и искренне полагали, что уж кто-кто, а мы-то работаем по 10–12 часов в сутки, Андрей Петрович на семинаре отдела сделал доклад, в котором на основе записей в своем рабочем дневнике проанализировал баланс своего времени. Из подробного сообщения о том, на что и сколько уходит времени в его сутках за достаточно долгий период, выяснилось, что на настоящую творческую работу ему удается обеспечить по 2–3 часа каждый день. Вот так!

Андрей Петрович старательно и тщательно организовывал и поддерживал обширные связи с зарубежными и отечественными коллегами и коллективами. Он получал огромную почту со всего света, аккуратно сам регистрируя все материалы, письма и ответы. На этой базе им собрана уникальная библиотека, включающая отчеты, препринты и публикации многих ведущих зарубежных программистских коллективов. В эту библиотеку приезжали и приезжают поработать специалисты со всего Союза.

Многие зарубежные коллеги приезжали в Академгородок к Андрею Петровичу, и мы имели возможность не только увидеть и услышать их, но и, опять же заботами Андрея Петровича, обсуждать свои результаты и активно лично общаться с такими же, как и он, крупнейшими учеными-программистами мира: Дж. Маккарти, Дж. Шварцем, Э. Дейкстрой, Т. Хоаром, А. ван Вейнгаарденом и многими другими.

4. В жизни Андрей Петрович был, вообще-то, человеком тихим; я ни разу не слышал, чтобы он повысил голос или допустил резкий или раздраженный тон в разговоре с кем бы то ни было. Скорее можно сказать, что от него исходило мягкое доброжелательство, заинтересованность и внимание к собеседнику.

Он достаточно вовремя уходил с работы домой, чтобы выполнять свою часть семейных забот. В частности, его постоянной обязанностью всегда было мытье всей посуды, и он несколько раз рассказывал, что большинство своих научных работ он придумал и продумал как раз в это время.

Когда мы собирались время от времени вечером, Андрей Петрович приносил гитару и пел, он очень любил песни Окуджавы...

Андрей Петрович писал очень хорошие стихи. Только несколько из них однажды были напечатаны в газете «Наука в Сибири», а его перевод известного стихотворения Киплинга «If», по моему мнению, поэтически равновелик с переводом Маршака, но более точно соответствует оригиналу.

5. Будучи по образованию и изначально по профессии математиком и став, одним из первых в мире, профессиональным информатиком, Андрей Петрович, как мне представляется, по складу своему был естествоиспытателем в общепринятом смысле этого слова, т. е. ученым, пристально изучающим независимую от него, объективную реальность и открывающим присущие ей закономерности. Такой реальностью для Андрея Петровича был мир вычислительных процессов и переработки информации. Пример, лежащий на поверхности: в безбрежной стихии естественного языка Андрей Петрович обнаружил, выделил и показал всем хорошо ограниченный, но достаточно богатый фрагмент — «феномен деловой прозы». (Имеется в виду работа А. П. Ершова «К методологии построения диалоговых систем: феномен деловой прозы». Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, Препринт 156, 1979.) Я думаю, однако, что и свое самое крупное достижение — метод смешанных вычислений — Андрей Петрович не придумал, а обнаружил, наблюдая, экспериментируя и размышляя над процессами переработки данных программами и ЭВМ.

Наша лаборатория, которую он создал и которой руководил до конца жизни, была названа Андреем Петровичем не случайно и не тривиально — лаборатория экспериментальной информатики. Намеченное им направление — завет нам.

*Е. А. Жоголев.*⁵⁰

[Как А. П. Ершов стал программистом]

А. П. Ершов окончил механико-математический факультет МГУ по кафедре вычислительной математики в 1954 году. Это был первый выпуск кафедры, для которого читался курс программирования. Лекции читал профессор А. А. Ляпунов.

Кафедра вычислительной математики была создана на мехмате МГУ в 1949 году. В 1950 году по кафедре защитили дипломные работы два или три выпускника, а в 1951 году был выпуск этой кафедры по сокращенному учебному плану. Я был среди выпускников этой кафедры 1952 года, которые закончили ее по полному учебному плану. Но курса программирования нам еще не читали. Был у нас только курс по электронным схемам вычислительных машин.

В 1951 году, когда А. П. Ершов заканчивал 2-й курс, он должен был выбрать кафедру для продолжения обучения. И А. П. Ершов записался на кафедру высшей алгебры. Но в это дело вмешался счастливый случай.

С 1949 года в МГУ регулярно проводилась традиционная легкоатлетическая эстафета на приз газеты «Московский университет». Дистанция эстафеты проходила от Киевского вокзала до строительства нового здания университета на Ленинских горах и состояла из

⁵⁰ Опубликовано в сб. «Становление новосибирской школы программирования (мозаика воспоминаний)». — Новосибирск: Ин-т систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН, 2001, с. 41–42.

14 этапов. Сначала эта эстафета проводилась в последнее воскресенье апреля (в частности, и в 1951 году, хотя в работе [1] ошибочно указана дата 5 мая), позже она стала проводиться в первое воскресенье мая. В 1951 году Андрей и я бежали в этой эстафете за первую команду мехмата. После эстафеты мы вместе с ним пошли пешком к Киевскому вокзалу. Он стал расспрашивать меня о нашей кафедре. Зав. кафедрой вычислительной математики в то время был профессор Б. М. ЩигOLEв (в работе [1], опять-таки ошибочно, указан академик С. Л. Соболев — он стал зав. кафедрой только после переезда в новое здание). Я рассказал Андрею все, что знал об электронных вычислительных машинах (я в то время был уже на 4-м курсе). Особенно большое впечатление на Андрея произвела память на ртутных трубках. Потом мы долго фантазировали о возможностях этих машин. И так были увлечены разговором, что прошли мимо Киевского вокзала и дошли пешком аж до самого общежития университета на Стромьнке (на берегу реки Яуза).

После этого разговора А. П. Ершов забрал свое заявление с кафедры высшей алгебры и подал его на нашу кафедру. Много лет спустя, в 1974 году, даря мне сборник переводов под его редакцией («Как проектируются и создаются программные комплексы» [2]), он назовет меня своим «крестным отцом».

И еще я вспоминаю о его студенческой свадьбе в общежитии, для которой я написал четверостишие (см. ниже). Оно до Андрея так и не дошло (я редко отдавал свои стихи адресатам).

На свадьбу А. П. Ершова

Священный сей союз благословлен —

Слились их дУши воедино.

Два сердца бьются в унисон:

Андрея сердце, сердце Нины.

(Октябрь 1952)

После окончания университета мы с А. П. Ершовым регулярно встречались на различных программистских форумах. Он стал признанным лидером программистов СССР. Но этот период его деятельности хорошо известен, многие об этом уже высказывались. И я вряд ли могу сказать лучше. Хочу лишь отметить его неизменно доброжелательное отношение к моим выступлениям, далеко не всегда удачным.

Литература

1. Карл Левитин. Прощание с АЛГОЛом. М.: Знание, 1989.
2. Как проектируются и создаются программные комплексы / Сб. переводов под ред. чл.-корр. АН СССР А. П. Ершова. М.: ИТМиВТ АН СССР, 1974.

*Л. Л. Змиевская:*⁵¹

[Чуть воспоминаний...]

В моей трудовой жизни были работа и ситуация, о которых я никогда не смогу забыть. Все началось осенью 1959 года. Наш отдел программирования, возглавляемый Андреем Петровичем Ершовым, территориально размещался в Институте математики им. Стеклова АН СССР. Там нам было выделено несколько комнат, рядом с кабинетом С. Л. Соболева. В этом же здании на 1-ом этаже располагался Вычислительный центр, обслуживавший наряду с сотрудниками Стекловки и нас.

В отдел обратился заказчик, сейчас уж не помню кто, с просьбой найти обратную матрицу для заданной матрицы 436 порядка. Выбор пал на меня и Вадима Янкова.

⁵¹ Опубликовано в сб. «Становление новосибирской школы программирования (мозаика воспоминаний)». — Новосибирск: Ин-т систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН, 2001, с. 43–45.

Исходная матрица была «дырявой», как сито: очень много нулевых элементов. В поиске алгоритма мы с Вадимом остановились на алгоритме обращения матриц, предложенном в свое время Андреем Петровичем.

Первый этап — написание программы и ее отладка — занял не слишком много времени. На этом этапе работу вели я и Вадим Янков. Второй этап — подготовка данных — осуществляла уже я одна. Это была трудоемкая работа, долгая и нудная. Тогда я научилась и «читать» и править информацию на перфоленте: на месте с ошибкой недостающую дырочку пробивать, лишнюю — заклеивать. Главное — точно локализовать то место, куда следовало приложить руку в прямом смысле этого слова. Третий этап — собственно счет по отлаженной программе — начался где-то весной 1960 года.

В январе того же года я вышла замуж, и когда пришел месяц июль, я решила поехать в первый раз к родителям мужа. Им не терпелось со мной познакомиться.

Андрей Петрович в это время был в отъезде. С разрешения того, кто его замещал по отделу (кажется, Гены Кожухина), я с чистой совестью уехала отдыхать. К тому времени было сделано несколько десятков «шагов» по пути приближения к желанной обратной матрице.

В положенное время я появилась на работе. И тут грянул гром! Андрей Петрович узнав, что матрица все еще не обращена, что вместо того, чтобы в поте лица трудиться, я разъезжаю по гостям, он в первый (и слава Богу в последний!) раз в моей жизни, не повышая голоса (но металл в голосе был явно!), сделал строгий выговор за то, что личные интересы я поставила выше производственных! И это несмотря на симпатию, которую я всегда чувствовала по отношению к себе. Слезы градом покатались из моих глаз! Извинившись, я убежала, умылась, успокоилась и, вернувшись, пообещала приложить все силы, чтобы как можно скорее закончить обращение злополучной матрицы.

Счет шел на отечественной машине БЭСМ-2. Хотя она для того времени и была на высоте, но ее быстродействия и надежности для решения больших задач было, конечно же, недостаточно. Времени просили много. Его давали, но как правило ночью. Благо, жили мы тогда уже в Черемушках, до работы пешком минут 15–20. Время в стране было спокойное. Так что и прийти на работу и уйти домой ночью было не проблема. Любо-дорого вспоминать: сидишь за пультом ночью одна в огромном зале, магнитные ленты крутятся, лампочки тебе подмигивают. В комнате рядом с машинным залом дежурные инженеры. Они развлекают себя игрой или просто спят. Когда машина сбивается, не паникуешь, а пускаешь тесты и призываешь на помощь инженеров, часто показывая ту ячейку, которую надо заменить.

«Быстро сказка сказывается, да не скоро дело делается!»

В октябре я поняла, что в июне 1961 года стану мамой. Все наши уезжали в Академгородок с намерением заняться транслятором с Алгола 60, изучение которого началось еще в Москве на семинарах отдела. А я и Софья Давыдовна Тартаковская, определенная мне в помощники, оставались в Москве — заканчивать обращение надоевшей матрицы. Ничего нового и интересного в этой работе уже не осталось, надо было только добить, дожать до конца все 436 итераций.

В начале апреля 1961 года я ушла в декретный отпуск. К тому времени из 436 итераций были просчитаны более 410. Но «чем дальше в лес, тем больше дров»! Каждая следующая итерация давалась с большим трудом — машина сбивалась, и опять надо было повторять просчет. Не была готова БЭСМ-2 ни по памяти, ни по быстродействию для решения таких громоздких задач. Важно было иметь длительный период стабильной работы, без сбоев. Закрывать амбразуру собой пришлось одной Софье Давыдовне. В конце 1961 года, успешно завершив давно и не ею начатую работу, она наконец-то смогла уехать в Академгородок.

А я появилась в Академгородке с маленькой сынишкой весной 1962 года. Работа над Альфа-транслятором шла полным ходом. Но и для меня нашлось дело, чему я была несказанно рада. Конечно же, Андрей Петрович не допускал и мысли, что работа по

обращению той матрицы 436 порядка окажется такой продолжительной! Он думал, что еще пару месяцев, июль — август 1960 года, и результат будет достигнут. С такими мыслями он имел полное моральное право на тот тон и те слова!

Я на Андрея Петровича за давние горячие слезы не в обиде! Они помогли мне осознать, что, работая в коллективе, всегда надо помнить о чувстве долга и ответственности перед коллективом.

*С. С. Лавров:*⁵²

[Из воспоминаний]

Наше знакомство состоялось в период между опубликованием двух «Сообщений об Алголе» — безномерном, получившем позже наименование Алгол 58, и Алголе 60. Ершов — редактор обеих публикаций — был к тому времени известен как автор «программирующей программы» для БЭСМ (термины «транслятор» и более точный — «компилятор» тогда еще не были в ходу) и связанных с ней публикаций в Докладах АН СССР. Программирование в СССР велось в те годы почти исключительно в машинных кодах. Появление Алгола — уже в 1958 году достаточно хорошо продуманного языка — побудило меня к знакомству с Ершовым, работавшим в то время в Москве в помещении ИТМиВТ, где и я бывал еженедельно, занимаясь баллистическими расчетами на БЭСМ. Он охотно и подробно ввел меня в теорию и технологию написания трансляторов. В качестве одной из главных и трудных задач он назвал распределение памяти. Несколько самонадеянно я заметил, что, кажется, знаю, как решать эту задачу. Андрей Петрович сразу же посоветовал написать об этом. Так он подтолкнул меня к первой публикации на программистские темы (да и вообще — к первой открытой публикации). Правда, я быстро убедился как в ошибочности своих представлений о сложности этой задачи, так и в правоте А. П., указавшего на ее связь с задачей о минимальной раскраске графов.

Появление Алгола 60 окончательно укрепило мое желание заняться всерьез автоматизацией программирования. Но на мое предложение подключиться к работам, намеченным А. П. в отделе программирования, который он уже тогда возглавлял, он ответил вежливым отказом. Пришлось заняться этим в собственном отделе в ОКБ С. П. Королева. Уже после начала работ над усеченным Алголом 60 (А. П. снабжал меня вторыми экземплярами Алгол-бюллетеня, в котором тема сокращенного Алгола была весьма модной) я прикомандировал к его отделу для связи двух своих сотрудниц, лишившись в итоге обеих. Но эта потеря была с избытком компенсирована установившимся между нами научным и личным общением. Мы постоянно обменивались рукописями намеченных к публикации работ и не стеснялись во взаимной критике, хорошо понимая, что обеим сторонам она идет только на пользу, даже если критик заблуждается больше, чем критикуемый.

Почти все тенденции в развитии программного обеспечения компьютеров: уже упомянутые компиляторы для языков высокого уровня и складывающиеся вокруг них инструментальные комплексы, диалоговые системы, разделение времени, системы коллективного пользования, пакеты программ и системы управления ими, организация баз данных и т. п. были подмечены А. П. Ершовым на очень ранней стадии. Во всех этих направлениях в руководимом им отделе были начаты фундаментальные работы с ориентацией на практическое внедрение, а не только на теоретическое осмысление и исследование. Один только заголовок «Персональная ЭВМ — предок млекопитающих в динозавровом мире ВЦКП» дорого стоит! Правда, оценив роль самих персональных компьютеров, даже он не смог предвидеть бума, ныне возникшего вокруг них в обществе

⁵² Первый фрагмент воспоминаний С. С. Лаврова написан специально для данного сборника, второй — публикуется по журналу «Программирование», 1990, № 1, с. 116–117.

и приведшего к тому, что современная информатика до крайности замусорена освоением и пропагандой «новых информационных технологий». Если он имел основания смотреть на программирование как на «вторую грамотность», то про информатику в нынешнем понимании этого уже не скажешь. Недаром термин «информатика» вызвал у него серьезные сомнения и раздумья (статья «О предмете информатики»).

Попытка А. П. влить свежую струю в школьное образование особого успеха не принесла. Виной тому не только замшелость минпросовской среды и неудача с подбором помощников и соавторов, но также, надо признать, переоценка роли языкового программирования в школьном образовании. Впрочем, школа — это опасная почва для деятельности крупных ученых. Можно вспомнить наудачу гениального математика А. Н. Колмогорова в сходной попытке.

Я только отмечу блестящую роль А. П. в организации своего отдела, в привлечении в него одаренной молодежи и создании условий для быстрого роста этих сотрудников. Подробнее об этом должны рассказать сотрудники отдела — ныне Института систем информатики, более чем заслуженно носящего его имя. Талант организатора проявился и в том, что Ершов стал лидером программистского сообщества в стране с момента его становления. Целый ряд его научно-публицистических выступлений вызвал широчайший отклик не только в нашей стране, но и во всем программистском мире. Естественно, что он был членом многих международных сообществ и организаций — официальным представителем СССР. Я благодарен ему за то, что он привлек меня к участию в Рабочей группе IFIP по Алголу в годы бурных дискуссий вокруг проекта языка Algol X, ставшего в конце концов Алголом 68. Незабываемы совместные заграничные поездки, беседы и прогулки по Лондону, Эдинбургу (где успешно завершились наши поиски могилы Герцена) и другим местам в Великобритании (именно там председатель упомянутой Рабочей Группы обычно проводил ее заседания). Не стану перечислять исторические места, вроде Тауэра, где мы побывали. Но запомнился почти случайный выход с платформы вокзала Ватерлоо на смотровую площадку на берегу Темзы — не только вид с нее, но и тщательно сохраненный оттиск деревянной опалубки на бетоне. Мы оба отметили: казалось бы пустяк, но как удивительно меняется вид этой обычно унылой поверхности.

Научные достижения А. П. Ершова значительны и несомненны. Особое место в их ряду занимают смешанные вычисления (его термин), объектом которых наряду с данными в узком смысле (ну, если не в узком, то в том, который принят в языках программирования) становятся программы и фрагменты программ, обрабатывающих такие данные. Цель — повысить эффективность обработки, избавиться от фрагментов, ставших уже ненужными, и реорганизовать нужные — во многих случаях успешно достигается. Правда, высокая производительность современных компьютеров побуждает массовых пользователей не обращать внимания на малую эффективность используемого программного обеспечения — вещь, в эпоху А. П. почти невозможная.

Кем был Андрей Петрович Ершов? Ответить на этот вопрос мне нелегко, несмотря на то, что знакомы мы были без малого 30 лет, довольно часто встречались, бывали друг у друга в гостях, стремились сидеть рядом на собраниях Академии наук.

Был ли он теоретиком? Несомненно — да, хотя я знаю немало людей и более эрудированных и получивших в теоретических изысканиях более глубокие результаты.

Был ли он программистом? Тоже — да, при том, что за последние 15–20 лет (пусть меня поправят его ближайšie сотрудники) он не написал сам ни одной значительной программы.

Был ли он педагогом? Да, и при том одаренным. Он умел блестяще донести свои мысли до слушателей и увлечь их не только содержанием, но и способом изложения. Из его окружения вышло множество ярких специалистов. Однако им не был написан ни один систематический учебник.

Был ли он администратором? И на этот вопрос надо ответить — да, хотя он и не рвался к высоким административным постам. Его детище — Отдел программирования ВЦ СО АН СССР — быстро стал не только признанным (и у нас в стране, и за рубежом) программистским центром, но и центром притяжения для очень многих общественных программистских мероприятий. А. П. Ершову принадлежала идея создания Новосибирского филиала ИТМиВТ и, как было ему свойственно, эту идею он блестяще довел до конца. Возглавляемая им комиссия по системному программированию Координационного комитета АН СССР по вычислительной технике интенсивно и содержательно работала все годы, пока Андрей Петрович был в силах ею руководить. Нельзя не упомянуть два крупнейших (не по численности, а по значению) международных мероприятия — Ургенчский симпозиум «Алгоритмы в современной математике и ее приложениях», организованный А. П. Ершовым совместно с Д. Кнутом, и конференцию «Частичные и смешанные вычисления», проведенную им вместе с Д. Бюрнером в Дании. Последняя, увы, стала лебединой песней Андрея Петровича. Так кто же он такой? Как-то на одном из его докладов мой сосед (кто именно — не могу вспомнить) заметил: «Удивительно, у Андрея Петровича, кажется, негромкий голос, но всем все слышно». Пожалуй, эти слова допускают не только буквальную интерпретацию. Андрей Петрович был лидером отечественного программирования. Любое его начинание, каким бы скромным оно ни казалось вначале, неизменно привлекало внимание, приводило в движение широкие круги программистов. И хотя в каждой конкретной сфере деятельности у него могли быть и были реальные соперники, эту его позицию лидера признавали все. Сможет ли кто-нибудь занять ее в ближайшие годы — не знаю.

*Э. З. Любимский:*⁵³

Дела Андрея Петровича Ершова, его замыслы и свершения, его проекты и программы еще не стали историей программирования. Они существуют в настоящем, мы сталкиваемся с ними в нашей повседневной жизни. Не настало еще время для спокойного систематического анализа вклада А. П. Ершова в советское программирование. Но все-таки контуры и масштабы его деятельности сейчас видны более отчетливо.

Андрей Петрович Ершов — это ученый-организатор. И если обычно в этом словосочетании акцент делается на второе слово, то в данном случае трудно решить, чему отдать предпочтение.

Прежде всего, Андрей Петрович — профессиональный программист, ученик Алексея Андреевича Ляпунова, память о котором он свято чтит до конца своих дней. Как и многие ученые, вступившие в программирование, когда оно только еще зарождалось, А. П. Ершов был программистом-универсалом. Он занимался и системами программирования, и операционными, и прикладными системами.

Достаточно вспомнить одну из первых в стране (и в мире) программирующих программ — ПП БЭСМ, систему программирования с расширенного Алгола — АЛЬФА, систему построения трансляторов — БЕТА, систему коллективного пользования АИСТ, систему автоматизации редакционной деятельности — РУБИН. Все это были крупные пионерские проекты, возглавляемые А. П. Ершовым. Каждый из них приносил в программирование новые методы, новое понимание, играл свою роль в формировании отечественной науки.

Тягой к систематизации и теоретическим обобщениям — необходимым качеством ученого — Андрей Петрович обладал в полной мере. Еще в своей кандидатской диссертации он построил формальную алгоритмическую модель вычислителя (первую из известных мне), и в дальнейшем он и его ученики продолжали конструирование и

⁵³ Опубликовано в журнале «Программирование», 1990, № 1, с. 117–120.

исследование подобных моделей. Много интересных теоретических результатов получилось и в процессе практического изобретения первых трансляторов. Это были первые шаги нашего теоретического программирования. Что же касается смешанных вычислений, то эта фундаментальная теория еще долго будет служить основой для многих приложений и, наверное, не только в задачах трансляции.

Совершенно уникальна роль Андрея Петровича в установлении международных связей нашего программирования. Без него, без его такта, общительности, широкой научной и культурной эрудиции мы не имели бы и половины тех связей и контактов, которые имеем сейчас. Это началось очень давно. Как только Андрей Петрович переехал в Новосибирск, он стал завязывать широкие научные связи. Я помню, как часто ведущие западные программисты выступали с лекциями в Москве проездом в Новосибирск, к Ершову. Один из них писал в те годы в журнале «Datamation», что, по его мнению, Ершова надо присылать в США наряду с ансамблем Моисеева. О том, как непроста была эта роль и как справлялся с ней Ершов, свидетельствует, например, такой случай.

Устроители одной из конференций АСМ пригласили его выступить перед открытием. Это было почетное приглашение, однако предложенная тема не могла не вызвать сомнений у представителя советской науки: «Программирование в развивающихся странах». Гордо отказаться или покорно согласиться? А оказалось, что можно гордо согласиться. Андрей Петрович ответил, что с благодарностью принимает приглашение и выступит с сообщением на тему: «Человеческий фактор в программировании». И мы все потом читали это блестящее эссе. Без А. П. Ершова и нас бы знали меньше, и мы бы знали меньше о программировании за рубежом.

Андрей Петрович проделал поистине огромную научно-организационную работу, особенно в последние полтора десятилетия, по формированию той области знания и деятельности, которая теперь называется информатикой. Это не были случайные контакты и инициативы. Это было планомерное и систематическое развитие всех компонент новой отрасли:

Развитие внутренних связей, осознание профессионального единства, общности целей и места в обществе программистов. Вряд ли мы когда-нибудь подсчитаем, сколько конференций, семинаров, школ было проведено Ершовым, сколько было выпущено сборников, организовано проектов, комиссий, рабочих групп с участием программистов из разных регионов.

Развитие связей между научными, академическими и промышленными, отраслевыми программистами. Это были не только совместные комиссии и совещания. Это было и непосредственное руководство научно-прикладными проектами, требующими совместных усилий системных и прикладных программистов.

Популяризация и обучение. Здесь личное и конкретное участие Андрея Петровича известно всем. Достаточно только упомянуть школьную информатику, компьютерную грамотность, журнал «Микропроцессорные средства и системы».

Наконец, активная пропаганда идеи информатизации общества, участие в постановке социальных, экономических, правовых, философских вопросов информатизации, участие в разработке академических и государственных программ.

Любой историк новой научно-технической революции, связанной с информатизацией, которая несмотря ни на что все-таки происходит в нашем обществе, должен будет отдать дань Андрею Петровичу Ершову как одному из ее родоначальников и самых активных деятелей.

Практически это выглядело как непрерывный поток встреч, разговоров, совещаний, переписки, телефонных звонков. В последние 5–6 лет я принимал участие в одном из крупных проектов, которым руководил А. П. Ершов, и нам довольно часто приходилось встречаться. Подразумевалось, что я могу обращаться к нему в любое время, когда мне это понадобится. Однако такая привилегия оказалась довольно сомнительной. Дело в том, что этого «любого» времени у Ершова просто не было. Ни днем, ни вечером, ни в перерывах конференций, ни в гостинице, ни в санатории. Все было расписано по минутам. Как-то я приехал его навестить в Узкое. Он обрадовался: «Сейчас я закончу с

товарищами, и мы с тобой поговорим по душам». А пока он заканчивал, пришел кто-то еще, и снова незнакомый. И звонит телефон. И разговор «по душам» происходит на скорую руку в коридоре <...>.

Мы с Ершовым учились в одной группе в Московском университете. Из моих студенческих воспоминаний приведу, пожалуй, вот эти два. Во-первых, как однажды я увидел у Андрея картонную коробку с карточками. Оказалось, что он ведет картотеку прочитанных статей по вычислительной технике. И карточек было уже довольно много. Во что выросла эта картотека, знает каждый, кто побывал в огромной библиотеке А. П. Ершова в ВЦ СО АН, в которую крупнейшие зарубежные научные центры регулярно присылали свои оперативные отчеты. Во-вторых, на пятом курсе на одном из вечеров он так проникновенно спел лермонтовскую «Русалку», что мне достаточно закрыть глаза, и я слышу ее сейчас.

А лет пять тому назад в Дубне было какое-то совещание, и мы условились поехать вместе, чтобы поговорить о делах. Но вместо этого Андрей всю дорогу показывал мне свои стихи. Это были не просто рифмы, это были хорошие стихи. Мне очень понравился перевод стихотворения Киплинга «Если» <...>.

Из моих впечатлений об А. П. Ершове последних лет главное — это самозабвенный труд и мужество. Он продолжал работать и проводить многочисленные деловые встречи даже в больнице, понимая что с ним происходит, но абсолютно не желая с этим считаться. А после одного из обследований, давших оптимистический результат, он сказал мне (тогда в санатории, в коридоре): «Ну вот, теперь опять можно планировать не недели, а годы». В конечном счете, каждый из нас сам выбирает и творит свою судьбу. Андрей выбрал свою и исчерпал ее до дна. Когда-то он высказал очень интересную мысль о евангельски триедином отношении программиста к создаваемой им программе. Он ее творец, он носитель ее духа, идеи и он же, в определенном смысле, приносит себя ей в жертву. Вот так же соотносятся Андрей Петрович Ершов и наша отечественная информатика.

И. С. Ковальский

Дело жизни — информатика
[Фрагменты воспоминаний об А. П. Ершове]

Академик А. П. Ершов был хорошо известен в стране и за рубежом как создатель и признанный глава Новосибирской школы информатики. Большое значение имела и имеет его деятельность по организации преподавания информатики в школе. Судьба распорядилась так, что мне — журналисту по профессии и редактору-консультанту Центрального телевидения по должности, довелось в течение ряда лет находиться с Андреем Петровичем в теснейшем контакте. Именно это обстоятельство дает мне моральное право поделиться с читателями своими воспоминаниями о нем.

Воспоминания возвращают меня в 1985 г. Вскоре после принятия известного постановления о введении в школах страны нового предмета «Основы информатики и вычислительной техники» я оказался в кабинете главного редактора. «Необходимо сегодня же приступить к подготовке телевизионного варианта школьного курса "Основы информатики" с участием академика А. П. Ершова».

Предложение необычное. Выступления академиков на телевизионном экране — дело не такое уж редкое, а вот так: академик — ведущий целого сериала, с этим не приходилось еще иметь дела.

Начинаю собирать информацию, телефоны. Наталкиваюсь на записи самого ученого:
«...Я имею дело с ЭВМ с 1952 г. и рос среди них, как когда-то сельские дети росли среди лошадей и прочей живности. Прошло время, и инстинктивный рост вместе с разви

Опубликовано в журнале «Вычислительная техника и её применение», 1989, № 10, с. 36–42.

тием ЭВМ сменился поисками профессионального самоопределения. В течение последнего десятилетия эти поиски выразились в виде работ и выступлений на научных собраниях по вопросам взаимодействия человека с ЭВМ, человеческого фактора в программировании, места ЭВМ в развитии человеческого общества».

Сказано более чем скромно. Позже, приступив к работе с Андреем Петровичем, я имел возможность не раз убеждаться в его природной скромности и открытости.

Итак, зима 1985 г., Новосибирск, Академгородок... Съёмочная группа размещается в единственной и в своем роде неповторимой гостинице Академгородка — «Золотой долине». Неповторимой в том смысле, что здесь, может быть, как нигде более в Союзе, одновременно собираются крупнейшие ученые со всего света. И вот мы, «телевизионщики», как нас любовно называл Андрей Петрович, в «Золотой долине». Первая очная встреча назначена на следующий день в рабочем кабинете академика.

Дорога от гостиницы к Вычислительному центру Сибирского отделения АН СССР, где в отделе информатики долгие годы работал А. П. Ершов, более чем романтична. Дремучий сосновый бор, извилистая тропинка и ручные белки. Такие дороги запоминаются надолго. Эту дорогу прекрасно знают не только взрослые жители Академгородка, но и дети. Говорят, что самое «жестокое» наказание для ребенка, живущего здесь, — это когда папа в воскресенье не берет его с собой в Вычислительный центр «поиграть» с компьютером. Это своего рода высшая мера наказания.

Кабинет заведующего отделом подстать своему хозяину выглядит на редкость скромно. Никаких изысков, а тем более полированных столов, мягких кресел. Только книжные полки, книги, папки, сувениры, подаренные академику в разных странах мира, и единственный портрет. Это портрет его любимого учителя, пионера отечественной кибернетики Алексея Андреевича Ляпунова.

Андрей Петрович исключительно вежлив и предупредителен. «Я все понял. Учиться делать учебные передачи по информатике будем вместе. Завтра к 19.00 буду готов к работе».

Так началась наша совместная работа над телевизионным вариантом курса основ информатики и вычислительной техники для учащихся средней школы.

В конце 1985 года Андрей Петрович писал:

«Подготовка цикла передач для телевидения оказалась делом, новым для всех. Правда, ощущение неизведанности способствовало быстрому сплочению нашего небольшого творческого коллектива... Дополнительной проблемой оказалась противоречивость требований к организации, постановке и съемке 30-минутных уроков. Трудно сказать, в какой мере эти противоречия удалось примирить друг с другом, но после длительных споров и обсуждений сложился некоторый продуктивный подход... Мы старались избегать "дрессировки" с помощью многократных репетиций, предпочитая менее причесанный, но зато живой и взаимный разговор учеников во время решения задачи. Допущенные ошибки не вырезались из кадра, а подвергались обсуждению с тем, чтобы научить наших зрителей не допускать их в будущем.

Такой импровизированный подход к построению учебных передач потребовал большой и кропотливой работы. Здесь нам очень помогли энтузиазм, живой интерес и изрядная доза терпения дружной команды 9-го "В" класса 166-й школы Советского района Новосибирска, с которой мы отсняли ряд передач. Несмотря на все трудности и недостаток опыта, работа над учебными программами представляет большой научно-методический интерес.

Информатика еще слишком близка к периоду становления и не настолько "отстоялась", чтобы можно было без больших усилий отфильтровать из ее научного багажа зерна вечных истин, — одновременно глубоких, кратких и в то же время доступных для восприятия молодым умом. Не могу сказать, что мы уже нашли эти формулировки, но работа над серией учебных передач по информатике даст таким поискам мощный стимул».

Эти строчки взяты из статьи академика, опубликованной в 1985 г. в газете «Наука в Сибири», т. е. в конце первого полугодия преподавания нового предмета. Поэтому все,

включая учебное телевидение, оказались в одинаковом положении: школа впервые приступила к изучению основ информатики, а телевидение впервые училось тому, как учить этому предмету и как показывать его.

К своей работе на телевидении Андрей Петрович относился серьезно, не раз и не два перепроверяя свои записи <...>.

В моей записной книжке сохранились записи некоторых мыслей ученого, произнесенных им в период нашего творческого содружества.

«Получасовая передача не может вместить систематического изложения всего курса, она не может заменить урок учителя, она не может заменить учебник. Она должна помочь усвоению курса, используя весь арсенал возможностей телевидения».

«Учебная телепередача, проведенная автором учебника,— это ноты, а учитель — исполнитель. И исполнитель должен быть квалифицирован в том смысле, что он должен уметь добросовестно и убедительно провести свою "партию"».

«Учитель — это тот же спутник ученого. Разница в одном: ученый добывает истину, а учитель ее воспринимает и несет в умы школьников. Они идут рядом».

Съемки телевизионного варианта основ информатики подходили к концу. Все остальные встречи происходили уже в Москве, а одна из них за пределами страны. Вот о ней-то можно рассказать поподробней.

Жаркий июль 1988 года. Руководство Гостелерадио СССР командирует меня в Венгерскую Народную Республику для участия в Международном конгрессе по обучению математике с использованием средств кино и телевидения.

Аэропорт Будапешта. Объявление по радио на чистом русском языке, и я «в объятиях» приставленного ко мне на время конгресса переводчика. Процедура аккредитации занимает всего несколько минут. Тут же узнаю, ожидается ли участие в работе конгресса академика Ершова из СССР. «Один момент»,— отвечает любезная девушка и нажимает клавишу стоящего перед ней персонального компьютера. Принтер печатает мне письменный ответ: гостиница «Фламенко», номер телефона, номер комнаты, дата приезда в Будапешт...

Утром следующего дня набираю номер телефона единственного знакомого мне в ВНР человека. Слышу знакомый голос: «Ершов лисн ю». Я рад безумно, за два года систематических телефонных переговоров «Москва — Новосибирск» Андрей Петрович научился узнавать мой голос с первых интонаций. Но то было дома, а здесь... Набираюсь смелости и в ответ на прекрасный английский говорю на не менее чистом русском: «Андрей Петрович, будьте проще. Это Илья Семенович...». Однако представляться не следовало, я сразу опознан. «Жду Вас завтра на пленарном заседании. Сегодня работаю допоздна, готовлюсь к докладу, но завтра очень прошу Вас...»

К 9.00 я у входа в зал конгрессов. Люди, собравшиеся здесь, говорят практически на всех языках мира. Не слышу только родного. «Но ничего,— думаю я про себя,— реванш впереди. Сегодняшнего докладчика, пожалуй, один я пойму без посторонней помощи». Большая толпа образовалась в фойе — участники конгресса добывают наушники для синхронного перевода. Я гордо прохожу мимо и направляюсь в первый ряд.

В президиуме рядом с ведущим или председательствующим из США — академик Андрей Петрович Ершов. Он видит меня и дружески улыбается. Ведущий, открывая пленарное заседание, представляет собравшимся ученого из Советского Союза. Зал взрывается аплодисментами — имя Андрея Петровича знакомо специалистам всего мира. К трибуне подходит академик Ершов и, к моему великому удивлению, начинает: «Леди энд джентльмен...» И дальше — на чисто английском. (Тут бы следовало заметить, что мои познания этого международного языка общения ограничиваются программой десятилетки да еще вуза. Ну а что это такое у нас в стране, знают многие).

Только тут я понял всю смехотворность своего положения: наушники для синхронного перевода надо было все-таки взять...

После окончания заседания Андрей Петрович подходит ко мне и задает вполне естественный вопрос: «Ну, как?». Мне ничего не оставалось — я солгал, высказав вполне определенное свое восхищение докладом. Договорились о встрече на следующий день.

Итак, следующий день, который волею судеб стал последним в нашем трехлетнем творческом содружестве. Мы гуляем по Будапешту. Андрей Петрович весел. Ни единым словом, ни намеком не касается темы здоровья (о тяжелой болезни Андрея Петровича я знал давно).

Город этот Андрей Петрович знает прекрасно. Мы бродим по улицам и площадям, заходим в книжный магазин. Книги — одна из его «слабостей». В магазине я теряю своего попутчика как минимум на час и встречаю его на выходе в состоянии полного счастья. Куплены редкие издания книг и грампластинки. А тут еще «нечаянная радость» — прямо напротив книжного магазина идет бойкая торговля вареной кукурузой. Андрей Петрович по-мальчишески прыгает от радости. Чуть позже я узнаю, что сам вид, но особенно запах сваренного кукурузного початка возвращает его в детство — прекрасное, беззаботное время ныне уставшего от непомерных нагрузок ученого.

Остаток дня прошел в разговорах о ближайших планах. Андрей Петрович смотрел в будущее уверенно.

«Мечтаю следующим летом отправиться в путешествие по Дунаю, и обязательно с женой. Как-то так получилось, что за всю совместную жизнь нам ни разу не удалось толком отдохнуть вместе: то работа, то бесконечные командировки, потом внуки...»

Перевожу разговор в несколько другое русло. «Коль скоро Вы заговорили о будущем,— говорю я,— давайте попробуем заглянуть в это будущее — каким Вы себе представляете кабинет информатики двухтысячного года и урок в нем?» Ответ был таким: «Ну, я бы свою мечту выразил в несколько парадоксальной форме. Я мечтаю о том, чтобы в двухтысячном году или в какое-то подходящее время кабинет информатики как понятие перестал бы существовать, а ЭВМ была бы такой же естественной принадлежностью каждой парты, как сейчас, скажем, скамейка, розетка, мел, доска... Полное внедрение. И в связи с этим — исключение всякой специфики и своеобразия в использовании вычислительной техники».

И снова разговоры о ближайших планах. Одна из общественных организаций, зная о нашем тесном сотрудничестве, обратилась ко мне с предложением подготовить серию видеороликов под условным названием «Компьютер для всех». Причем инициатива исходила от наших зарубежных партнеров, которые уже давно хотели иметь такой сериал с участием академика Ершова <...>.

Андрей Петрович к предложению отнесся с большим интересом, обещал все обдумать и назвать сроки начала работ. На этом мы и простились. Как выяснилось чуть позже, простились навсегда...

В заключение приведу выдержку из рассказа Андрея Петровича о своем учителе А. А. Ляпунове.

«Роль Алексея Андреевича Ляпунова в науке можно охарактеризовать очень просто. Он один из основателей советской школы информатики и кибернетики. Я горжусь тем, что мне довелось быть докладчиком на заседании первого в Советском Союзе семинара по кибернетике, на котором я рассказал о машинном моделировании условных рефлексов. Надо сказать, что тематика этого доклада очень выразительным способом сфокусировала в себе совокупность разнообразных интересов Алексея Андреевича. Он был создателем советской школы теоретического программирования, через которую прошли, по существу, все ученые, заложившие основы этой науки. Влияние Ляпунова на науку и ученых было связано с его широкими интересами и глубокими познаниями во многих науках, оно объяснялось также и его личными качествами. При этом я имею в виду не только его гражданскую позицию как ученого, очень горячего, принципиального патриота и просто мужественного человека, но и его очень высокую демократичность, интеллигентность, не говоря уже о личном обаянии».

Пройдет время, и один, а может, и не один из многих учеников академика Андрея Петровича Ершова такими же или похожими словами охарактеризуют вклад своего учителя в отечественную и мировую науку.

Комментарии к публикуемым архивным материалам

Два года назад в нашем Институте, при финансовой поддержке Microsoft Research, началась работа с архивом академика Ершова. Как человек необычайно организованный и систематический, за все годы своей работы Андрей Петрович, по-видимому, не выбросил в мусорную корзину ни одной деловой бумаги. А если вспомнить, что он стоял у истоков отечественного программирования, принимал участие в самых ярких событиях профессиональной жизни программистов как в нашей стране, так и за рубежом, а среди его корреспондентов были, без преувеличения, все самые известные ученые и практики, то станет ясно, насколько интересным является это собрание документов. В архиве сохранились черновики всех статей Ершова, обширнейшая переписка, даже билеты в театры или на концерты, квитанции, багажные бирки и т. п. Из года в год Андрей Петрович собирал и складывал в папки повестки заседаний Ученого совета ВЦ, служебные записки, просто заметки. Все эти документы дают уникальную картину жизни советских ученых 60-х — 80-х годов прошлого столетия.

Трудно даже просто перечислить все уникальные документы, обнаруженные в ходе знакомства с архивом. Здесь мы решили опубликовать несколько документов, выбранных достаточно произвольно, но в то же время ярко характеризующих как личность Андрея Петровича, так и время, в которое ему довелось жить и работать. Все материалы из архива публикуются впервые.

Нам представляется уместным дать краткий комментарий к каждой публикации.

Докладная

Копия этой докладной лежала в папке с документами, посвященными истории создания Альфа-транслятора. Это был первый большой проект Лаборатории программирования, которую возглавлял А. П. Ершов.

Г. И. Кожухин (1932–1972) — талантливый программист, ученик и соратник А. П. Ершова, к сожалению, очень рано ушедший из жизни.

Год назад, увидев эту докладную, Игорь Васильевич Поттосин вспомнил, что они действительно получили по 50 руб. премии, что в 1965 г. было вполне приличной суммой.

Беседа с М. А. Лавреньевым.

Черновик этой беседы записан рукой самого А. П. Ершова. По воспоминаниям коллег, Андрей Петрович умел писать удивительно быстро, почти стенографически. Место, где проводилось интервью, к сожалению, установить не удалось.

Из материалов симпозиума в Ургенче

А. П. Ершов и Д. Кнут вместе проделали огромную работу по организации этого симпозиума. Публикуемое предисловие к Трудам симпозиума раскрывает «кухню» этой работы. Не менее интересен еще один документ — Памятка организаторам. Собственноручно написанная А. П. Ершовым для организаторов — коллег из Академии наук Узбекской ССР — эта памятка любопытна как живой документ ушедшей эпохи, когда ученому, члену-корреспонденту АН СССР, приходилось заниматься такими бытовыми мелочами, как изготовление нагрудных знаков для участников конференции или организация кофейных перерывов.

Из переписки А. П. Ершова

Выбор этих писем отчасти случаен, но каждое из них раскрывает одну из граней личности Андрея Петровича.

Письмо академика Александрова связано с событиями в НГУ.

Разносторонняя и многогранная личность Андрея Петровича встает за строками его письма академику Лихачеву.

Переписка с хабаровскими школьниками относится к последнему периоду жизни А. П. Ершова. В 1985 г. он перенес тяжелейшую операцию, с трудом восстанавливался после нее, был очень загружен, но нашел время и силы написать подробный и какой-то очень дружеский ответ на их письмо.

10 октября 2002 г.

Из архива А. П. Ершова

А. П. Ершов — Г. И. Марчуку
6 января 1965

Директору ВЦ СО АН СССР
чл.-корр. АН СССР Г. И. Марчуку
от зав. отделом А. П. Ершова

Докладная

На днях Г. И. Кожухин и И. В. Поттосин придумали способ введения контроля барабанов в АЛЬФА-транслятор. Этот способ, при реализации которого авторы проявили большую изобретательность и искусство, позволяет понизить уровень требований к техническому состоянию машины и дает большой выигрыш машинного времени.

В связи с этим, за проявленную изобретательность, быстроту внедрения и большую экономию машинного времени, прошу премировать Г. И. Кожухина и И. В. Поттосина по 50 р. каждого.

*А. Ершов
6.01.65*

Первые годы развития советской вычислительной техники

[Беседа А. П. Ершова с М. А. Лаврентьевым 26 октября 1967 года]

Это было не просто развитие. Это была борьба.

В 1947 году состоялась юбилейная сессия Академии наук в честь 30-летия советской власти. На этой сессии мне было поручено сделать доклад о советской математике за 30 лет. В конце своего доклада я говорил о вычислительной математике и, в частности, сказал, что нам надо быстрее развивать вычислительные средства. Мы в этом деле отстаем от Запада.

Однако, принимать решения о развитии вычислительной техники, особенно — цифровой, было нелегко. В то время все приборостроение было в руках Паршина. Это был своеобразный человек. Мое первое знакомство с ним относится к военному времени. В Математическом институте был комплекс счетно-аналитических машин — табулятор, сортировка и т. п. Работали они плохо, потому что не было хороших механиков. Стали подыскивать людей, но видим, что они все в разгоне: кто в Пензе, кто еще где-то. А сделано было это по приказу Паршина. Ну, мы с Иваном Матвеевичем⁵⁴ собрались к нему, чтобы

⁵⁴ И. М. Виноградов.

этих людей нам передать. Он сразу: «Зачем это вам?» Мы напираем, что у нас есть важный заказ от ГАУ⁵⁵ по баллистике. Он тут же снимает трубку, звонит начальнику ГАУ: в то время ... был начальником. «Привет! — говорит. — Тут у меня академики сидят. Чего это они тебе считают?» Отношение его к нашим потребностям было скептическим. «Вот,— говорит он,— когда мне надо было решить задачу, я взял 500 студентов, посадил их, дал каждому формулы, и все сделали в два дня. А вы говорите — машины.» Вот на таком уровне сначала решались все вопросы.

Другим трудным моментом была борьба со специалистами по электронным интеграторам и дифференциальным анализаторам. Специалистами по этому делу были академик Бруевич, Кобринский и Гутенмахер. Ну, они сначала цифровую технику не признавали. Вот, говорят, электроинтеграторы и дифференциальные анализаторы сделают вам все задачи и, прежде всего, самые сложные дифференциальные уравнения. Бруевич был первым директором Института точной механики. Паршин им дал рабочие площади на территории 2-го часового завода.

Ну, время идет. Вскоре после доклада стали эти вопросы обсуждаться на высоком уровне. И сразу — борьба между цифровой и аналоговой техникой. Бруевич, Кобринский, Паршин — за аналоговую, а Келдыш, Панов и я — за цифровую. Они никак не сдавали своих позиций. Когда было одно из решающих совещаний, они надеялись привлечь на свою сторону Канторовича. Его вызвали из Ленинграда, оплатили ему проезд. Он опоздал и пришел на совещание, когда дискуссия была уже в разгаре. Он был свеж, и как развивалась дискуссия, не знал. Они с надеждой его спрашивают, а он сходу — конечно, цифровая техника. Ну, был конфуз для них большой.

В общем, приняли решение делать два типа машин — аналоговые и цифровые.

Издали специальное постановление Совмина. Усилили ИТМ⁵⁶. Добавили 200 ставок к 120 имевшимся, постановили строить новое здание. Сделали меня директором. Лебедеву квартиру не дали. Бруевич остался в институте заведовать отделом.

В это время работы по дискретным вычислительным машинам уже были начаты в СССР — на Украине, у Лебедева. Он в это время был директором Энергетического института. Мы с ним были, когда я жил на Украине, соседями по площадке. Я в то время был директором Математического института и уже начал заниматься взрывом. А он заинтересовался цифровой электронной вычислительной техникой. Ну, а размещать все это было негде. Вот тогда-то мы и решили с ним обосноваться в Феофании. Там когда-то был монастырь и монастырская гостиница. После революции монахов выгнали, а в гостинице сделали сумасшедший дом. Когда пришли немцы, они сумасшедший дом с его обитателями сожгли. Так и стояла коробка со времени войны. Мы с Лебедевым на паях ее отремонтировали и начали свои дела. Там и была сделана первая в СССР электронная счетная машина, МЭСМ.

Ну, так вот, начал я директорствовать в Москве. Обстановка была сложная. Все враги остались, за каждым шагом следили и докладывали. Я сделал такой опыт. Написал приказ: академику Бруевичу за нарушение трудовой дисциплины, за опоздание на работу объявить выговор. Отдал секретарше напечатать и говорю «никому не показывать, я еще подумаю». Наутро мне звонит Сергей Иванович Вавилов: «Голубчик, да разве можно так? Что же это вы академику выговор выносите?» Ну, на следующий день я с секретаршей уже расстался. Однако обстановка сохранилась. Шпионили и пакостили по-прежнему.

Правда, нашел я к ним ключ. У меня был ученым секретарем Карпов, я его привез с собой из Киева. Он и подсказал, что делать. Посмотрели мы планы работ Кобринского. Рапортует — все хорошо, все успешно, а когда посмотрели отчеты и планы за несколько лет подряд — видим из года в год одно и то же, сделанные вещи вписываются в новый план. Ну, это сразу обсудили и за срыв планов, за очковтирательство увольняем с работы. Он в районный суд обжаловал — суд восстановил. Дошло дело до городского. Бруевич надел все свои регалии, пришел в горсуд, суд восстановил. Пришлось заниматься Верховному суду

⁵⁵ ГАУ — Главное артиллерийское управление.

⁵⁶ Имеется в виду Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР.

РСФСР. Бруевич снова надел свои регалии, пришел в суд, и суд опять восстановил. Однако, когда делом занялся Верховный суд СССР, то там все регалии уже не помогли, и решение директора оставили в силе. Ну, а вскоре и Бруевич ушел.

Стало полегче, однако дело двигалось плохо. Тормозили и мешали по-всякому и многие. Новое здание. Оно было жизненно необходимо. Рядом институт Бардину строили — он вице-президент — там стройка кипит. А у нас никакого прогресса. Срок строительства был год, но было очевидно, что и через год мы ничего не будем иметь.

Тогда я взял и написал письмо в ЦК, Хрущеву. О вычислительной технике он кое-что уже знал. Показывали ему, военным, Гречко, там еще — на Украине, в Феофании. В письме было сказано, что если хотите иметь вычислительную технику, то надо выполнить 6 пунктов. Там среди прочего было: 1) оклады, 2) 200 ставок, 3) жилье — 15 квартир, 4) здание не за год, а за 6 месяцев, 5) Лебедева немедленно в Москву (там у него МЭСМ уже задышала) и что-то там еще.

Через некоторое время вызывают меня в Госплан. Там я вижу свое письмо. Все, кто имел отношение к поднимаемым вопросам, отказали: Вавилов, Министерство финансов, Паршин — словом, все. Но как заключение — резолюция Булганина, которая требует обеспечить все, что надо.

Ну, после этого начали меня протупывать. Помню уже в 12 часов ночи звонок. Звонит Лоскутов, помощник Паршина (он сейчас в Госплане работает, вычислительной техникой занимается), говорит, что Паршин беседовать будет. Я жду у телефона — никого нет. Я кладу трубку, ложусь спать. Вдруг опять звонок. Паршин не то что поговорить, приглашает прямо сейчас к нему на дачу, через несколько минут. Я одеваюсь, жена в панике: время, сами знаете, какое тогда было. Я ее утешаю, а самому беспокойно. Спускаюсь вниз, а там уже машина. Паршин посадил Лоскутова вперед, сам стекло задвинул, чтобы не слышно было разговора. «Давай съездим на дачу. Соленького, капустки захотелось!» Потом, помолчав, добавил: «Ну, ты силен, приткий!» Доехали мы уже до Минского шоссе, выезжаем за город. Он спрашивает, показывая на Лоскутова: «Слушай, давай его бросим, высадим из машины». Я говорю: «Зачем? Да и идти далеко». А он: — «Ничего, добежит. Ты же знаешь, как его зовут? Кляксой! Это дело вот как было. Принесли мне личные дела врагов народа. Я их подписывал, а на дело этого Лоскутова кляксу посадил. Ну, неудобно в инстанции дело с кляксой посылать, я его и отложил. Вот он и сидит сейчас в машине, а тех, других уже нет» — он махнул рукой.

Да, это был непростой человек, колоссальной амбиции. Заходя к нам в институт, он говорил: «Вы хоть делайте, хоть не делайте, а я все равно сделаю. А вы теорию, теорию двигайте. Она еще к тому же для начальства полезна. Такое хорошее впечатление на начальство формула производит, если ее показать. Так что вы давайте теорию.»

Ну и делал он «Стрелу». Это тоже была борьба не на жизнь, а на смерть. Его промышленность делала «Стрелу» по американским чертежам. У них Лесечко, Базилевский этим занимались. Так они блокировали БЭСМ как только могли. Начать хоть с ламп. Нам надо было 20 тысяч ламп. А они на всю Академию 5 тысяч ламп отпускают. Мы туда-сюда, потом сообразили. Идем прямо к радиотехникам, говорим, ну как, заедает вас военная приемка? Ой, отвечают, не говорите, совсем зашиваемся — как их проверять? Только с этим и возмемся. А мы говорим: давайте с вами договоримся, вы нам создайте оборотный фонд в 20 тысяч ламп, мы их будем ставить, записывать режимы, все данные вам сообщим. Ну, они только рады, заключили договор о сотрудничестве, стали мы с лампами. <...>

А эта история с памятью! БЭСМ была спроектирована на 8 тысяч оп/сек на ЭЛТ. А они нам их просто не дали. Наши вывернулись, сделали память на ртутных трубках. Но это память медленная, тянет время. С ней машина давала только 1000 оп/сек. А «Стрела» — 2 тысячи. Ну, первая приемка и распорядилась выпускать «Стрелу», а БЭСМ закрыть, институт реорганизовать. Келдыш тоже ставку на «Стрелу» сделал. Но тут они палку перегнули. Я уже к этому времени в почтовом ящике работал. Сами же келдышевские ребята в то время на БЭСМ работали, не хватало им «Стрелы». Ну, поднялся скандал в Средмаше, добились они, чтобы назначили вторую приемку с новой памятью. А там уже БЭСМ себя показала и ИТМ сохранился как институт.

А. Д. Александров — А. П. Ершову
3 декабря 1971

Дорогой Андрей Петрович!

На меня произвело большое впечатление Ваше выступление на Совете по поводу контроля над кафедрами, который предложил Яненко. Вы очень сдержанно, тактично и вместе с тем определенно сказали о «подтексте» выступления Яненки и отстаивали наше право необходимое каждому ученому определять направления работы. Точно так же Вы справедливо осудили молчаливое забаллотирование Красса и Рапопорта.

Вот, собственно, и все, что я хотел Вам сказать. Я рад, что не перевелись еще в нашей среде честные люди, готовые и способные спокойно и настоятельно защитить правду.

А. Александров
3.12.71

P.S. Если будет надобность, рассчитывайте в таких делах на мою поддержку.

А. П. Ершов — Д. С. Лихачеву
10 ноября 1981

Новосибирск 630090
Вычислительный центр
СО АН СССР
член-корреспондент АН СССР
Андрей Петрович Ершов
10 ноября 1981

Академику Д. С. Лихачеву
199164, Ленинград
наб. Макарова, 4
Пушкинский дом

Глубокоуважаемый Дмитрий Сергеевич!

Не имея чести знать Вас лично, я, тем не менее, беру на себя смелость обратиться к Вам с письмом и просьбой о встрече для беседы.

В последние годы мне довелось прочитать несколько Ваших книг, которые не только открыли для меня духовные сокровища древнерусской литературы, но и пролили свет на многие старые и заодно поставили новые вопросы, волнующие меня и как специалиста, и как читателя, и как гражданина, и просто как русского человека.

Я математик по образованию и по склонности ума, но предмет моей работы программирование для ЭВМ все время побуждает меня к поискам более широкого взгляда на вещи. Проблема общения человека и машины постоянно подводит меня к изучению мира слова. Эта связь носит не только книжный характер: уже второй год как мне доводится тесно взаимодействовать с языковедами и словесниками в Секции кибернетической лингвистики и семантики Научного совета АН СССР по кибернетике в качестве ее председателя.

Позвольте коротко обозначить круг вопросов, меня волнующих.

— О точности и объективности в гуманитарных науках и о гуманитарной, эстетической компоненте в «точных» науках, о продуктивности поиска общей парадигмы общественных и естественных наук.

— Может ли история помочь делам актуальным, в частности, в решении вопроса о том, с чем надо бороться, а с чем надо считаться в текущий момент?

— Об атеизме воинствующем и атеизме просвещенном и, вообще, об объективной роли величин в жизни человечества. Частный вопрос: о связи и различии религии и церкви, о социальной роли ритуалов.

— Серия разрозненных вопросов, возникших при чтении Ваших работ.

Прошу Вас проявить снисходительность, если мои вопросы покажутся Вам наивными или неправильно адресованными. В любом случае они отражают реальную потребность, и единственное, в чем я чувствую себя неуверенно, это в своем праве претендовать на Ваше внимание. Для меня стимулом к этому возможному диалогу является то доверие к Вашим суждениям, которое сложилось у меня при чтении Ваших работ.

Кроме общей рефлексии 50-летнего человека, с тревогой вглядывающегося в окружающий мир, мой интерес к этим вопросам связан с конкретной работой, к которой я подбираюсь: в рамках общей инициативы, предпринятой группой математиков под эгидой ВИНТИ, по подготовке многотомного обзора современной математики я должен написать статью под условным названием «Современная математическая практика». Имеется в виду определить инструментальную и интеллектуальную речь математики за ее пределами. Взявшись за эту интереснейшую тему, я остро ощущаю свою недостаточную подготовленность к тому, чтобы справиться с ней.

2 декабря я утром приеду в Ленинград, чтобы выступить на конференции о применении ЭВМ в школьном обучении с докладом, который я рискнул назвать «Программирование — вторая грамотность». Кстати говоря, эта метафора впервые была развита почти экспромтом при выступлении перед студентами матмеха ЛГУ в марте этого года. Отрепетировав свой доклад в июне в Лозанне на всемирной конференции на эту же тему, я теперь возвращаюсь в Ленинград, чтобы развить эту мысль в более законченном виде. Я был бы Вам крайне признателен, если бы мне удалось встретиться с Вами в течение этой недели.

С глубоким уважением,

А. Ершов

Даната Вохолина — А. П. Ершову

[май 1986]

Уважаемый Андрей Петрович!

Пишут вам учащиеся 9 класса школы № 11 города Хабаровска. В этом году мы начали изучать новый предмет «основы информатики и вычислительной техники». Этот предмет почти половина класса не усваивает*, так как нет электронно-вычислительных машин. Почти весь год мы изучаем все на бумаге, не имея даже представления о том, что мы изучаем. То, что в начале года мы изучали (команды, составление алгоритмов и т. д. и т. п.) сейчас уже забыто, т. к. в основном никто ничего не понял. Ужасно сложный материал, особенно для тех, кто слаб в математике вообще, а таких большинство. Мы не понимаем для чего изучать этот предмет, это бесполезная трата времени. Учебник по информатике написан непонятно, трудно одному разобраться. И наврядли выйдя из стен школы, мы вынесим по информатике какие-либо знания. Наверно, надо было организовать специальные классы с таким уклоном, кто разбирается в этом, хочет работать в этой области. Прошел уже целый год! А знаний ни каких, мы даже ни разу не видели ЭВМ, куда, что вставляется, какая программа.

* В этой публикации сохранено правописание Данаты Вохолиной. В архиве хранится подлинник этого письма, в котором все ошибки исправлены рукой Андрея Петровича.— *Ред.*

Мы не против нового, но надо же считаться и с нашими возможностями. У нас есть в классе сильные ученики, но их единицы. И потому мы решили написать Вам письмо, извините за неправильное понимание этого предмета. Это коллективное письмо. Мы будем рады, если у Вас будет время ответить нам.

Наш адрес: г. Хабаровск 680030, ул. Гамарника 37, кв. 31.
Вохониной Данате

А. П. Ершов — Данате Вохониной
11 мая 1986

Новосибирск 630090
Вычислительный центр
СО АН СССР
академик
Андрей Петрович Ершов

680030 Хабаровск
ул. Гамарника, 37, кв. 31
Вохониной Данате

Здравствуйтесь, Даната!

Спасибо за Ваше откровенное письмо. Я тоже на него отвечу откровенно.

Начну с того, что в Вашем небольшом послании я столкнулся с десятью грамматическими ошибками. Боюсь, что у Вас есть трудности не только с информатикой и математикой.

К большому сожалению, Ваша беда случается с очень многими школьниками, когда, достигнув юношества или девичества, столкнувшись с реальной жизнью или просто посерьезнев, они вдруг обнаруживают, что школьные годы пролетели почти впустую, и им не хватает сил, чтобы не отстать от поезда в будущее.

Ваше преимущество в том, что Вас беспокоит происходящее, и Вы ищете выхода или совета. Позвольте мне сказать, что я думаю по поводу Вашего письма.

Главное Ваше заблуждение состоит в том, что источником неблагополучия в классе с информатикой является отсутствие ЭВМ. Если ко всему тому, о чем Вы пишете, да еще и поставить в класс компьютер, все Ваши трудности только усугубятся. Если учитель Вас еще и пожалеет, да натянет Вам троечку за какую-нибудь программу, которую он и сам за Вас напишет, то компьютер Вам не простит ни одной ошибки и так и останется непознанным куском железа до конца школы. Без алгоритма, без программы, без плана работы у компьютера нечего делать и этому надо научиться заранее.

Второе. Вы очень преувеличиваете трудности материала. Реально, материал 9-го класса, особенно первого полугодия, это уровень шестого–восьмого классов, хотя, согласен, здесь необходима активная помощь учителя, т. к. учебник написан очень сжато. Но и сам класс может сделать немало. Если даже есть только один, светлая голова, который разбирается, он может многое пояснить остальным. В мои школьные годы (это было трудное военное время, учебники были не у всех, и у учителей просто не было сил на дополнительные занятия) мы безжалостно эксплуатировали отличников, разбирая трудные задачи по физике или заумные объяснения по химии или еще что бы то ни было. Не надо так резко делить класс на две части. В ваших силах принять на себя комсомольское обязательство: ни одного отстающего по информатике.

Я, конечно, не хочу сказать, что ЭВМ Вам не нужна. Компьютер уже своим присутствием обостряет обстановку, вызывает любопытство, побуждает к действию. Но главное, это все-таки внутренний интерес и готовность трудиться над основами предмета. В начале 60-х годов десятки тысяч студентов учили программирование «всухую», потому что ЭВМ в

ВУЗ'ах было тогда гораздо меньше, чем их в школе сейчас, и тем не менее из них выросло поколение специалистов, которые сейчас делают все дела.

Поэтому, сочувствуя Вашим трудностям, не могу сочувствовать Вашим пораженческим настроениям и желанию отсидеться в стороне от нового предмета. У Вас впереди еще один учебный год, когда хотя бы первые три четверти Вы можете использовать, чтобы наверстать упущенное. Вы живете в большом городе, в нем немало мест, где есть ЭВМ. Через учителя, райком комсомола можно добиться организации экскурсий на ВЦ, организации мини-практики, чтобы пропустить на компьютере хотя бы простую задачу.

И не так уж мало вышло материалов в помощь учебнику. Книга Звенигородского в библиотеке «Кванта», статьи в «Кванте», в «Науке и жизни», «Технике молодежи», «Юном технике», постоянная колонка в «Учительской газете». Поверьте мне, есть сотни классов, расположенных в глухих местах, существенно дальше от всего, где учитель и ученики вместе, в буквальном смысле учась друг у друга, стремятся преодолеть все трудности нового курса и получают удовлетворение от сознания своих усилий.

Посылаю Вам на память статьи в «Кванте» про алгоритмический язык, желаю успешного окончания учебного года и побольше положительных эмоций от жизни в школе.

А. Ершов

**Из материалов международного симпозиума
«Алгоритмы в современной математике и ее приложениях»**

[Ургенч, УзССР, 16–22 сентября 1979 г.]

Предисловие редакторов

Несколько лет назад группа математиков и специалистов вычислительной науки (включая и редакторов этих трудов) задумалась о том, чтобы предпринять своего рода научное паломничество к местам рождения аль-Хорезми, выдающегося математика IX в., чье имя воплотилось в слове «алгоритм». Как видно из его имени, аль-Хорезми происходил из Хорезмского оазиса, исторического центра цивилизации, давшего миру целое созвездие замечательных философов, ученых и поэтов. Мы теперь знаем, что не только знаменитые труды аль-Хорезми постепенно привели к нашему слову «алгоритм», но что и слово «алгебра» также восходит к названию одной из его главных работ; таким образом, с личностью аль-Хорезми неразрывно связаны алгоритм и алгебра — два понятия, принадлежащие к кругу наиболее важных концепций всей математики и ее приложений. Естественно, нам показалось, что посещение этих мест станет уникальным предприятием для любого математика, кто бы он ни был: теоретик или прикладник, специалист по философским вопросам и обоснованиям или практик, атакующий актуальные сегодняшние задачи.

После обсуждения этой идеи с более широким кругом ученых, а также консультаций с Академиями наук СССР и Узбекской ССР наши мечты воплотились в реальность. В городе Ургенче, современном центре Ургенчской области Узбекистана, с 16 по 22 октября 1979 г. состоялся международный симпозиум на тему «Алгоритмы в современной математике и ее приложениях». Симпозиум был организован Академией наук Узбекской ССР при поддержке Академии наук СССР и ее Сибирского отделения.

В желании сделать такое паломничество продуктивным мы обратились при подготовке симпозиума к потенциальным участникам со следующим письмом:

Нам кажется, что тем самым появляется великолепная возможность для поистине уникальной, плодотворной и незабываемой конференции. Вместо просто еще одного «обычного» симпозиума с представленными и зачитанными докладами мы хотели бы сосредоточиться на взаимной дискуссии по наиболее фундаментальным проблемам математики и вычислительной науки. Мы убеждены, что следы истории и дыхание

пустыни, окружающей место проведения конференции, будут сильно способствовать тому, чтобы отвлечь нас от повседневной работы, заполняющей нашу жизнь дома, придадут зоркость нашему взгляду на природу вещей, вдохновят на более глубокие и философские размышления. Тем не менее, мы не думаем, что симпозиум приведет к успеху, если люди приедут полностью неподготовленные, полагаясь только на спонтанные дискуссии; определенная предварительная подготовка поможет нам и работать и учиться лучше в период нашего совместного пребывания. Присутствующие, без сомнения, будут принадлежать разным дисциплинам, характерным каждая своим стилем мышления, и мы со всей определенностью не предполагаем достичь какого-то унифицирующего консенсуса мнений о внутренней природе алгоритмов, хотя и надеемся накопить опыт, способствующий дальнейшему прогрессу.

Сейчас мы можем с полным удовлетворением заявить, что наши большие ожидания были полностью оправданы и превзойдены всем случившимся во время этой незабываемой недели.

При подготовке симпозиума был заблаговременно разослан предварительный перечень вопросов, представляющих, как нам казалось, общий интерес и обсуждение которых могло бы помочь в достижении взаимопонимания.

1. Существует ли фундаментальная разница между «алгебраическим» и «алгоритмическим» методами в математике?
2. Каков наилучший способ обмена алгоритмами между людьми?
3. Как поступать при необходимости разрешения конкретного варианта алгоритмически неразрешимой массовой проблемы?
4. Как правильно построить программу, содержащую, скажем, более миллиона команд?
5. Как выразить оригинальные труды аль-Хорезми в современной нотации?
6. Какого типа неалгоритмические языки желательны для программирования?
7. Существуют ли, какие и где специальные разделы знания, наилучшим образом представляемые в виде алгоритмов?

Конечно, эти вопросы сами по себе были призваны лишь обозначить общую направленность провоцируемой нами дискуссии, нежели очертить и ограничить ее рамки.

Некоторые из потенциальных участников в переписке выдвинули свои вопросы и тезисы, которые помогли составить предмет нашего собрания. Вот некоторые из них.

Можно ли сформулировать подходящее обобщение тезиса Чёрча, которое позволило бы охватить вычислимость в произвольных областях и, в частности, вычислимость с помощью вероятностных и недетерминистских устройств? (Д. Скордев)

Ваша идея проведения симпозиума в Хорезмской области очень хороша. Слишком многие исследователи работают над проблемами только потому, что кто-то другой назвал эту проблему интересной. В результате получается большое количество компетентных работ, ведущих в никуда. Мы очень нуждаемся в размышлениях по поводу того, почему конкретная задача так важна, и к чему приведет успех в ее решении... К перечню тем я бы добавил вопрос о математической нотации. Я часто с удивлением размышлял, почему естественные проблемы так часто оказываются полными. Казалось бы, что априорная вероятность для задачи оказаться полной должна бы быть исчезающе мала. Что-то должно быть в природе нашей нотации, что толкает нас рассматривать только подходящие проблемы. (Дж. Хопкрофт)

Что собой представляют алгоритмы над вещественными числами? (Н. Н. Непейвода)

Мне интересны различные связи концепции алгоритма с другими математическими понятиями: алгоритмы и перечислимые множества, алгоритмы в логике, алгоритмы и автоматы и другие процессы, алгоритмы и проблемы высокой степени сложности, относительная вычислимость. (Г. С. Цейтин)

Я особенно интересуюсь тем, как построить алгоритм. (Э. Х. Тыгу)

Существует позиция, с которой «алгоритмические» и «алгебраические» подходы выглядят почти одинаково. Может быть, реальная альтернатива — это «алгоритмический» и «теоретико-множественный»? Может ли понятие алгоритма быть выраженным в терминах других стандартных (скажем, теоретико-множественных) математических понятий или оно по существу независимо и первично? (В. А. Успенский)

Каков должен быть хороший курс алгоритмов и логики, читаемый на факультете прикладной математики? Разумно ли искать инвариантные характеристики вычислимых функций, алгоритмов и вычислительных процессов? (А. П. Ершов)

Конечно, существовала необходимость ограничить размеры симпозиума сравнительно небольшим числом делегатов, для того чтобы обеспечить продуктивность дискуссий, но в конце мы заметили, что прошедшие дискуссии и выступления могли бы оказаться ценными и стимулирующими для существенно более широкого круга людей, нежели только участников. Поэтому большая часть программы работы симпозиума получила позднее оформление в виде написанных материалов, которые и предлагаются теперь вниманию читателя. Английский вариант трудов был опубликован в 1981 г. издательством Шпрингер-Ферлаг (Lecture Notes in Computer Science, vol. 122).

Участники симпозиума глубоко признательны узбекским хозяевам, которые проявили непревзойденное гостеприимство, сделавшее наше пребывание на конференции незабываемым праздником. Наши особые благодарности С. Х. Сираждинову — вице-президенту АН УзССР и председателю оргкомитета, Р. И. Ишчанову — председателю исполкома Совета народных депутатов Хорезмской области, В. К. Кабулову — директору Института кибернетики АН УзССР и сопредседателю оргкомитета, К. Ш. Бабамурадову — заведующему отделом Института кибернетики и заместителю председателя оргкомитета.

Мы также полны благодарности ко многим замечательным людям, встретившим нас в городе и за его пределами с радушием, тепло которого навсегда осталось с нами. Эти встречи происходили во время поездок и экскурсий, позволивших нам посетить не только исторические места, но и современные школы, колхозы и предприятия. На нас произвел глубокое впечатление интерес, проявленный жителями Хорезма к работе симпозиума, освещавшейся в газетах и по телевидению. К нашему приезду была приурочена специальная церемония закладки памятника аль-Хорезми в центре Ургенча. Нам было очень радостно видеть, что традиция аль-Хорезми живет в его родных местах.

А. П. Ершов и Д. Е. Кнут

Приложение 2

Программа Симпозиума⁵⁷

Понедельник, 17 сентября 1979 г.

Утреннее заседание.

Земанек Х. Аль-Хорезми сказал... Часть I. Окружение и личность
Аль-Хорезми

Сираждинов С. Х. О числах и корнях многочленов Эйлера

Кнут Д. Алгоритмы в современной математике и информатике

Вечернее заседание.

Успенский В. А. и Семенов А. Л. Что дает теория алгоритмов?

(Основные открытия в теории алгоритмов за последние 50 лет:

Часть I. Общая теория алгоритмов.

⁵⁷ Названия ряда докладов были авторами изменены при публикации в трудах. Тексты докладов и выступлений, помеченных звездочками, не были представлены для публикации в трудах.

Часть II. Приложения теории алгоритмов)

Барздин Я. М. Об индуктивном синтезе алгоритмов

Вторник, 18 сентября 1979 г.

Утреннее заседание.

Земанек Х. Аль-Хорезми сказал... Часть II. Труды Аль-Хорезми

Манин Ю. И. Алгоритм как математическая модель

Вейнгаарден А. Программирование без языков

Вечернее заседание.

Непейвода Н. Н. набросок математической теории синтеза программ

Тыгу Э. Х. Структурный синтез программ

Кречмар А. Некоторые исторические заметки об алгоритмической логике*

Летичевский А. А. О поиске инвариантных отношений в программе

Мазуркевич А. Схемы параллельных алгоритмов*

Пятница, 21 сентября 1979 г.

Утреннее заседание.

Трахтенброт Б. А. Некоторые размышления о связи между вычислительной наукой и теорией алгоритмов*

Адельсон-Вельский Г. М. и Слисенко А. О. Что можно делать с проблемами, связанными с полным перебором

Капитонова Ю. В. О разработке и реализации алгоритмов*

Штрассен Ф. Алгоритмы для алгебр

Вечернее заседание.

Клини С. К. Алгоритмы в различных контекстах

Шанин Н. А. Роль концепции алгоритма в семантике арифметических языков

Ершов Ю. Л. Как алгебра помогает решать проблемы из теории алгоритмов*

Цейтин Г. С. От логицизма к процедурализму

Суббота, 22 сентября 1979 г.

Утреннее заседание.

Бауэр Ф. Л. Алгоритмы и алгебра

Патерсон М. С. Задача о линейном почтальоне: алгоритм доставки посланий, использующий память с последовательным доступом*

Ершов А. П. Об определении вычислимой функции

Глушков В. М. О формальных преобразованиях алгоритмов

Вечернее открытое заседание.

Матиясевич Ю. В. Что нужно делать после доказательства неразрешимости массовой проблемы

Нагорный Н. М. Алгоритм как базис для формулировки конструктивных математических понятий*

Салихов Г. Н. Об одном алгоритме вычисления весов и узлов кубатурных формул*

Бузурханов В. и Кабулов А. В. Об одном подходе к созданию пакетов прикладных программ*

Буда А. О. О четырех уроках езды на двух конях теоретического и системного программирования

Лавров С. С. Наши теории недостаточно сумасшедшие*

Анисимов А. В. Преобразователи с обратным ходом

Семенов А. Л. О правильном выборе сложностных функций*

Ершов А. П. Заключительные замечания*

Кнут Д. И в математике используются языки низкого уровня
(Заключительные замечания)*

Земанек Х. Закрытие сессии*

Алгоритмический ужин.

Почетный докладчик профессор С. К. Клини, член Национальной Академии наук США.
«К истории формирования понятия вычислимости (личные воспоминания)»

Памятка для организаторов Ургенчского симпозиума

1. Регистрация.

В фойе гостиницы надо разместить стол в прямой видимости от входа.

В период регистрации (от субботы с 12 час. до понедельника 12 час.) дежурный оргкомитета должен либо находиться за столом, либо быть доступен по звонку администратора в любое время суток. Бланки для регистрации я привезу с собой.

2. Папка.

При регистрации вручается папка участника, в комплекте должно быть:
папка (весьма желательно с молнией)

блокнот большой

блокнот маленький

шариковая ручка (проверить, чтобы писала)

заточенный карандаш

резинка

жетон с фамилией участника

складная указка (когда сложена, выглядит, как шариковая ручка).

Сувенирная часть – на ваше усмотрение. Надеюсь, будет значок. Очень популярны карты (Хорезмская область, план-схемы городов посещения).

Любая иная доступная туристическая информация.

3. Жетон.

Жетоном в Новосибирске заниматься некому. Я в отпуске, и человек, который мог бы исследовать этот вопрос, появится только в середине августа. Мне кажется, у вас в институте преувеличивают трудности его изготовления. Вкладываю в конверт образец, изготовленный из обмытой рентгенопленки или пленки с ротапринта с помощью утюга, дырокола и ножниц.

Вкладыш можно сделать в крайнем случае из чистой бумаги, но лучше на верхней трети изобразить, скажем, «Аль-Хорезми» по-арабски и напечатать на ротапринте. Фамилии будут потом вписаны фломастерами от руки. Таких жетонов нужно штук семьдесят.

4. **Расселение.** Естественно, что каждого нужно стараться поселить наилучшим образом, но если ресурсов не хватает, то прошу использовать дополнительную информацию о статуте гостей. Тихая и тенистая сторона важнее вида из окон. Возраст важнее титулов.

5. Статут участников (возраст ориентировочно)

Из СССР:

Г. М. Адельсон-Вельский, д.ф.-м.н., снс, 55 лет

Я. М. Барздинь, д.ф.-м.н., проф., 45 лет

А. П. Ершов, д.ф.-м.н., проф., член-корр., организатор симпозиума, 50 лет (вдвоем)

Ю. Л. Ершов, д.ф.-м.н., проф., член-корр., 40 лет

В. М. Глушков, д.ф.-м.н., акад., вице-президент, депутат, Ленинская премия, 55 лет

С. В. Яблонский, д.ф.-м.н., проф., член-корр., Ленинская премия, 55 лет

Н. М. Нагорный, к.ф.-м.н., снс, 50 лет

Б. А. Трахтенброт, д.ф.-м.н., проф., 60 лет

Г. С. Цейтин, д.ф.-м.н., снс, 45 лет

Ю. И. Манин, д.ф.-м.н., проф., Ленинская премия, 40 лет
Ю. В. Матиясевич, д.ф.-м.н., проф., 35 лет
Э. Х. Тыгу, д.ф.-м.н., проф., 40 лет
В. А. Успенский, д.ф.-м.н., проф., 50 лет
Н. Н. Непейвода, к.ф.-м.н., снс, 35 лет
О. Б. Лупанов, д.ф.-м.н., проф., член-корр., Ленинская премия, 50 лет
А. Л. Семенов, к.ф.-м.н., доц., 35 лет
А. А. Летичевский, д.ф.-м.н., снс, Гос. премия, 45 лет
Н. А. Шанин, д.ф.-м.н., проф., 60 лет
А. А. Самарский, д.ф.-м.н., проф., Ленинская премия, 60 лет
С. Ю. Маслов, д.ф.-м.н., проф., 45 лет
С. С. Лавров, д.ф.-м.н., проф., член-корр., дир. ин-та, Ленинская премия, 55 лет

Научные переводчики:

В. Е. Котов, к.ф.-м.н., снс, зам. директора, 45 лет (вдвоем)
С. Б. Покровский, мнс, 30 лет
В. К. Сабельфельд мнс, 30 лет

Из-за границы:

Х. Земанек, д-р, проф., засл. деятель науки ИБМ, наст. президент ИФИП, ведущий докладчик, 60 лет (вдвоем или вчетвером, с детьми)
А. Буда, к.ф.-м.н., научный сотрудник, 35 лет
М. Нива, д-р, проф., чл.ред. журнала «Теоретикэл компьютер сайенс», 45 лет
Ж. Вьюме, д-р, проф., 35 лет
Э. Желенб, д-р, проф., 40 лет
М. Патерсон, д-р, проф., президент Европейской ассоциации по теорет. выч. науке, 40 лет
Д. Скотт, д-р, проф., Тьюрингов лауреат, 45 лет
А. ван Вейнгаарден, д-р, проф., директор ин-та, академик, 60 лет
А. Кречмар, д-р, доцент, 35 лет
А. Мазуркевич, д-р, проф., 45 лет
Ж. Павлак, д-р, проф., зам. директора института, 50 лет
Ф. Штрассен, д-р, проф., 40 лет
Дж. Хопкрофт, д-р, проф., 45 лет
Р. Карп, д-р, проф., 50 лет
С. Клини, д-р, проф., академик, 70 лет
Д. Кнут, д-р, проф., академик, Тьюрингов лауреат, организатор симпозиума (вдвоем)
З. Манна, д-р, проф., 40 лет
Дж. Маккарти, д-р, проф., директор института, 50 лет
И. Московакис, д-р, проф., 45 лет
Ф. Л. Бауэр, д-р, проф., директор института, академик, 60 лет
Х. Кауфман, д-р, проф., 70 лет
А. Баракат, д-р, директор института
Дж. Дарлингтон, д-р, проф., 35 лет
Э. Шпеккер, д-р, проф., 55 лет

6. Зал заседаний.

Судя по описанию, малый зал заседаний Облисполкома хорошо подходит, при условии, что в нем свободно разместятся 70 человек, там не очень душно и окна либо затемняются, либо имеют достаточно плотные занавески, чтобы было хорошо видно, что будут показывать через проектор. На месте докладчиков должны стоять четыре стола, не громоздких, чтобы можно было бы приспособить, как удобнее. Обязательно нужны две кафедры — одна для докладчика, одна для переводчика, только тоже не громоздкие, учше всего настольные, вроде пюпитра, чтобы докладчик мог стоять за столом рядом с проектором.

За докладчиком должна быть доска. Еще одну доску надо держать в фойе или во дворике, словом, где проходят перерывы. Для проектора надо иметь экраны, можно оборудовать на стене, но лучше, если зал не очень большой, взять бытовые экраны для показа диапозитивов (ширина 1 м. х 70 см.). Экранов надо два: один в зале, для подготовки слайдов. Экран не должен загораживать доску. Кроме того, в зале должно быть место для слайд — проектора. Для проекторов нужно иметь удлинители и тройники, чтобы подключиться к розеткам. Лучше всего было бы, если участники могли бы сидеть за столами, как в студенческой аудитории.

7. Указатели.

В гостинице должен быть указатель на комнату Оргкомитета. В Облисполкоме — к месту проведения заседаний, комнате программного комитета, комнате докладчиков, к туалетам.

8. Питание.

Должно быть организованным (завтрак и обед), с фиксированным меню и по расписанию. Завтрак — с 7, обед — с 12.30. Быстрота важнее разнообразия блюд. Лучше всего сделать питание пансионатом, взяв деньги сразу за завтрак, обед и кофейные перерывы (если надо). Не забыть о прохладительных напитках или хотя бы просто воде (и о стаканах) в зале заседаний и в рабочих комнатах. Хорошо бы абонировать холодильник у хозяев помещения и держать его наполненным.

9. Кофейные перерывы.

В фойе или в другом помещении, близком к месту заседаний, надо развернуть столы с чаем (зеленым и обычным), кофе, прохладительными напитками, фруктами и кондитерскими изделиями типа печенья. Стол во время кофейных перерывов должен быть бесплатным. Если нет средств, лучше взять сразу в качестве регистрационного взноса.

10. Рабочие комнаты.

Недалеко от места заседаний надо выделить два рабочих помещения. Для программного комитета: телефон, стол для дежурного, два стола для двух пишущих машинок, стол для графических работ, шкаф для бумаг и канцпринадлежностей. Для докладчиков: три стола, диван или пара кресел с журнальным столиком.

11. Туалеты.

Особо проследить за чистотой, наличием воды, запаса чистых полотенец и хорошего мыла, туалетной бумаги.

12. Аппаратура и материалы.

- 2 доски
- 2 экрана со штативами и чтобы было куда вешать
- Тряпки или губки
- Хороший мел
- Провод, удлинители и тройники
- Проектор для пленки (привезу)
- Слайд-проектор с запасными лампами
- Машинка с латинским шрифтом
- Машинка с русским шрифтом
- Запасная лента
- Линейки
- Карандаши
- Резинки
- Гуашь(для объявлений)
- Кисти и плакатные перья
- Бумага (100 листов)
- Копирка (пачка)
- Ватманские листы(30 штук)
- Скрепки и хорошие кнопки
- Клей
- Щиты для информационных стендов — 4 штуки

13. Информационные стенды

1-й стенд — в гостинице
2-й стенд для научной программы
3-й стенд для прочих объявлений
4-й стенд с познавательной информацией
В частности:
карта Средней Азии
карта Хорезмской области
план-схемы Ургенча
Ташкента
Самарканда
Бухары
Хивы

Этот перечень не является исчерпывающим, и в нем нет ничего второстепенного. Для большей части ученых этот симпозиум будет первым и, может быть, единственным поводом к знакомству с краем и его людьми, поэтому важно, чтобы все их впечатления были бы самые благоприятные.

А. П. Ершов

СИБИРСКАЯ ИНФОРМАТИКА

В. П. Ильин

Школы Г.И. Марчука, А.П. Ершова, Н.Н. Яненко

Вместо предисловия. Летом 2001 года в научной жизни новосибирского Академгородка состоялись два знаменательных мероприятия: международные конференции, посвященные 80-летию и 70-летию со дней рождения преждевременно ушедших из жизни академиков Н. Н. Яненко и А. П. Ершова. Расцвет их творческой деятельности пришелся на время работы в Вычислительном центре СО РАН, основанном академиком Г. И. Марчуком, 75-летие которого мировая научная общественность отмечала в 2000-м году. Гурий Иванович полон творческих сил, планов и дай Бог ему здоровья и долгих лет жизни. Однако прошедшие события в сибирской информатике дают повод вспомнить: «Иных уж нет, а те далече...» Автор данной статьи — заведующий отделом Института вычислительной математики и математической геофизики (ИВМиМГ) и профессор Новосибирского государственного университета (НГУ) — ученик Г. И. Марчука, по несколько лет работал в коллективах Н. Н. Яненко и А. П. Ершова, имел с ними совместные публикации и бесценный опыт плодотворного общения.

1. Истоки и предпосылки

Феномен Сибирской вычислительной информатики — явление выдающегося масштаба даже на фоне всемирного бурного развития компьютеризации во второй половине 20-го века. И обращаясь к ретроспективе ее становления и расцвета, нельзя не назвать в первую очередь имена Гурия Ивановича Марчука, Андрея Петровича Ершова и Николая Николаевича Яненко, личные достижения и организаторские таланты которых создали знаменитую школу в самой новой области научного познания.

Не боясь ошибиться, можно сказать, что альма-матер сибирской вычислительной информатики — Вычислительный центр (ВЦ) СО АН СССР (позже — СО РАН), официально существовавший с 1 января 1964 года до 1 сентября 1997 года, когда он был

переименован в Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.

Коснемся предыстории создания этого поистине легендарного ВЦ, начиная с тех путеводных вех, которые привели его Основателей в Новосибирский Академгородок.

Г. И. Марчук

Гурий Иванович Марчук в военном 1942 г. поступил в Ленинградский государственный университет, бывший тогда в эвакуации в г. Саратове. Там преподавали многие известные профессора, в том числе Г. М. Фихтенгольц.

Еще до окончания первого курса Г. И. Марчук был призван в армию и направлен в Школу артиллерийской разведки. После окончания школы он был оставлен на преподавательской работе с курсантами, и ему разрешили двухнедельный отпуск для сдачи экзаменов первого университетского курса.

В 1945 г., после демобилизации, Г. И. Марчук поступил на второй курс университета, уже в Ленинграде. После его окончания в 1949 г. он поступил в аспирантуру, а в 1952 г. под руководством академика И. А. Кибеля защитил в Геофизическом институте АН СССР (Москва) кандидатскую диссертацию «Динамика крупномасштабных полей метеорологических элементов в бароклинной атмосфере».

С 1953 г. по 1962 г. Гурий Иванович жил и работал в г. Обнинске, расположенном на границе Московской и Калужской областей, где был создан крупнейший Физико-энергетический институт и функционировала первая в мире атомная электростанция. Г. И. Марчук сформировал и возглавил Математический отдел ФЭИ, включавший мощный по тем временам машинный парк и коллектив талантливых молодых математиков. Одновременно Гурий Иванович заведовал кафедрой высшей математики в Обнинском филиале Московского инженерно-физического института.

В этот период Г. И. Марчуком предложены новые принципы расчета ядерных реакторов, которые стали основополагающими для развития математического моделирования процессов переноса нейтронов и проектирования аппаратов. Результаты Г. И. Марчука были изложены в его первой книге «Численные методы расчета ядерных реакторов» (1958 г.), получившей всемирное признание и ставшей одной из первых российских монографий по современной (для начавшейся эпохи ЭВМ) вычислительной математике. По этим же проблемам Г. И. Марчуком была защищена в 1956 г. докторская диссертация, а за расчеты ядерных реакторов специального назначения ему присуждена «закрытая» Ленинская премия.

В 1962 г. академики М. А. Лаврентьев и С. Л. Соболев приглашают Г. И. Марчука в Сибирское отделение АН СССР для организации Вычислительного центра в Новосибирском Академгородке, с целью создания мощного машинного парка и крупного научного коллектива, способного ставить и решать фундаментальные проблемы вычислительной и прикладной математики, вычислительной техники и информатики. В это время Сергей Львович Соболев возглавлял институт, который официально назывался «Институт математики с вычислительным центром», и это было его — вместе с Михаилом Алексеевичем Лаврентьевым — глубоким предвидением: создание нового профессионального научного направления в Академгородке.

Что касается личных качеств будущего лидера, то здесь М. А. Лаврентьев и С. Л. Соболев также не ошиблись. Молодой Г. И. Марчук (37 лет) руководил математическим отделом (более 100 человек) с юношеским задором и всех зажигал своими идеями, энергией и жадой новых больших задач. Среди студентов и сотрудников ходили легенды о его интеллигентности и чуткости, породившие единицу вежливости «один Гурий», подразумевавшую, что у нормального человека она измеряется «микро-Гурием». Вера людей в своего руководителя проявилась в случае, которому трудно поверить, но автор сам был тому свидетелем. Когда в 1962 г. отдел «режимного» ФЭИ на прощальном банкете провожал Гурия Ивановича в Сибирское отделение АН, то в напутствиях на полном серьезе звучала пророческая уверенность, что быть ему Президентом Академии наук.

Г. И. Марчук пригласил в Академгородок несколько известных математиков и специалистов, составивших ядро сформированного и руководимого им Отдела физики

атмосферы и океана — Г. П. Курбаткина, Л. Н. Гутмана, И. В. Бута, А. С. Марченко. Первым заместителем директора Вычислительного центра стал М. К. Фаге, оставивший ради этого пост заведующего крупным математическим отделом ЛИПАНа (Лаборатория измерительных приборов — кодовое название будущего Института атомной энергии). Но главную ударную силу представляла привлеченная из разных городов молодежь, бравшаяся без страха за решение сверхзадач (даже по современным меркам) теории климата и метеорологии, которые были сформулированы Г. И. Марчуком и стали на длительный период главными прикладными проблемами будущего Вычислительного центра СО АН СССР. Из подмосковного Обнинска вслед за шефом приехали В. П. Ильин, В. П. Кочергин, В. В. Пененко, В. В. Смелов, О. П. Узнадзе, ставшие со временем руководителями различных направлений. Из закрытого Челябинска-70 был приглашен Г. А. Михайлов, сформировавший в ВЦ крупнейший в мире коллектив по теории и численным методам статистического моделирования, широко известный как Отдел Монте-Карло. Важным приобретением для института и всего Академгородка стал также приезд С. К. Годунова, который привнес свою высокую математическую культуру и ценный московский опыт решения особо важных задач на ЭВМ, а уже здесь с новыми учениками поднял понимание и значение Вычислительного Эксперимента на достойный пьедестал.

А. П. Ершов

Андрей Петрович Ершов — один из «самых» пионеров Сибирского отделения, ставший его сотрудником в 1958 г. еще до отъезда из Москвы. После окончания в 1949 г. средней школы в Кемерово он поступил в Московский университет, где начал специализироваться на кафедре вычислительной математики, руководимой академиком С. Л. Соболевым. Там, под влиянием А. А. Ляпунова он увлекся программированием и в 1953 г., еще студентом, поступил на работу в Институт точной механики и вычислительной техники — возглавляемую тогда М. А. Лаврентьевым организацию, в которой складывался один из первых советских коллективов программистов.

В 1954 г. А. П. Ершов закончил университет — это был первый в советских вузах массовый выпуск по специальности «программирование». С 1954 по 1957 гг. он — аспирант А. А. Ляпунова в Московском университете. Кандидатскую диссертацию, посвященную понятию операторного алгоритма, Андрей Петрович подготовил к 1958 г., однако в связи с настроженным отношением математиков к новой науке защитить ее ему удастся только в 1962 г.

Как и большинство программистов 50-х годов, А. П. Ершов начинал с создания численных алгоритмов и стандартных программ. Первая его работа была посвящена разработанному им методу обращения матриц, относящемуся к классу методов пополнения. Хорошая алгоритмичность метода — уникальная компактность алгоритма, удобные рекуррентные соотношения — позволила этому методу стать основой стандартных программ для ряда первых советских ЭВМ (для одной из них — БЭСМ — такая программа была написана лично Ершовым).

Андрей Петрович Ершов уже в конце 50-х гг. становится одним из ведущих советских программистов — не только благодаря своим блестящим индивидуальным работам, но и как руководитель плодотворно работающих программистских коллективов. В 1957 г. его назначают заведующим отделом автоматизации программирования во вновь созданном Вычислительном центре АН СССР. В связи с образованием Сибирского отделения АН СССР по просьбе директора Института математики СО АН СССР академика С. Л. Соболева он берет на себя обязанность организатора и фактического руководителя отдела программирования этого института. В 1960 г. Андрей Петрович и формально возглавляет этот отдел и окончательно переезжает в Сибирь. А. П. Ершов привез из Москвы в Академгородок блестящий десант: И. В. Поттосин, Г. И. Кожухин и С. К. Кожухина, Ю. М. Волошин, М. М. Бежанова, Л. Л. Змиевская, Р. Д. Мишкович — всего около 20 человек, сформировавших критическую массу будущей армии сибирских программистов.

Андрей Петрович был талантливым многосторонним человеком: прекрасный лектор и оратор, собиравший огромные благодарные аудитории, поэт и вдумчивый гражданин, всегда

душа компании (с гитарой и без) и генератор идей. Созданный им Отдел программирования стал знаменитым далеко за пределами Академгородка. Его семинары и кофейный клуб, всесоюзные и международные конференции привлекали многочисленных гостей из разных городов и стран.

1. Н. Н. Яненко

Николай Николаевич Яненко в 1939 г., после окончания средней школы в Новосибирске, поступил в Томский университет, который окончил с отличием в 1942 г. Будучи студентом, он принимал участие в научном семинаре Петра Константиновича Рашевского — известного советского педагога и крупного специалиста в области дифференциальной геометрии, эвакуированного в Томск с частью профессуры Московского университета. С ноября 1942 г. до самого окончания Великой Отечественной войны в мае 1945 г. находился на различных фронтах. Благодаря хорошему знанию немецкого языка, Н. Н. Яненко провел боевые будни, главным образом, в пропагандистских частях, работая с пленными или проводя агитационные передачи на противника из нейтральной полосы с помощью обычного жестяного рупора или динамика. После демобилизации Николай Николаевич поступил в аспирантуру к вернувшемуся в Москву П. К. Рашевскому. Темой его исследований стала классическая проблема дифференциальной геометрии об изгибании поверхностей. Развитая Н. Н. Яненко теория признаков изгиба легла в основу его кандидатской (1949 г.) и докторской (1954 г.) диссертаций.

Поразительно, но факт — ко времени защиты докторской диссертации Н. Н. Яненко был уже лауреатом Государственной (Сталинской) премии СССР, но за работы в другой области. В 1948 г. произошло определяющее событие в научной биографии Николая Николаевича: он начал работать в коллективе академика А. Н. Тихонова в Отделе прикладной математики МИАН (так официально назывался тогда будущий Институт прикладной математики АН СССР им. М. В. Келдыша), в котором решались важнейшие прикладные и оборонные задачи (вначале это было Отделение прикладной математики (ОПМ) Математического института им. Стеклова АН СССР). Этот шаг стал отправной точкой того непроторенного пути, который привел Н. Н. Яненко к наиболее крупным научным результатам. Начиная работать он в подразделении, которым руководил Александр Андреевич Самарский — тоже бывший фронтовик. Там же работал и Борис Леонидович Рождественский — будущий соавтор и друг Николая Николаевича во все последующие годы.

В 1955 г. Н. Н. Яненко возглавил математическое подразделение вновь создаваемого отраслевого научно-исследовательского института и переехал в «закрытый» город Челябинск-70, ныне называемый Снежинск. Здесь Николай Николаевич занимался задачами газовой динамики вместе с учениками, ставшими потом известными специалистами в прикладной математике: А. Ф. Сидоровым, В. Ф. Куропатенко, Ю. Я. Погодиным, В. Е. Неуважаевым, В. А. Сучковым и другими. Здесь родился метод дробных шагов — открытие в вычислительной математике, сделанное Н. Н. Яненко одновременно с аналогичными результатами американских математиков и заложившее новое направление в численных методах. Осенью 1963 г. Николай Николаевич по приглашению Г. И. Марчука переезжает в Новосибирский Академгородок для работы в Вычислительном центре СО АН СССР, где он создает новый научный коллектив — Отдел задач механики сплошных сред.

2. Рождение новых дисциплин

Начало 60-х годов явилось ключевым периодом в зарождении и развитии новых научных направлений, объединенных общим наименованием «информатика», которое фактически сменило бытующий до того термин «кибернетика». Мы не будем заниматься анализом всевозможных информационных предметных областей, которые включают формальную теорию алгоритмов и логическое исчисление, искусственный интеллект и распознавание образов, теорию автоматов и модели биологических систем, теории и технологии программирования, вычислительных систем, баз данных и т. д.

Наша цель — рассказать о становлении и эволюции дисциплины, не получившей еще общепризнанного имени, — вычислительной информатики. Не вдаваясь в формальные определения, мы в данную сферу включаем фундаментальные и прикладные научные

направления, так или иначе связанные с математическим моделированием процессов и явлений: автоматизацию построения алгоритмов и их отображение на архитектуру вычислительных систем, включая проблемы распараллеливания, прикладные программные комплексы и системные окружения, методологию крупномасштабных вычислительных экспериментов и вопросы человеко-машинного взаимодействия. Именно совокупностью данных взаимосвязанных областей занимались крупные отделы физики атмосферы и океана, программирования и механики сплошных сред, возглавляемые Г. И. Марчуком, А. П. Ершовым и Н. Н. Яненко.

Тематика данной статьи определяется субъективными интересами автора, который был свидетелем и участником описываемых событий. Однако здесь нельзя не отдать дань признания тем предшественникам, которые закладывали основы советской и мировой информатики еще до своего приезда в Академгородок, а с первых лет основания Сибирского отделения — работая в Институте математики СО АН СССР.

Одним из таких Атлантов был академик Леонид Витальевич Канторович (1912–1986), выдающийся математик, автор классических работ по современному функциональному анализу и вычислительной математике, но удостоенный наивысшего признания — Нобелевской премии — за труды по экономике, где в первую очередь нашло применение открытое им линейное программирование.

Менее известны, но не менее значимы его пионерские результаты в области информатики. Еще в послевоенные годы, в Ленинграде, Л. В. Канторович, возглавляя отдел приближенных вычислений ЛОМИ, совместно с М. К. Гавуриным и В. Н. Фаддеевой выполнил ряд работ по технологиям вычислений (в том числе параллельных!) на электромеханических счетных машинах. Более того, он сделал тогда же несколько изобретений по специальным вычислительным устройствам, и по его идеям был построен «функциональный преобразователь», включавший более 10 тысяч полупроводниковых элементов. В 1953–54 гг., после появления первых ЭВМ, Л. В. Канторович разработал методологию крупноблочного программирования с использованием операторных схем, аналитических выкладок и построением программирующих программ.

После переезда в Академгородок в 1960 г. Леонид Витальевич возглавил кафедру вычислительной математики НГУ и отделение математической экономики Института математики СО АН СССР, в котором активно развивались методы оптимизации и их реализации на машинах (совместно с Г. Ш. Рубинштейном, В. А. Булавским, В. Л. Макаровым). Здесь же под его руководством был разработан проект специализированной «арифметической машины» (АМ) для решения задач линейной алгебры и линейного программирования, которая явилась прообразом будущих векторных конвейерных процессоров. Л. В. Канторович переехал в Москву в 1971 г. в связи с активным вовлечением его в работу центральных экономических учреждений страны.

Алексей Андреевич Ляпунов (1911–1973) по праву считается основоположником отечественной школы программирования. В 1952 г. он перешел из военной академии на кафедру вычислительной математики МГУ, возглавляемую С. Л. Соболевым. Там он объявил спецкурс «Принципы программирования», во время чтения которого, по свидетельству тогдашнего студента А. П. Ершова, зародились развитые затем А. А. Ляпуновым идеи автоматизации программирования, операторного метода и синтаксических структур, реализованные в первых отечественных трансляторах.

Огромную научно-организационную и пропагандистскую роль сыграл организованный Алексеем Андреевичем в МГУ Большой семинар по кибернетике, переросший в общемосковский и даже всесоюзный, вовлекший практически всех виднейших специалистов по кибернетике в нашей стране. Сохранившийся список прочитанных и обсужденных докладов впечатляет как широтой охватываемых проблем, так и составом лекторов (включая известных ученых из США, ФРГ, Франции и т. д.).

После переезда по приглашению М. А. Лаврентьева и С. Л. Соболева в Академгородок Алексей Андреевич возглавил отдел математической логики и кибернетики и сразу активизировал местную кибернетическую жизнь. По московскому примеру, он у себя дома

организовал семинар по кибернетике, куда ходили и чистые математики, и лингвисты, и экономисты, и биологи. В НГУ А. А. Ляпунов основал кафедру теоретической кибернетики, а на его лекции «Кибернетические основы биологии» набивались толпы студентов и сочувствующих. Он был одним из организаторов знаменитой Новосибирской физматшколы, и некоторые из его школьных учеников потом работали в его лаборатории. Все последние годы и дни до своей безвременной кончины Алексей Андреевич в окружении многочисленных друзей и коллег увлеченно продвигал проблемы кибернетического эксперимента в исследованиях производственных процессов, биологии, имитационного моделирования, лингвистики и машинного перевода.

В недрах Института математики СО АН СССР Э. В. Евреиновым и Ю. Г. Косаревым была разработана концепция высокопроизводительных универсальных однородных вычислительных систем — на много лет опередивший свое время проект, к сожалению, не реализованный.

Говоря об этом «инкубационном» периоде сибирской информатики, нельзя не восхищаться прозорливостью М. А. Лаврентьева и С. Л. Соболева, которые, будучи «чистыми» математиками, смогли предвидеть мировые тенденции Computer Science и сделали не только необходимые, но и достаточные выводы для обеспечения современного развития Сибирского отделения.

Итак, возвратимся в Вычислительный центр СО АН СССР 1964 года. Именно этот год можно считать поворотным в формировании профессионального коллектива системных программистов — с одной стороны, и массового контингента прикладных программистов — пользователей ЭВМ — с другой. Ключевым моментом явилось рождение языка и системы программирования АЛЬФА — русскоязычного расширенного варианта АЛГОЛ 60, продвинутого рядом пионерских идей и оснащенного мощной по тем временам технологической поддержкой. В 1964 г. А. П. Ершовым было опубликовано, совместно с Г. И. Кожухиным и Ю. М. Волошиным, развернутое описание входного языка АЛЬФА (хотя предварительное сообщение о нем вышло в свет еще в 1961 г.). Тогда же началось внедрение системы АЛЬФА на машинах М-20, с организацией служб эксплуатации, сопровождения и консультаций. Огромную популяризаторскую роль сыграли блестящие публичные лекции Андрея Петровича, собиравшие аудиторию в несколько сот слушателей из разных институтов Академгородка. В 1965 г. была издана серия материалов по разным аспектам системы АЛЬФА, как профессиональным, так и учебно-методическим, быстро расхвалившимся по рукам жадных до нового читателей.

Первые сибирские системные программисты — Г. И. Бабецкий, М. М. Бежанова, Ю. М. Волошин, Б. А. Загацкий, Л. Л. Змиевская, Г. И. Кожухин и С. Н. Кожухина, Ю. И. Михалевич, Р. Д. Мишкович, И. В. Поттосин, Л. К. Трохан — разработчики языка и системы АЛЬФА — стали по праву знаменитыми личностями. Их, без преувеличения, самоотверженный труд с ночными бдениями в машинных залах, с непрерывным отлавливанием программистских ошибок, с терпеливым разбором бесконечных пользовательских вопросов, — сделал систему АЛЬФА реально живущей, эффективно работающей и развивающейся.

Бурно кипела не только внутренняя «закулисная» программистская жизнь. Захватывающие перспективы ЭВМ привлекали быстро растущую армию прикладников-энтузиастов, и диспетчерская служба ВЦ стала притягательной точкой, где выстаивались очереди жаждущих получить машинное время (хоть ночное!) и пропустить задачу. Надо помнить, что первые ламповые машины обладали ужасающей по нынешним меркам надёжностью (точнее — ненадёжностью), и по паспорту гарантировалось бессбойное время в несколько десятков минут. Это требовало не только специальных приемов при решении больших задач: повторные вычисления для контроля, периодическое «упрятывание» данных для возможности их восстановления, — но и повышенной психологической устойчивости программистов и математиков-вычислителей. Надо иметь в виду, что пропустить свою задачу, даже отладочную, два-три раза в сутки считалось большой удачей (для сравнения скажем, что сейчас прикладной математик на «персоналке» может сделать за день десятки и сотни запусков, это число ограничивается только его трудоспособностью). Что касается

искусства машинных инженеров, то их способности вылавливания сбоев по миганиям тысяч лампочек и по звуковым сигналам были доведены до фантастического уровня. В ночные смены (забытое время!) на «всякий пожарный» стояла дежурная машина, чтобы при необходимости съездить и привезти из постели одного из ведущих инженеров.

Система АЛЬФА включала первый в мире оптимизирующий транслятор, а также специальные средства экономии памяти, обеспечивающие высокоэффективный машинный код. В рамках системы И. В. Поттосиным был встроен ДИФПРОЦ — препроцессор для автоматического выполнения операций дифференцирования. Входной язык АЛЬФА имел векторно-матричные операции и комплексную арифметику, присущие только языкам последующих поколений. Эта выдающаяся разработка инициировала многочисленные работы по теории и технологиям программирования. А один из главных ее результатов — образование «критической массы» профессионалов, породившей будущие диссертации, институты и кафедры, привлекающие новые поколения программистов.

Вторая проблемная разработка команды А. П. Ершова — это система разделения времени АИСТО-0, объединившая ресурсы комплекса из нескольких машин М-20, М-220, Минск и явившаяся прообразом современных распределенных сетевых вычислительных систем. Аван-проект был опубликован Андреем Петровичем в 1966 г. совместно с Г. И. Кожухиным и Г. П. Макаровым — главным инженером ВЦ, очень много сделавшим для технической реализации идей и автором, в частности, первой системы общей внешней памяти многомашинного комплекса. Позже к этому проекту на идейном и инженерном уровне активно подключились Ю. Л. Вишневский, Ю. В. Метляев и М. И. Нечепуренко. Система АИСТ-0 концептуально на много лет опережала уровень развития вычислительной техники, и некоторые сравнивали эту разработку с установкой на телегу ракетного двигателя. Но она была сделана и успешно функционировала! После появления в машинном парке ВЦ в 1967 г. самой мощной отечественной ЭВМ — БЭСМ-6 (заводской номер 003) она также была подключена к сети и заработала система АЛЬГИБР, обеспечивающая передачу на машину программ, оттранслированных с языка АЛЬФА на М-20. Через несколько лет была реализована и введена в эксплуатацию система программирования АЛЬФА-6 (основные авторы и разработчики — А. О. Буда, С. Ф. Богданова, Т. С. Васючкова, А. А. Грановский, П. А. Ким, А. Е. Хоперсков, В. И. Шелехов, Т. С. Янчук), созданная на основе уже многолетнего опыта и содержащая транслятор, эффективно учитывающий конструктивные особенности БЭСМ-6. Система АЛЬФА-6 широко эксплуатировалась много лет и дожила до постсоветских времен, когда БЭСМ-6 была демонтирована.

Логическим венцом первого этапа сформировавшейся Сибирской школы программирования стало проведение в Киеве и Академгородке в 1968 и 1970 гг. 1-й и 2-й Всесоюзных конференций по программированию, каждая из которых собрала более 1000 участников из самых разных городов и республик СССР. По количеству и качеству докладов учеников А. П. Ершова стал де-факто очевидным мировой уровень нового центра информатики (хотя сам этот термин был введен Андреем Петровичем в обиход несколько позже).

Разработка программного обеспечения АИСТ-0 велась под руководством И. В. Поттосина большой командой: И. С. Голосов, С. Г. Дробышевич, А. В. Замулин, И. В. Максимей, Н. С. Водопьянова, Н. А. Калинина, О. Н. Малькова и др.

Следующий крупный проект отдела А. П. Ершова — многоязыковая система программирования БЕТА — был также пионерской разработкой, впервые анонсированной в 1971 г. Его прозрачная идея заключалась в создании универсального программирующего мета-процессора, переводящего тексты с различных входных языков на единый внутренний язык, с которого алгоритмы далее обрабатываются универсальным оптимизирующим транслятором, формирующим уже машинные коды на конкретные ЭВМ. К этому времени уже появились языки нового уровня программирования типа АЛГОЛ-68, PL-I, и шли дискуссии о путях развития математического обеспечения ЭВМ 4-го поколения.

Цели проекта БЕТА были весьма амбициозными, и его название некоторыми коллегами по профессии шутливо расшифровывалось как «Большая Ершовская Трансляторная Авантюра». Разработка проекта длилась около 10 лет, и среди участников работ можно

назвать некоторые не упоминавшиеся выше имена: А. А. Берс, В. В. Грушецкий, В. Н. Касьянов, Л. А. Корнева, С. Б. Покровский, В. К. Сабельфельд, Г. Г. Степанов, М. Б. Трахтенброт, М. И. Шварцман.

Проект БЕТА инициировал новые методологические работы по формализации семантики входных языков, по методам декомпозиции, синтеза и оптимизации программ, выполненные Андреем Петровичем совместно с В. В. Грушецким, С. Б. Покровским и И. В. Поттосиным в 1973–75 гг. Система БЕТА была доведена до уровня пробной реализации, а полномасштабной разработки такого супертранслятора в мировой практике не было и до сих пор.

Перечислим еще ряд направлений работ отдела программирования, каждое из которых имело далеко идущие последствия. Серия разработок специализированных языков и систем программирования — СИГМА, ЭПСИЛОН, РИГА, ЛИСП, СЕТЛ, выполненных А. Ф. Раром, В. Л. Катковым, И. А. Мельчуком, Д. Я. Левиным, Л. В. Городней, А. Б. Хоперсковым и другими для задач обработки символьной информации и общения с ЭВМ на естественном языке, привела к появлению проблематики искусственного интеллекта, в которой одним из идеологов стал А. С. Нариньяни. Инициативная публикация А. П. Ершова по параллельному программированию в 1971 г. стимулировала появление цикла теоретических и практических работ по вопросам распараллеливания, где вырос свой лидер — В. Е. Котов. Личным знаменательным достижением Андрея Петровича стала концепция смешанных вычислений в рекурсивных схемах программ (опубликованная впервые в 1978), за которую он был удостоен премии АН СССР имени Чебышева. В 1976 г. А. П. Ершовым озвучена идея вычислительных центров коллективного пользования, на которой мы остановимся подробнее несколько позже. В 1978 г. были опубликованы (совместно с В. П. Ильиным) основные концепции, определения и спецификации пакетов прикладных программ (ППП), которые стали нарицательным именем технологии решения прикладных задач. В 1977 г. Андрей Петрович пишет препринт о системах программирования для мини- и микро-ЭВМ — прообразов будущих персональных компьютеров. О широте и глубине охвата круга исследуемых вопросов и оригинальности подходов к их решению ярко свидетельствует простое перечисление названий публикаций А. П. Ершова с коллегами: «Методологические и вычислительные аспекты роботов с искусственным интеллектом», «Откуда берутся люди, способные создавать надежное программное обеспечение», «Эволюция языков программирования», «Пути программирования в СССР», «О сущности трансляции», «Предмет теоретического программирования как математической науки», «Современное состояние теории схем программ», «Актуальные проблемы вычислительных наук», «О человеческом и эстетическом факторах в программировании», и т. д. Огромное пропагандистское значение для страны имели выступления и публикации Андрея Петровича в газетах, научно-популярных журналах, энциклопедиях, а также переводы и обзоры работ ведущих зарубежных ученых.

Одним из главных дел жизни А. П. Ершова стала школьная информатика, в которой он был и начинателем, и вдохновителем, и организатором. Здесь манифестом явился препринт ВЦ СО АН СССР от 1979 г., написанный им совместно с Г. А. Звенигородским и Ю. А. Первиным — самоотверженными подвижниками на новом поприще информатики. Несмотря на очевидное социальное и общенародное значение «всеобщей компьютерной грамотности», новое дело пробивалось в родном институте с большим трудом, и некоторых сотрудников неприятно раздражала замелькавшая в коридорах неугомная ребятня. Дошло даже до того, что на заседании Ученого совета, который вел И. М. Бобко — будущий директор Института информатики Академии педагогических наук, защита кандидатской диссертации Г. А. Звенигородского (первой, наверное, в мире профессиональной работы по школьной информатике) была с треском провалена при тайном голосовании. Но Андрей Петрович донес знамя школьной информатики до победного конца. Была создана система Школ Юных Программистов (ШЮП), по сути превратившаяся во всесоюзный и даже международный клуб работы с детьми, увлеченными компьютерами. Были созданы системы компьютерной графики и языки начального обучения программированию РОБИК, РАПИРА. Все это стало базой для новой школьной дисциплины «Основы информатики и вычислительной техники».

Были разработаны учебник и методические пособия для школьных учителей, а также сборники заданий по практикуму на ЭВМ.

Будучи беспартийным, А. П. Ершов добился личной встречи по проблеме школьной информатики даже с Генеральным секретарем КПСС М. С. Горбачевым, и Академгородок по праву стал на много лет методическим центром школьного, а затем и высшего, образования по информатике.

Перейдем теперь к более прикладным областям информатики, связанным с обеспечением вычислительных экспериментов, методологией и технологиями математического моделирования. Фактически в 60-е — 80-е годы зародилось новое направление человеческой деятельности, в котором переплелись и фундаментальные проблемы, и не менее актуальные технические вопросы. А связано это с тем, что вычислительная математика и информатика, будучи порождением математических абстракций, стали реальным орудием познания во всех производственных и социальных сферах.

Одним из центров кристаллизации зарождающейся научной области стал сформированный и возглавляемый Николаем Николаевичем Яненко Отдел механики сплошных сред ВЦ СО АН СССР. Организационно он существовал с 1964 г. до 1976 г., после чего практически все его сотрудники перешли в Институт теоретической и прикладной механики СО АН СССР, директором которого тогда стал Н. Н. Яненко. Ядро отдела МСС составляли Ю. А. Березин, А. Н. Валиуллин, Ю. Н. Ватолин, Г. В. Гадиак, Г. В. Демидов, В. М. Ковеня, В. П. Колобов, А. Н. Коновалов, Б. Г. Кузнецов, В. Е. Петренко, В. М. Фомин, В. П. Шапеев, Ю. И. Шокин, И. К. Яушев — ученые с разными интересами и судьбами, но все — внесшие существенный вклад в становление оригинальной вычислительной школы, по праву носящей имя Н. Н. Яненко. Николай Николаевич организовал также кафедру численных методов механики сплошных сред НГУ, профессорско-преподавательский штат которой фактически состоял из сотрудников его отдела.

Проблематика механики сплошных сред всеобъемлюща: гидро- и газодинамика, упругость твердого тела и пластичность, фильтрация многофазных сред и физика плазмы. Все эти задачи, как правило, имеют экстремальную вычислительную сложность, характеризующуюся высокой размерностью, большим количеством неизвестных функций, сильной нелинейностью процессов и неоднородностью материальных свойств. Ситуация кардинально усугубляется (что было характерно для советских доперестроечных времен), когда заказчиками являются разработчики «средств новой техники», т. е. представители оборонных министерств, что однозначно определяет жесткие требования к точности, сжатые сроки и так называемую «военную приемку».

И вот, из конкретных жизненных условий возник вопрос почти гамлетовского звучания: как на существующем техническом и программном обеспечении решать большие задачи? А если этот вопрос трансформировать, то получается новая научная проблема — какой должна быть архитектура вычислительной системы, инструментальных и прикладных программных комплексов, чтобы эти задачи решались эффективно.

Эти вопросы стали активно обсуждаться на семинарах отдела МСС, которые благодаря организационной деятельности Николая Николаевича переросли во всесоюзные. Впечатляет даже простое перечисление тематики всесоюзных семинаров и школ, руководителем которых был Н. Н. Яненко: модели механики сплошной среды, аналитические методы в газовой динамике, численное решение задач вязкой несжимаемой жидкости, решение задач теории упругости и пластичности, численное решение задач фильтрации многофазной жидкости, комплексы программ для задач математической физики.

а последним впоследствии утвердилось название — Семинар по пакетам прикладных программ в задачах математической физики. Его восемь сессий-совещаний, прошедшие за 1971–83 гг. в Новосибирске, Иркутске, Таллине, Днепропетровске, Ташкенте и других городах СССР, вовлекли сотни ведущих специалистов страны, включая академиков А. А. Самарского, О. М. Белоцерковского, Н. Н. Моисеева и сыграли незаменимую методологическую и организационную роль в становлении и развитии отечественной вычислительной информатики.

Именно на этих заседаниях, проходивших зачастую в острых и эмоциональных дискуссиях (что вообще было характерно для стиля Н. Н. Яненко) вырабатывались основные понятия, определения и методологические принципы, заложившие фундамент новой дисциплины, получившей недавно официальный статус специальности «математическое моделирование». Дело доходило до философских споров, например, — является ли программный или математический модуль объективной реальностью?!

Н. Н. Яненко, совместно с А. Н. Коноваловым, В. И. Карначуком и другими, ввел и развил ряд основополагающих концепций и положений. В 1972–73 гг. он сформулировал свою знаменитую технологическую цепочку современной вычислительной математики: реальное явление → его математическая модель → численный алгоритм → программа, реализующая этот алгоритм → вычисления по этой программе → анализ результатов. Отсюда возникает задача систематизации и оптимизации методов, применяемых на каждом из взаимосвязанных шагов технологической цепочки, установления определенных соотношений между элементами этих структур и глобальной оптимизации всей вычислительной цепочки. «Это уже есть переход к новой технологии производства программ, которую можно назвать глобальным программированием», — данная цитата из работы Н. Н. Яненко 1980 г. сохраняет актуальность и сегодня, поскольку поставленные 20–30 лет назад вопросы остаются открытыми по сей день. А проблема заключается в кардинальном повышении производительности труда математика-программиста, являющейся черепашей на фоне экспоненциально бурного роста мощностей вычислительной техники.

На основе модульного анализа задач и алгоритмов математической физики были созданы технологические парадигмы и конкретные разработки пакетов прикладных программ, включающих развитые системные и функциональные наполнения. Коллегами Н. Н. Яненко (В. М. Ковеня, А. П. Лымарев, А. Д. Рычков и др.), уже в составе ИТПМ СО АН СССР, были реализованы крупные программные комплексы АРФА, ИСТОК, ВАМЕР и СПРУТ для научных исследований в области аэродинамики и гидродинамики, построенные на передовых по тем временам принципах архитектур и организации эксплуатации. Под руководством А. Н. Коновалова большим коллективом разработчиков (Н. И. Горский, Г. В. Шустов, А. И. Бугров, Л. Б. Чубаров и Э. В. Чубарова, Ж. Л. Коробицына и др.) была создана серия ППП с развитыми системными компонентами: ЗЕРКАЛО — для решения двумерных и трехмерных задач теории упругости при моделировании деформаций крупногабаритных оптических изделий, НЕФТЬ — для расчета фильтрационных процессов при вторичных способах добычи нефти с помощью ее вытеснения водой.

При поддержке Николая Николаевича Ю. И. Шокин со своими учениками развил цикл теоретических и экспериментальных исследований по интервальному анализу, для которого были разработаны актуальные программные комплексы.

Можно напомнить также ещё одну, знаковую, работу Н. Н. Яненко (совместно с В. П. Шапеевым и В. П. Ильиным), связанную с интеллектуализацией построения алгоритмов, а именно — автоматическим выводом разностных схем высокого порядка точности на основе машинных символьных преобразований.

Николай Николаевич — один из первых математиков в мире, кто профессионально занялся распараллеливанием алгоритмов — главным стратегическим направлением вычислительной математики в эпоху многопроцессорных суперкомпьютеров. Еще в 1977 г. им (совместно с А. Н. Коноваловым) опубликована статья об организации параллельных вычислений и «распараллеливании прогонки». Здесь обнаружилось то счастливое обстоятельство, что изобретенный Н. Н. Яненко 20 лет назад метод дробных шагов идеально реализуется на многопроцессорных вычислительных системах. Но здесь возникает другое узкое место — временные потери при межпроцессорных коммуникационных обменах большими объемами информации, и Николай Николаевич активно обсуждает вопросы компьютерных архитектур с ведущими отечественными разработчиками ЭВМ. Большое внимание он уделял алгоритмическому обоснованию перспективности создания высокопроизводительных специализированных процессоров параллельного действия для решения определенных классов задач математической физики.

Работы Н. Н. Яненко были широко известны и имели высочайший рейтинг за рубежом. Он имел многочисленные творческие контакты с ведущими учеными мира, активно участвовал в рабочей группе Международной федерации по обработке информации (ИФИП). Необходимо отметить, что основные зарубежные контакты Николая Николаевича приходились на период «холодной войны», и в личных дискуссиях он с открытым забралом шел на обсуждение острых вопросов, отстаивая свою патриотическую и партийную позицию.

3. Альма-матер

Результаты отделов А. П. Ершова и Н. Н. Яненко в значительной степени определяли лицо Вычислительного центра СО АН СССР. Но их плодотворная деятельность протекала на фоне высокой научной активности и других коллективов института. Уникальная творческая атмосфера и стратегическая политика были созданы Гурием Ивановичем Марчуком. Руководимый им Отдел физики атмосферы и океана (ФАО) взялся за решение глобальной задачи, которая, возможно, является сложнейшей из существующих в природе, поскольку включает проблемы от изменения климата Земли до изучения локальных мезометеорологических процессов. Здесь в общем случае необходимо учитывать и солнечную активность, и загрязнение атмосферы, и особенности рельефа, и характеристики растительного покрова, и подводные течения, и т. д.

Сопутствующими обстоятельствами являются малая изученность взаимосвязи различных физических процессов, а также недостаточность исходной информации для расчетов, определяемая существующей сетью метеостанций и космических наблюдений, данные которых требуют особых усилий для их адаптации к требованиям моделирования. Г. И. Марчуком были предложены феноменологические модели для учета многочисленных эффектов, а также численные методы для решения соответствующих систем дифференциальных уравнений, после чего начался коллективный труд по написанию и отладке пакетов прикладных программ, тестированию новых алгоритмов и расчету реальных процессов, осмысливание результатов и бесконечные усовершенствования как моделей, так и методов. Первым осязаемым этапным результатом этих титанических усилий была разработка и сдача в производственную эксплуатацию в 1967 г. оперативной системы краткосрочного (до трех суток) прогноза погоды Западно-сибирского региона (разработчики — Г. Р. Контарев и Г. С. Ривин). Компьютеры ВЦ были соединены кабелем с Новосибирским гидрометеоцентром, и дважды в сутки проходили сеансы обмена исходными метеоданными и результатами расчетов.

Однако не ФАО единым занимался директор ВЦ. В 1965 г. он сформировал лабораторию со странным названием — автоматизация построения алгоритмов, первым руководителем которой был В. Л. Катков. Ее сотрудники Б. А. Загацкий, М. М. Бежанова, Т. А. Темноева, в отличие от сотрудников отдела Н. Н. Яненко, подходили к проблеме пакетов прикладных программ со стороны системного программирования, где они были профессионалами. И развитая ими оригинальная методология была воплощена в ряде пионерских прикладных программных разработок, которые долгое время после своего появления цитировались на разных конференциях и в публикациях. В. Л. Катковым была разработана система КИНО, осуществляющая анализ групповых свойств дифференциальных операторов в соответствии с теорией академика Л. В. Овсянникова. В. Л. Катковым же реализована по идеям С. К. Годунова экспериментальная система автоматизации построения и визуализации «красивых» сеток для дискретизации краевых задач в сложных расчетных областях. М. М. Бежанова создала систему ТЕНЗОР для автоматизации матрично-векторных операций и решения базовых задач вычислительной алгебры, которая в определенном смысле явилась прообразом современного всемирно известного пакета программ MATLAB. Б. А. Загацкий и Т. А. Темноева, уже после своих переездов в Москву и Димитровград, внесли весомый вклад в автоматизацию математического моделирования для задач ядерной энергетики.

В 1968 г. опубликована единственная совместная работа Г. И. Марчука и А. П. Ершова, посвященная проблематике вычислительных технологий. Это был их доклад на конгрессе ИФИП в Нью-Йорке о методологиях взаимодействия человека с ЭВМ при решении сложных

задач математической физики. По сути это была первая постановка вопроса об интеллектуальном пользовательском интерфейсе.

В 60-е и 70-е годы различными коллективами Вычислительного центра были созданы многочисленные пакеты прикладных программ для разных областей. Под руководством Ю. А. Кузнецова и А. М. Мацокина было создано несколько поколений мощной системы машинной графики СМОГ для разных ЭВМ. Большой коллектив во главе с В. А. Василенко, в который входили прекрасные математики А. Ю. Бежаев, А. Н. Ковалков, А. И. Рожено, А. С. Шадрин, реализовал свои теоретические заделы и алгоритмические находки по приближениям функций в составе ППП ЛИДА для сплайновых аппроксимаций и цифровой фильтрации данных. Этот пакет до сих пор является одним из лучших в мире по составу алгоритмов и качеству программного кода. Руководимый В. В. Пененко отдел, куда входили А. Е. Алоян, Н. Н. Образцов, А. В. Протасов, Ф. Г. Светлакова, Е. А. Цветова, В. В. Чекурова, создал большой программный комплекс АТОС (атмосфера, океан, окружающая среда) — одну из первых, если не первую в мире по полноте моделей, систему для мониторинга экологических процессов. Большая группа авторов — ученики С. К. Годунова — А. Г. Антонов, А. Я. Булгаков, О. П. Кирилюк, В. И. Костин, А. Н. Малышев, перешедшие позже в Институт математики СО РАН, разработали серию уникальных алгоритмов вычислительной алгебры, вошедших в библиотеку программ ПОЛИНА, реализующую матрично-векторные задачи с гарантированной (!) точностью на основе предварительного анализа спецификаций конкретной ЭВМ и свойств устойчивости или неустойчивости каждого расчетного этапа. В лаборатории математических задач химии под руководством В. И. Дробышевича Л. В. Яушевой и Л. А. Рапацким был создан ППП ТЕМП, представляющий собой иерархический набор математических моделей физических и кинетических процессов в каталитических реакторах и включающий в себя макропроцессор, осуществляющий сборку и настройку программных «кирпичиков» по исходным данным конкретной задачи.

В лаборатории автоматизации построения алгоритмов, в которую после 1968 г., вместе с В. П. Ильиным, пришли новые люди — Б. И. Голубцов, В. М. Свешников, Е. А. Ицкович, А. Л. Урванцев, С. П. Гололобова, В. Я. Иванов, Н. И. Горбенко, А. Н. Юдин, М. В. Урев и многие другие, — за долгие годы коллективной работы было фактически создано направление вычислительной электрофизики, включающее задачи моделирования высоковольтной аппаратуры, электронно-оптических и полупроводниковых приборов, ускорителей, электронных и ионных пушек, средств сильноточной СВЧ-электроники и т. д. Для расчетов различного типа устройств было разработано большое количество программных пакетов — КСИ-БЭСМ, ЭРА, ЭФЕС, ЭФИР, ЭДС и другие, — осуществляющих автоматизацию всех этапов вычислительного процесса: двумерное и трехмерное геометрическое моделирование, построение сеток и аппроксимаций в сложных расчетных областях, линейные и нелинейные итерационные процессы, а также средства интеллектуального графического интерфейса с управлением численными экспериментами. Пользователями этих пакетов были более 100 организаций из разных городов и республик СССР, в значительной степени из оборонных министерств.

Г. И. Марчук лично курировал большой отдел АСУ (автоматизированные системы управления), заведующим которого был И. М. Бобко. Это направление было особенно важно для экономики в масштабе всей страны, и ему неизбежно придавалось политическое значение. Надо вспомнить, что первые в мире ЭВМ создавались в интересах оборонных задач для проведения экстремальных объемов вычислений (ядерные проекты, ракеты, космос). Но когда в компьютерах естественным образом появилась большая память, то сразу пришло понимание, что хранение и обработка экстремальных объемов ценной информации — это не менее важный стратегический ресурс.

Как это обычно бывало в советские времена, под руководством партии началась всеобщая компания по установке на заводах и больших предприятиях ЭВМ и АСУ. Поскольку поспешность уместна не всегда, здесь случались передержки и спекуляции, когда желаемое выдавалось за действительное. Однако, созданные отделом И. М. Бобко автоматизированные системы БАРНАУЛ (на машинах М-220) и СИГМА (на ЕС ЭВМ) успешно внедрялись и функционировали в сотнях организаций страны. Основными разработчиками этих АСУ были

Г. И. Забиняко, В. П. Кузнецов, В. В. Марусин, И. В. Недоспасов, Г. А. Сидорова, В. Г. Шарапов. Различные постоянно совершенствующиеся подсистемы включали оперативное управление и отчетность, календарное планирование, расчет зарплаты, материально-техническое снабжение и т. д. Авторы этих разработок удостоены премии Совета Министров СССР и Государственной премии.

Заботы отдельных подразделений Вычислительного центра не заслоняли общей проблемы, имеющей животрепещущее значение не только для института, но и всего Сибирского отделения АН. Это — создание фабрики машинного времени, бесперебойно обеспечивающей потребности организаций Академгородка, а также Новосибирска и даже Западносибирского региона. По совокупным мощностям компьютерного парка и по уровню их эксплуатации ВЦ был одним из крупнейших центров в стране и по праву служил визитной карточкой Академгородка. Сюда водили именитых гостей. Сюда поступали новейшие отечественные ЭВМ, здесь по жестким техническим нормам оборудовались машинные залы, спецпомещения для магнитных барабанов и магнитных лент, громоздких энергетических агрегатов. В разные времена здесь работало от трех до четырех уникальных БЭСМ-6. Эта ЭВМ в конце 60-х была мощнейшей в стране и прослужила немислимые для революционной компьютерной эпохи 25 лет! В ВЦ были также все марки крупнейших ЕС ЭВМ и многочисленные минимшины типа СМ-4. Диспетчерская служба с приемом задач, распределением машинного времени и выдачей результатов расчета представляла собой хорошо налаженный конвейер, вовлекавший ежедневно сотни и тысячи пользователей.

Вопреки индивидуалистским стремлениям каждого пользователя самому попасть на ЭВМ, пропустить задачу и «живьем» получить результат, дирекцией ВЦ поистине с диктаторской дисциплиной была внедрена система распределения машинного времени, автоматически раскидывающая поток задач по вычислительной сети, реализующая работу общей внешней памяти и обеспечивающая строгий контроль за этим высокотехнологичным процессом. Её организация была крупной научно-производственной проблемой, и ее решение состоялось в форме проекта ВЦКП (вычислительный центр коллективного пользования), разработанного в кратчайшие сроки. За эту работу ее авторы О. В. Москалев, Л. Б. Эфрос, Ю. В. Метляев были удостоены премии Совета Министров СССР.

В рамках этой программы были выполнены важнейшие технические работы, имеющие огромное значение для информатизации Новосибирского научного центра по сей день — прокладка подземной кабельной сети, соединившей между собой ведущие институты СО РАН. Следует отметить большой организационный вклад в это дело И. И. Гейци. Роль ВЦКП для Академгородка настолько возросла, что он был выделен в самостоятельную организацию — ГПВЦ (Главный производственный вычислительный центр СО АН СССР).

Знаменательно, что в Вычислительном центре начинались также пионерские работы по распараллеливанию вычислений. В области теории параллельного программирования классические результаты принадлежат В. Е. Котову и А. С. Нариньяни, предложившим одну из первых моделей параллельных программ, исследовавшим условия отсутствия конфликтов и преобразования последовательных программ в параллельные. В 1980 г. на Конгрессе ИФИП в Токио Г. И. Марчуком и В. П. Ильиным был сделан доклад о сравнительной эффективности распараллеливания базовых вычислительных методов математической физики. В 80-е годы в институте активно эксплуатировались отечественные многопроцессорные машины ПС-2000 и ЕС-1068. На них приобретался первый ценный опыт распараллеливания алгоритмов, решались методические и практические задачи и даже защищались кандидатские диссертации. Под руководством Н. Н. Миренкова были созданы системные комплексы Обь, Иня и Мапекс для поддержки различных этапов параллельных вычислений.

Последняя крупная концептуальная разработка Вычислительного центра, на которой мы остановимся, — проект МАРС (Модульные Асинхронные Развиваемые Системы). Идея построения компьютеров следующих поколений была опубликована Г. И. Марчуком и В. Е. Котовым в 1978 г. Ее фундаментом было рассмотрение компьютерной архитектуры как естественной реализации модели вычислений с параллелизмом и децентрализацией

обработки потоков данных, асинхронностью взаимодействия устройств и информационных процессов, иерархичностью и модульностью компонент.

Разработка аппаратуры для прототипного параллельного компьютера началась в 1981 г. коллективом под руководством Ю. Л. Вишневого в кооперации с промышленностью, представителем которой выступал московский ИТМиВТ АН СССР. В процессе реализации проект претерпевал модификации и менял названия: Мини-МАРС, МАРС-М, МАРС-Т, — а также включал отдельные самостоятельные разработки. Во главе с А. Г. Марчуком осуществлялся проект «Кремниевый компилятор» — программный комплекс для автоматизации проектирования СБИС — сверхбольших интегральных схем. С целью описания архитектуры параллельных компьютерных систем для кремниевого компилятора были созданы языки ПОЛЯР и C-plus (расширение языка C, созданное независимо от C++). Был также разработан базовый язык параллельного программирования БАРС. Была спроектирована и реализована рабочая станция КРОНОС на основе 32-разрядного процессора, ориентированного на быстрое выполнение команд языков высокого уровня. В рамках проекта был также создан графический спецпроцессор на базе устройства ГАММА.

В начале восьмидесятых годов цивилизованный мир находился в состоянии шока от «японского вызова» — шумно объявленного национального проекта Японии по созданию новых суперкомпьютеров. После этого аналогичные правительственные программы публиковались и дискутировались в США и западноевропейских странах. В нашей стране проект МАРС был поддержан на высоком уровне — от ГКНТ (Государственный комитет по науке и технике СССР), председателем которого был тогда Г. И. Марчук, до Генерального секретаря ЦК КПСС М. С. Горбачева. В 1985 г. постановлением правительства был создан на три года Временный научно-технический коллектив (ВНТК) СТАРТ, финансируемый в социалистических условиях специальным образом. Основой коллектива были команды из ВЦ СО АН под руководством В. Е. Котова, А. С. Нариньяни и Е. П. Кузнецова. Кроме того, в СТАРТе были «бригады» из Таллина, Киева, Северодонецка и Москвы. По истечении намеченного срока, в 1988 г. ВНТК СТАРТ успешно сдал результаты работ межведомственной комиссии и прекратил свое существование.

Мы коснулись только результатов работы подразделений ВЦ СО АН в поле деятельности информатики. За кадром нашего краткого обзора остаются большие отделы академиков А. С. Алексеева, М. М. Лаврентьева и члена-корреспондента РАН Г. А. Михайлова, представляющие собой оригинальные научные школы по математической геофизике, по обратным задачам, по статистическому моделированию, где тоже разрабатывались большое количество программ, ориентированных на конкретные прикладные результаты.

Вычислительный центр СО АН в пик своего развития насчитывал более тысячи сотрудников и явился уникальной кузницей научных кадров, делегируя в различные институты, города и страны либо отдельных ученых, либо целые десанты. Отдел Н. Н. Яненко практически полностью перешел в ИТПМ и значительно обогатил жизнь этого института. Отделы С. К. Годунова и М. М. Лаврентьева перешли в Институт математики СО АН. Ю. И. Шокин и В. В. Шайдунов привлекли в Красноярский ВЦ (ныне Институт вычислительного моделирования) значительное количество новосибирских академгородковцев. И. М. Бобко при образовании Института информатики Академии педагогических наук также опирался на «своих» специалистов. Ядро нового Института вычислительной математики РАН, сформированного Г. И. Марчуком в Москве, составляли бывшие сибиряки В. П. Дымников, Ю. А. Кузнецов, В. Н. Лыкосов и многие другие. Базирующиеся на ВЦ кафедры вычислительной математики, программирования, математической геофизики и другие выпустили сотни специалистов высшей квалификации, работающих сейчас во многих городах России, ближнего и дальнего зарубежья. Среди «выпускников» ВЦ СО АН более 100 докторов наук. Наконец, уместно напомнить, что Вычислительный центр дал Президента Академии Наук СССР Гурия Ивановича Марчука и Президента АН Казахстана (У. М. Султангазин заканчивал здесь и аспирантуру, и докторантуру).

Первой самостоятельной организацией, выделившейся из состава ВЦ СО АН, было КБСП (Конструкторское бюро системного программирования, первый директор — В. Л. Катков),

переехавшее затем в белорусский город Гомель. Затем был Новосибирский филиал ИТМиВТ АН (Институт точной механики и вычислительной техники, ныне Институт программных систем, директор Г. Д. Чинин). И, наконец, независимость от ВЦ получили ИСИ им. А. П. Ершова (Институт систем информатики, директора — по очереди В. Е. Котов, И. В. Поттосин, А. Г. Марчук) и ИВТ СО РАН (Институт вычислительных технологий, директор Ю. И. Шокин). В общей сложности из ВЦ СО АН вышло более 20 директоров научных институтов.

По значению Вычислительного центра СО АН для подготовки кадров по вычислительной математике и информатике можно провести некоторую аналогию со знаменитым московским математическим семинаром академика Н. Н. Лузина, через который прошли в свои молодые годы выдающиеся ученые М. А. Лаврентьев, Л. А. Люстерник, А. Н. Колмогоров, М. В. Келдыш, С. Л. Соболев и многие другие.

4. Заключение и приглашение к дискуссии

Приведенный обзор мог бы быть написан без какой-либо правки в 1990 году, и с успехом послужил бы рапортом о достижениях советской науки и о ее еще более радужных перспективах. Однако в 2001 году он скорее звучит как ностальгия о золотом веке сибирской информатики.

Печально известное для российских ученых десятилетие наиболее пагубно сказалось на информатике, поскольку ее техническая основа — отечественная компьютерная индустрия — была разрушена практически полностью. Популярный в 80-е годы лозунг «догнать и перегнать Америку» надолго потерял свою актуальность. Положение катастрофически усугубилось на фоне глобального информационного взрыва, символизируемого завоевавшей за 15 лет весь мир ордой персональных компьютеров, порождающей каждый год новых мутантов, популяция которых от скромного IBM 286 дошла до конвейерного выпуска многопроцессорных гигагерцовых чудовищ PENTIUM 3, 4 и т. д. Книжный мир заполнили глянцевые издания продукции фирмы Microsoft и других олигархов от компьютерного маркетинга. Словарный запас русского языка обогатился «хакерами», «принтерами», «драйверами», «сканерами» и прочими шедеврами технического бума. Отсутствие здесь хоть единого национального термина очень образно свидетельствует, что наша страна стоит на обочине бурного информационного потока.

Наибольшие потери (страшно написать «невосполнимые») понесла сибирская информатика в кадрах. Невостребованность российской науки собственным правительством, с одной стороны, и мировой дефицит высококвалифицированных программистов-математиков — с другой, — привели к вымыванию из наших академических институтов наиболее активных по характеру профессионалов молодого и среднего возраста (в медицине есть термин «остеопороз» — вор костной ткани, образующий необратимые изменения организма). В советские времена имел хождение тезис, что недостаток отечественных вычислительных мощностей мы компенсируем национальными особенностями интеллекта, который зиждется на исторических корнях российской Академии и образования. Однако сейчас такие утверждения могут привести к опасным заблуждениям, так как анализ публикаций основных русско- и англоязычных журналов, а также списков докладов и участников международных конференций показывает, что в современных информационно-вычислительных технологиях (и особенно в их фундаментальных концепциях!) российские имена уже давно не фигурируют на заглавных позициях, и эта тенденция склонна к усугублению.

Факультеты и кафедры, связанные с Computer Science, собирают много хороших студентов, но отнюдь не потому, что научные организации могут предложить выпускнику достаточную для нормального существования зарплату. Молодой энергичный человек знает, что с хорошим знанием компьютера, английского языка и российским дипломом он без затруднений найдет несколько интересных для себя предложений на международном рынке труда. А зачастую для этого даже не требуется пересекать государственную границу, поскольку мелкие и крупные иностранные фирмы сочли более выгодным нанимать 244

квалифицированную рабочую силу и размещать заказы на месте, экспортируя только виртуальный программный продукт.

В новосибирском Академгородке к 2001 году сложился феномен под названием «Силиконовая тайга» (производная от калифорнийской «кремниевой долины», держащей мировой рекорд по плотности размещения компьютерных фирм), заключающийся в том, что уже около 2000 профессиональных программистов работают здесь в зарегистрированных иностранных «софтовых» фирмах, получая зарплату, которая намного меньше, чем в Америке, но в десять и более раз превосходит российские бюджетные ставки.

Наименование «Вычислительный центр» сейчас осталось только за неизменной автобусной остановкой, а его академическими преемниками являются три института СО РАН: ИВМиМГ, ИВТ и ИСИ,— два последних при этом образуют Объединенный институт информатики. В Новосибирском научном центре за последние годы появились определенные точки роста в плане информатизации: новый факультет по информационным технологиям в НГУ, развитая сеть ИНТЕРНЕТ, быстрые коммуникационные каналы, суперкомпьютерный центр коллективного пользования СО РАН, значительные информационные ресурсы, — которые вполне достаточны для успешных годовых отчетов и различных проверок институтов комиссиями. Общее руководство и координация работ по данным направлениям возложены на Объединенный ученый совет СО РАН по математике и информатике, возглавляемый академиком А. С. Алексеевым. Однако серьезный профессиональный анализ состояния фундаментальных исследований, прикладных работ и подготовки кадров (треугольник М. А. Лаврентьева!) по информатике неизбежно ставит многочисленные «но» и выходит за рамки данной статьи. Надо только констатировать, что условный «Вычислительный центр» перестал быть визитной карточкой Сибирского отделения РАН. Можно поставить следующий вопрос: имеются ли объективные условия для устойчивого развития фундаментальных и прикладных исследований по информатике в СО РАН и выхода их на передовой мировой уровень? Если да, то как перейти от извечной российской проблемы «Кто виноват?» к более конструктивной «Что делать?» Ответы остаются открытыми.

ЕРЕВАН

С. А. Нигяян

Об Ереванской школе программирования

Пятидесятые годы прошлого столетия были ознаменованы для СССР созданием первых электронных вычислительных машин, повсеместной организацией вычислительных центров и основанием кафедр вычислительной математики, призванных готовить требуемые кадры. В ногу с этим временем жила и Армения.

В 1956 году, во многом усилиями директора Всесоюзного НИИ электромеханики, академика АН Армянской ССР Андроника Гевондовича Иосифьяна, в Ереване был создан НИИ математических машин (ЕрНИИ ММ), задачей которого была разработка ЭВМ как общего, так и специализированного назначения. Первым директором ЕрНИИ ММ стал член-корреспондент АН СССР Сергей Никитович Мергелян, впоследствии, в 1959 году, вошедший в первый состав Научного совета по кибернетике АН СССР. Его деятельность по организации ЕрНИИ ММ нашла своё отражение в закрепившемся в народе названии этого института как «институт Мергеляна». В конце 1957 года в рамках Академии наук Армении был организован Вычислительный центр.

Статья написана специально для данного сборника

Возникла проблема воспитания собственных для Армении кадров программистов, умеющих использовать уже существующие ЭВМ, и создавать новые. Так случилось, что в

обсуждении этой проблемы принял участие Алексей Андреевич Ляпунов, который в первой половине 1957 года посетил Ереван в составе делегации московских учёных. В то время Алексей Андреевич профессорствовал на кафедре вычислительной математики МГУ и уже имел неофициальный титул отца отечественной кибернетики. Его рекомендации были чрезвычайно весомы. Они-то и потребовались руководству Ереванского государственного университета, планировавшему открыть кафедру вычислительной математики и видевшему препятствие этому в отсутствии подходящих для кафедры специалистов и, в первую очередь, её организатора. Алексей Андреевич порекомендовал на эту роль свою ученицу Римму Ивановну Подловченко, обещая при этом свою помощь в подготовке специалистов будущей кафедры.

Осенью 1957 года в Ереванском государственном университете была открыта кафедра вычислительной математики. С января 1958 года её возглавила Римма Ивановна. В деятельности кафедры вообще и особенно в первую трудную пору её становления принципиальную роль сыграла «закваска», полученная Р. И. в годы её учебы в МГУ и работы в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР, где в то время, под руководством Сергея Алексеевича Лебедева, шли работы над первой в стране большой электронной вычислительной машиной — БЭСМ. На первых порах кафедра состояла из полутора штатных единиц (кроме заведующего кафедрой, сотрудником на полставки был Т. М. Тер-Микаэлян, соавтор монографии [1] — одного из первых учебников по ЭВМ и программированию). Предстояло читать курсы лекций по численным методам, курс по ЭВМ и программированию, сопровождая их практическими занятиями. Приходилось подыскивать совместителей, делать разработки к практическим занятиям и постоянно заботиться о подготовке кадров для кафедры. Алексей Андреевич поддерживал Р. И. не только морально и не только советами. Он сразу же взял на воспитание в аспирантуру одного из выпускников ЕрГУ (Ж. О. Аветисяна) и через год — на стажировку пятикурсника Р. Н. Тонояна с тем, чтобы подготовить его к аспирантуре. И тот действительно стал аспирантом Алексея Андреевича. Кафедра вычислительной математики МГУ помогала при любом обращении к ней. В частности, были случаи, когда Р. И. вывозила своих студентов на практику в Вычислительный центр МГУ, возглавляемый проф. И. С. Березиным, который активно помогал в преодолении разных формальностей, сопутствующих этому мероприятию.

Шли годы, кафедра крепла. Главное в том, что она бесперебойно поставляла своих выпускников во все учреждения, где была нужда в квалифицированных специалистах по прикладной математике и программированию, и эти выпускники шли нарасхват. Через десять лет после учреждения кафедры Р. И. передала её заведывание Р. Н. Тонояну, защитившему к тому времени кандидатскую диссертацию, и использовала высвободившееся время для развития научной работы кафедры. До этого жизнь кафедры протекала в рамках работ над курсовыми и дипломными проектами. Научные семинары были нерегулярными. Истинным праздником были приезды Алексея Андреевича. Он выступал с докладами по проблемам кибернетики вообще, по задачам, стоящим в математической биологии в частности, и на эти доклады стекались слушатели со всего Еревана. За короткое время своего пребывания в Ереване Алексей Андреевич успевал побеседовать с великим множеством лиц, вникнуть в тематику студенческих работ и обсудить их с авторами. Но напрашивалась регуляризация научной жизни. Р. И. бесценно читала лекции по ЭВМ и программированию, которые всегда отражали понимание этого предмета как науки и вместе с тем содержали необходимые практические наставления. Недаром очень многие специалисты в Армении в области компьютерных и смежных наук, прослушавшие эти лекции, считают себя её учениками. На кафедре царил дух научной атмосферы, впитанный ею в Москве и поддерживаемый непрерывающимися связями с ведущими в стране коллективами ученых, работающими в области информатики. В 1971 году из кафедры вырос факультет прикладной математики.

Регулярные научные семинары по вопросам программирования зарождались как студенческие. Но к концу шестидесятых годов у Р. И. появились собственные аспиранты, и семинары стали расширяться по составу их участников и набирать силу. Неизменным руководителем этих семинаров вплоть до 1993 года (до своего возвращения в Москву) была

Римма Ивановна... В руководстве аспирантами она следовала примеру Алексея Андреевича — старалась расширить кругозор воспитанников, предоставляя им свободу для выбора собственной научной тематики. Кандидатский минимум аспирантов включал абстрактную алгебру, теорию алгоритмов и специальные вопросы математической теории вычислений. Семинары проводились не менее двух раз в неделю. На них реферировались самые последние работы по теоретическому программированию и примыкающим вопросам, причем реферирование было очень подробным и всегда сопровождалось бурной дискуссией. На семинар по вопросам программирования приходило и приезжало много народу, но постоянными участниками все эти годы были три ученика (аспиранта) Риммы Ивановны — Г. Н. Петросян, В. Е. Хачатрян, С. А. Нигиян. Они составляли ядро научного семинара, его костяк. Результаты их собственных исследований регулярно «обкатывались» на заседаниях семинара, вписываясь в широкий спектр обсуждаемых вопросов.

Наш семинар был тесно связан с другими школами программирования. С докладами к нам приезжали проф. А. А. Летичевский, проф. Я. М. Барздинь, проф. Б. А. Трахтенброт, акад. А. П. Ершов, чл.-корр. С. С. Лавров. В этих случаях состав семинара существенно расширялся — приглашались сотрудники Вычислительного центра АН Армении и ЕрНИИ ММ, где было много выпускников нашей кафедры, а позднее — выпускников факультета прикладной математики. Докладчиков привлекала общая атмосфера семинара и профессиональная подготовленность его участников. Последнее, например, сказалось в том, что именно у нас впервые была подмечена связь смешанных вычислений, о которых рассказывал А. П. Ершов, с известной s - m - n теоремой Клини.

Систематический характер носили научные связи со школой В. М. Глушкова — А. А. Летичевского и со школой А. П. Ершова. Обмен только что полученными результатами и вытекающими из них задачами не единожды приводил к ситуации, когда над одной и той же задачей трудились и ереванцы, и представители этих школ. Однако коллизий не возникало никогда.

Таким образом, отечественные результаты в теории программирования, как правило, были доступны задолго до их публикации. А благодаря А. П. Ершову, имевшему личные контакты с зарубежными коллегами, их труды достигали нас тоже своевременно. Здесь большую роль играла дружба Риммы Ивановны и Андрея Петровича, завязавшаяся ещё в те времена, когда оба были аспирантами Алексея Андреевича. Поступлению свежих новостей с научного фронта помогали конференции и симпозиумы по программированию, проходившие в те годы регулярно. Римма Ивановна была непременным их участником и по возвращении давала обзор представленных на них докладов. А в 1979 году был создан Координационный комитет по вычислительной технике при Президиуме Академии Наук СССР под председательством Гурия Ивановича Марчука. В рамках комитета была организована комиссия по системному математическому обеспечению, которую возглавил А. П. Ершов. Комиссия состояла из нескольких рабочих групп, Р. И. была членом группы по автоматизации программирования и активно участвовала в работе группы по языкам и системам программирования. Группы состояли из ведущих специалистов в соответствующей области, заседания групп проходили регулярно и, конечно же, позволяли «держать руку на пульсе» в своей области.

Научные достижения нашего семинара, именно как школы программирования, были изложены в докладе Риммы Ивановны [2], прозвучавшем на Всесоюзном симпозиуме «Перспективы развития в системном и теоретическом программировании» (Новосибирский Академгородок, 1978 год). Но уже до этого семинар приобрел фактический статус школы. Это подтверждалось тем, что другие школы по программированию стали присылать своих питомцев на апробацию их результатов. Семинар «пропустил» через себя много кандидатских диссертаций. Среди них были работы В. Э. Иткина, А. О. Буды, В. К. Сабельфельда, М. Б. Трахтенброта — учеников А. П. Ершова, А. А. Ордяна — ученика С. С. Лаврова, А. Б. Годлевского, С. К. Шукуряна — учеников А. А. Летичевского, Ю. А. Ющенко — ученика Г. Е. Цейтлина, Е. В. Тришиной — ученицы В. Е. Котова, В. А. Захарова — ученика С. В. Яблонского. Авторы этих работ выступали с докладами на семинаре, а сколько ещё работ обсуждалось в отсутствие их авторов...

Приведем вкратце наиболее существенные результаты аспирантов Риммы Ивановны, полученные под её руководством.

Г. Н. Петросян изучал функциональную эквивалентность стандартных схем программ на подпамяти. Им [3] были описаны требования к базисным операторам и предикатам, ориентированные на выделенную подпамять, при выполнении которых проблема включения схем на этой подпамяти является разрешимой (отсюда следует разрешимость проблем эквивалентности и пустоты на подпамяти). Этот результат остается уникальным по сей день. Кроме того, Г. Н. Петросяном найден новый случай неразрешимости проблемы пустоты, следовательно, и проблем эквивалентности и включения [4].

В. Е. Хачатрян ввел отношения эквивалентности стандартных схем, отличающиеся от функциональной и обобщающие логико-термальную эквивалентность, и промоделировал их эквивалентностями схем Янова. Для введенных эквивалентностей им построены полные системы эквивалентных преобразований схем Янова в различных их классах. Из доказательства полноты извлекаются алгоритмы, разрешающие эквивалентность схем. Следствием полученных результатов является разрешимость эквивалентности многоленточных автоматов в отдельных классах. Перечисленные результаты опубликованы в [5] — [8].

С. А. Нигиян установил частичную разрешимость проблемы невключения (следовательно, и неэквивалентности) для всего класса свободных стандартных схем [9]. Доказал компактность отношения включения (следовательно и эквивалентности) в классе свободных монадических схем (случай, когда схемами используются только одноместные функциональные и предикатные символы) и в классе схем над двухячеечной памятью [10], [11]. Отсюда следует частичная разрешимость проблем невключения и неэквивалентности в последних двух классах схем.

К 1980-му году Г. Н. Петросян, В. Е. Хачатрян, С. А. Нигиян защитили свои кандидатские диссертации в ВЦ АН СССР, и Римма Ивановна стала подводить итоги собственным многочисленным публикациям. Результатом этого явилась защита ею в МГУ, в 1985 году, докторской диссертации [12]. В ней была построена концептуальная теория алгебраических моделей программ, в рамках которой была сформулирована проблематика метатеории, ведающей отбором целесообразных к изучению моделей, и собственно теории, а также продвинуто решение многих проблем, в том числе и проблемы эквивалентных преобразований схем (следует отметить, что после фундаментальной работы [13] в решении этой проблемы почти не было продвижений). В этой связи хочется отметить результат Риммы Ивановны, относящийся к моделям параллельных вычислений. В [14], [15] ею введено понятие недетерминированной схемы алгоритма (R-схемы) и построена полная система преобразований R-схем. R-схемы являются обобщением схем Янова, которые впервые были определены А. А. Ляпуновым в [16] и исследованы Ю. И. Яновым в [13].

Ереванский семинар продолжал функционировать вплоть до событий последнего десятилетия минувшего века. В январе 1993 года Римма Ивановна возвратилась в Москву. Покинули Армению и многие её ученики, в их числе Г. Н. Петросян и В. Е. Хачатрян. По возвращении в Москву Р. И. поступила на работу в НИВЦ МГУ на должность ведущего научного сотрудника. В 1994 году она была приглашена к сотрудничеству на кафедру математической кибернетики МГУ, которой заведовал С. В. Яблонский, и по настоящее время является профессором этой кафедры.

Исследования по теории программирования в Ереванском государственном университете продолжают. Они относятся к основаниям функционального и логического программирования. Эти работы возглавляет С. А. Нигиян, защитивший в МГУ в 1997 году докторскую диссертацию [17].

Литература

1. Каган Б. М., Тер-Микаэлян Т. М. Решение инженерных задач на автоматических цифровых вычислительных машинах. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1958.
2. Подловченко Р. И. О задачах, рассмотренных участниками Ереванского семинара по теоретическому программированию // Перспективы развития в системном и теоретическом программировании. Труды Всесоюзного симпозиума, Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1978.
3. Петросян Г. Н. Проблема включения на подпамяти для операторных схем и случай её разрешимости // Системное и теоретическое программирование. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1974.
4. Петросян Г. Н. Об одном базисе операторов и предикатов с неразрешимой проблемой пустоты // Кибернетика, 1974, № 5.
5. Хачатрян В. Е. Об отношении перестановочности в схемах Янова // Программирование, 1976, № 4.
6. Хачатрян В. Е. Обобщённая логико-термальная эквивалентность стандартных схем // Молодой научный сотрудник (сб. статей). Ереван: ЕГУ, 1977, № 2.
7. Хачатрян В. Е. Полные системы D-эквивалентных преобразований схем Янова // Программирование, 1978, № 3.
8. Хачатрян В. Е. Преобразования, сохраняющие D-эквивалентность схем Янова (общий случай) // Программирование, 1979, № 1.
9. Нигиян С. А. Частичная разрешимость неэквивалентности свободных схем // Программирование, 1979, № 2.
10. Нигиян С. А. Рекурсивная перечислимость неэквивалентности в классе свободных монадических схем // Молодой научный сотрудник (сб. статей). Ереван: ЕГУ, 1975, № 2.
11. Нигиян С. А. К проблеме неэквивалентности для схем с памятью // Программирование, 1979, № 5.
12. Подловченко Р. И. Моделирование программ схемами и построение полных систем преобразований схем // Дисс. на соискание учёной степени доктора физ.-мат. наук. Ереван, 1985.
13. Янов Ю. И. О логических схемах алгоритмов // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1.
14. Подловченко Р. И. Недетерминированные схемы алгоритмов // Докл. АН СССР, математика, 1972, т. 207, № 14.
15. Подловченко Р. И. Полная система эквивалентных преобразований недетерминированных схем алгоритмов // Докл. АН СССР, математика, 1973, том 212, № 1.
16. Ляпунов А. А. О логических схемах программ // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1.
17. Нигиян С. А. Функциональные и логические языки программирования (формализация, анализ, интерпретация) // дисс. на соискание учёной степени доктора физ.-мат. наук. Ереван, 1997.

Р. И. Подловченко

Воспоминания о поре ученичества у Алексея Андреевича Ляпунова

Я принадлежу к первому «полнокровному», т. е. прошедшему все три года обучения, выпуску кафедры вычислительной математики МГУ. Она была открыта на механико-математическом факультете в 1950 году.

Новая кафедра (первые два года заведовал ею профессор Б. М. Щиголев) испытывала неизбежные трудности становления. В частности, они выражались в подборе дисциплин, которым следовало обучать студентов кафедры — многие из них должны будут работать на электронных вычислительных машинах. Поскольку таковые еще создавались, было неясно, чему обучать. Был взят прицел на техническое обслуживание машин. В связи с этим, в программу обучения были введены такие предметы, как радиотехника и электроника, электротехника, теория механизмов и машин, счетные машины и приборы, черчение. Конечно, с ними соседствовали курсы численных методов, практические занятия по которым проводились на арифмометрах «Феликс». Перечисленные предметы вытеснили полностью такие дисциплины, как теория функций действительного переменного, алгебра (за пределами ее начал, преподаваемых нам на первых курсах), функциональный анализ, математическая логика. Замечу, что теория алгоритмов, как предмет обучения на мехмате, появилась лишь через несколько лет.

Естественно, по мере того, как выяснялось, что требуется знать выпускнику кафедры в первую очередь, программа обучения освобождалась от ненужных предметов, но это было уже после нас.

Хорошо помню, как, ознакомившись с перечнем прослушанных мною курсов и ужаснувшись, Алексей Андреевич Ляпунов буквально схватился за голову. Я была тогда в статусе аспирантки МГУ, и Алексей Андреевич был моим научным руководителем.

Из «недополученного» мною в студенческие годы следует отметить еще одно. Я достигла уже пятого курса, когда на кафедру пришел Алексей Андреевич (в это время кафедрой заведовал академик С. Л. Соболев). Я и мои одноклассники только понаслышке знали о том, как Алексей Андреевич взбудоражил более или менее размеренную жизнь студентов кафедры, шествующих за нами. Понаслышке — потому, что мы на пятом курсе фактически «отторглись» от кафедры (об этом расскажу дальше). И, к сожалению, мимо нас прошел знаменитый курс лекций «Принципы программирования», прочитанный Алексеем Андреевичем в 1952–53 учебном году (с большой задержкой во времени и только частично он опубликован в [1]). На нас не выпал дождь тех начинаний в программировании, инициатором которых стал Алексей Андреевич. Этим был осчастливлен следующий за нами курс студентов кафедры, на котором учились Андрей Ершов, Оля Кулагина, Саша Любимский, Сева Штаркман, Игорь Задыхайло и многие другие, кто под влиянием Алексея Андреевича выбрал свою профессиональную дорогу.

У нашего выпуска пятый курс начался полугодовой производственной практикой. Для большинства она проходила в стенах Института точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ) АН СССР. В ту пору директором этого института был М. А. Лаврентьев, и в недрах института «созревало» ядро ряда лабораторий будущего Отделения прикладной математики.

Это было время, насыщенное романтикой замыслов и свершений. В институте шли работы над созданием первой в отечестве большой электронной вычислительной машины — БЭСМ. Руководил ими Сергей Алексеевич Лебедев, тогда еще не облеченный академическим званием. Огромный машинный зал со стойками, несущими тысячи электронных ламп, производил впечатление причастности к чему-то «космическому». Еще не были убраны сваленные в кучу ртутные линии задержки — предшественники более современных элементов запоминающих устройств.

Предстояло познать самое необходимое из устройства машины и освоить работу на ней в качестве программиста. А мы, практиканты, о вычислительных машинах и программировании разве что только слыхали, с системами счисления, отличными от десятичной, не встречались и вообще представляли собой, образно выражаясь, «чистый лист» для заполнения требуемыми сведениями.

Руководителем практики для меня стал Владимир Михайлович Курочкин, величавший меня (и это было впервые) по имени-отчеству, а непосредственным ментором по программированию — Александра Ивановна Срагович. Она-то и научила основным приемам по составлению программ, разумеется, в машинных кодах. О самой машине я узнавала не только от них, но и непосредственно от инженеров, работающих в машинном зале. Это были истинные энтузиасты своего дела, будущие академики, а тогда почти сверстники, и поэтому именуемые просто — Володя Мельников и Сева Бурцев. Позднее к ним присоединился Андрей Соколов, поражающий умением точно диагностировать, где сплеховал контакт, и привести его в чувство, подпрыгнув и сотряса пол в нужном месте.

Обучение «со слуха» дополнялось откровениями, почерпнутыми из знаменитой и уникальной книги [2], она имела гриф «секретно» и была доступна только в институте.

Усвоенные азы программирования все время приходилось корректировать — ведь машина менялась у нас на глазах. Например, воистину «революционной» стала возможность модифицировать команды программы в процессе ее выполнения.

Нужно ли говорить о том, что работа в институте поглотила нас, практикантов. Программистов были считанные единицы, и приобщение к этому племени наполняло сознанием своей исключительности.

По окончании производственной практики наиболее продвинувшихся в искусстве программирования пригласили работать в институте. Я была в их числе. Это не противоречило интересам кафедры: ведь в процессе практики сформировались темы дипломных работ, связанные с использованием вычислительной машины. А такую

трудность, как запрет на совмещение учебы и работы, обошли обычным для того времени образом — зачисляли в штат временно, через пару месяцев освобождали от занимаемой должности и снова зачисляли на нее через день–два на следующую пару месяцев. Таким образом, и второй семестр пятого курса прошел в стенах института, т. е. вдали от кафедры. Но здесь-то и состоялось знакомство с Алексеем Андреевичем, и было это так.

Работа на БЭСМ шла круглосуточно. Время от времени посмотреть на чудо техники приходили разные должностные и прочие лица, конечно, в дневные часы. Из визитеров, пришедших на мою смену, запомнились двое — Н. С. Хрущев (не помню его статуса в 1953 году) и сопровождающий его тогдашний президент Академии Наук, А. Н. Несмеянов. А запомнились по неожиданному вопросу, заданному Н. С. Хрущевым: «Как же вы понимаете, что выдает вам машина, если она работает не с обычными числами, а с какими-то другими?»

И вот, как-то в одну из ночных смен в машинный зал пожаловал посторонний для института человек. Сначала работающие в зале («зеленая» молодежь) обратили внимание не столько на самого пришельца, сколько на то, что при нем была кошелка с торчащим из нее термосом. Для беспечной в отношении питания молодежи это было чем-то из ряда вон выходящим. Однако посетителем был проявлен столь неподдельный и даже въедливый интерес ко всем деталям работы самой машины и программиста на ней, и это было сделано в такой манере, что поневоле внимание переключилось на владельца кошелки. Поразили исключительная его скромность в сочетании с явной интеллигентностью. Это и был Алексей Андреевич Ляпунов, и мне привелось стать его гидом в машинном зале. Объяснилось и назначение кошелки — у Алексея Андреевича был сахарный диабет, и ему требовалось регулярное, по часам, подкрепление пищей и питьем. Кстати, он щедро поделился своими запасами.

По словам Алексея Андреевича, наше тогдашнее (и случайное) знакомство сыграло решающую роль в его согласии стать моим научным руководителем в аспирантуре, куда я была рекомендована кафедрой по окончании университета. Для меня же это согласие стало важнейшей вехой в дальнейшей судьбе.

Алексей Андреевич увлекся вычислительными машинами и программированием неспроста, они давали богатую пищу при определении основных понятий кибернетики. Я стала его вторым аспирантом, практикующимся в программировании, первым был Ю. И. Янов.

Согласившись стать научным руководителем, Алексей Андреевич принялся восполнять пробелы в моем математическом образовании. Он составил обширную программу кандидатского минимума, в которой были теория функций действительного переменного, функциональный анализ, специальные вопросы по уравнениям математической физики, математическая логика и теория вероятностей. Аттестация по этим дисциплинам проходила либо в форме экзамена, либо в форме зачета.

Консультировать по предметам программы взялся сам Алексей Андреевич, подчинив их изучение строгому контролю (его, например, не выдержал мой однокашник и тоже аспирант Алексея Андреевича Гера Артамонов, и Алексей Андреевич распрощался с ним при первой возможности). Но это была лишь одна из составляющих руководства Алексея Андреевича. Пожалуй, более важной он считал задачу — разбудить творческие силы воспитанника. И не путем постановки определенных задач с последующим курированием их решения, а посредством такого расширения научного кругозора, при котором не только допускается, но и поощряется самостоятельный выбор своей темы исследования.

Так я была вовлечена в работу семинаров по кибернетике и отдельно — по программированию, проводимых Алексеем Андреевичем в МГУ, стала слушателем многих ярких докладов, да и сама со временем стала докладывать результаты своих изысканий. Помню, что в работе семинара по программированию какое-то время принимал участие Тони Хоар, молодой стажер из Великобритании. Один из моих докладов вызвал полемику, в которой он активно участвовал.

Семинары в МГУ никогда не укладывались в отведенные для них часы, завязавшиеся на них обсуждения заставляли забывать о времени. И очень часто Алексей Андреевич предлагал продолжить беседу по пути от университета на Ленинских горах к Шаболовке, где

находился его дом. Шли пешком. Ватага желающих пообщаться с Алексеем Андреевичем вваливалась в этот гостеприимный дом и располагалась там за чайным столом, а темы, затронутые на семинаре, уступали место общепознавательным.

Регулярные семинары в МГУ дополнялись спонтанными семинарами и беседами, проходившими в доме Алексея Андреевича. Спектр обсуждаемых на них вопросов был чрезвычайно широк. Обладая энциклопедическими познаниями, Алексей Андреевич был не только активным собеседником, но и проповедником, внедряющим кибернетические идеи и подходы в самые различные области знаний. Именно в доме Алексея Андреевича я познакомилась с такими яркими людьми, как С. В. Яблонский, Л. В. Канторович, Н. П. Бусленко, Н. А. Криницкий, Ю. И. Журавлев. Завязавшиеся там научные связи оказались стойкими.

Проходили семинары и в Отделении прикладной математики АН СССР, где Алексей Андреевич возглавлял отдел программирования, будучи приглашен академиком М. В. Келдышем. Здесь дебатировались проблемы настоящего и будущего программирования, обсуждались достоинства и недоработки операторного метода, предложенного Алексеем Андреевичем. Непременными участниками семинаров были М. Р. Шура-Бура, Э. З. Любимский, В. С. Штаркман, И. Б. Задыхайло, О. С. Кулагина. Эти семинары вносили свою лепту в формирование взгляда на программирование как науку.

Большую роль Алексей Андреевич отводил получению мною педагогического опыта. Будучи нездоровым человеком, время от времени он не мог сам читать свои лекции, и не единожды мне приходилось заменять его, получив необходимые инструкции. Наиболее ответственной была замена лекций в МГУ, где Алексей Андреевич читал курс по программированию слушателям из различных учреждений Москвы и других городов страны.

Педагогическая практика полагалась и по программе аспирантуры. На третьем году обучения мне доверили чтение собственного курса по программированию и руководство дипломной и курсовыми работами.

Продолжавшаяся в 1953–54 годах работа в ИТМиВТ подарила мне возможность попрактиковаться в чтении лекций по программированию. Моими слушателями стали научные сотрудники Физического института АН СССР (ФИАН), заинтересованные в решении своих задач на БЭСМ. Этот курс лекций был абсолютно наивным — в нем не описывались общие приемы программирования, демонстрировалось лишь решение ряда отдельных и довольно простых задач. И, тем не менее, я получила приглашение перейти на работу в ФИАН в качестве младшего научного сотрудника, опять-таки по совместительству с учебой. К тому времени навыки по составлению программ были приобретены, а «текучесть» работы в ИТМиВТ, который принял на себя функции вычислительного центра, мало устраивала — не было времени на то, чтобы осмыслить сделанное, ибо наваливалась новая задача, требующая экстренного решения. Поэтому, с благословения Алексея Андреевича, я перекочевала в ФИАН, в лабораторию оптики, руководимую академиком Григорием Самуиловичем Ландсбергом. Конечно, не потеряв связи с бывшими коллегами по ИТМиВТ и проводя на БЭСМ вычислительные работы, касающиеся теперь одной фиксированной задачи — расчета колебательных спектров молекул простейших углеводородов.

В решении этой задачи было немало творческих моментов, начиная с автоматизации построения матриц, собственные значения которых и представляли собой искомые частоты колебаний, и кончая выбором метода вычисления этих собственных значений, позволявшего оперировать матрицами высоких порядков. Эта задача была утверждена кафедрой в качестве диссертационной. По окончании аспирантуры была проведена предзащита, после чего предстояло доведение имеющегося текста до нужной кондиции.

Однако, под несомненным влиянием Алексея Андреевича, я все более и более увлекалась вопросами, относящимися к зарождающейся теории программирования. Состоявшийся в 1957 году мой переезд в Ереван положил конец доработке имеющегося текста диссертации и открыл начало систематической работе в теоретическом программировании.

С переездом в Ереван пора непосредственного моего ученичества у Алексея Андреевича осталась позади. Отношения «учитель — ученик» постепенно перешли в большую творческую и личную дружбу, прерванную лишь кончиной Алексея Андреевича.

Для меня, как и для любого, кому посчастливилось знать Алексея Андреевича, он навсегда останется образцом того, как строить жизнь и человеческие отношения.

Литература

1. Ляпунов А. А. О логических схемах программ // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1, с. 46–74.
2. Люстерник Л. А., Абрамов А. А., Шестаков В. И., Шура-Бура М. Р. Решение математических задач на автоматических цифровых машинах. Программирование для быстродействующих электронных счётных машин. М.: Изд. АН СССР, 1952.

ТАГАНРОГ

А. В. Каляев

Таганрогская научная школа в области вычислительной техники

Я поступил в Ленинградский политехнический институт в 1940 году на электромеханический факультет. В то время я и не думал, что мне когда-либо придется заниматься вычислительной техникой и ее применением. Да и самого понятия — вычислительная техника тогда не существовало.

Летом 1941 года, когда я сдавал экзамены за первый курс, началась Великая Отечественная война. Я пошел добровольцем в Народное ополчение Ленинграда и затем участвовал в обороне Ленинграда в составе 42-й армии. Все три года обороны находился на фронте в кольце блокады. Участвовал в боях под Пулковом, Урицком — почти на окраинах Ленинграда. Затем участвовал в освобождении от фашистов Прибалтики.

После окончания войны в 1946 году демобилизовался и возвратился в Ленинградский политехнический институт на второй курс, на электромеханический факультет. Уже студентом начал заниматься научной работой в области теоретической электротехники под руководством известных ученых — профессоров Павла Лазаревича Калантарова и Леонида Робертовича Неймана (впоследствии академика). Меня интересовали теория цепей и теория электромагнитного поля, электродинамика.

Я принимал участие в выполнении научных исследований и уже студентом опубликовал свои первые научные работы. В то время (1946–1950 гг.) появились первые сообщения об электронных вычислительных устройствах, о новом направлении в науке — кибернетике. О кибернетике в то время в основном писали как о буржуазной лженауке.

Однако уже в то время, в конце 40-х — начале 50-х годов, в Ленинградском политехническом институте начались научные работы по созданию вычислительных систем электромеханического типа для расчетов и моделирования траекторий полета баллистических ракет. Руководил этими работами доцент (впоследствии профессор) Тарас Николаевич Соколов, который ранее занимался электромеханическим следящим приводом. Основой разрабатываемых под руководством Т. Н. Соколова электромеханических вычислительных систем были как раз высокоточные малогабаритные следящие приводы.

Статья академика А. В. Каляева о Таганрогской научной школе написана им, по приглашению составителей, специально для данного сборника.

Я был хорошо знаком с Тарасом Николаевичем и знал о его работах, но в то время я был увлечен проблемами нелинейной теоретической электротехники и, хотя я интересовался начавшимися разработками вычислительных систем, все же они сильно мое внимание не привлекали.

Работы, выполненные группой Т. Н. Соколова, были для того времени очень прогрессивными и интересными. Разработанные Т. Н. Соколовым и его учениками системы были построены во многих экземплярах и широко использовались для расчетов в ракетостроении и других областях. Кстати сказать, созданная в тот же период под руководством академика С. А. Лебедева первая в СССР цифровая электронная вычислительная машина МЭСМ, построенная на электронных лампах, конечно, не могла еще обеспечить необходимую скорость для расчетов баллистических траекторий в приемлемые интервалы времени. В то же время, электромеханические системы, разработанные Т. Н. Соколовым, делали такие расчеты достаточно быстро. Конечно, тогда было пока еще трудно представить себе, что основное направление развития будущей вычислительной техники — это электронные цифровые вычислительные машины, а электромеханические вычислительные системы, как и многие другие чисто аналоговые вычислители, это тупиковый путь, или, в лучшем случае, путь для создания узкоспециализированных вычислителей.

После окончания Ленинградского политехнического института я остался в аспирантуре у профессора П. Л. Калантарова на кафедре теоретических основ электротехники. Целью моей кандидатской диссертации была разработка нелинейных устройств для измерения больших постоянных токов сверхвысокого напряжения. С этой задачей я успешно справился, хотя пришлось решить множество сложных и тонких проблем нелинейной теоретической электротехники.

После кончины П. Л. Калантарова моим руководителем стал член-корреспондент Академии наук СССР Л. Р. Нейман.

Уже в то время некоторые аспиранты Л. Р. Неймана вели разработки систем моделирования различных сложных объектов, в том числе электрических полей, гидравлических сложных сетей и т. п. То есть, и на кафедре ТОЭ ЛПИ начали развиваться исследования, близкие к проблемам вычислительной техники. Много внимания на кафедре уделялось развитию теории подобия, что было непосредственно связано с проблемами электрического моделирования.

Однако теория нелинейных электрических цепей и систем оставалась в центре моего внимания. Я получал все новые интересные результаты, и у меня не было мыслей о том, чтобы заняться проблемами вычислительной техники. Я в то время и не подозревал, что правительство СССР приняло решение об организации Таганрогского радиотехнического института, которое резко изменит круг моих научных интересов и направление моей научно-исследовательской деятельности.

В 1954 году я закончил аспирантуру и успешно защитил кандидатскую диссертацию. Л. Р. Нейман предложил мне остаться работать на кафедре ТОЭ в Ленинградском политехническом институте. В то время моя жена Ангелина Александровна заканчивала (под руководством академика М. П. Костенко) кандидатскую диссертацию по системам возбуждения крупных электрических генераторов. М. П. Костенко в это время организовал в Ленинграде Институт электромеханики Академии наук СССР и предложил моей жене остаться после окончания аспирантуры работать в этом институте.

Мы оба — и я, и моя жена согласились с этими предложениями и полностью настроились на работу в Ленинграде. Однако вскоре все резко изменилось. Из Москвы, из Министерства высшего образования СССР приехал начальник главного управления технических вузов Аржанников, который возглавил комиссию по распределению аспирантов.

Комиссия приглашала аспирантов по одному и предлагала каждому на выбор по несколько возможных мест работы. Но меня и мою жену пригласили вместе и предложили нам только один вариант работы — в Таганрогском радиотехническом институте. На нашу попытку отказаться от этого предложения, ссылаясь на предложенные нам места в

Ленинграде, Аржанников заявил, что мы обязаны ехать в Таганрог, а что касается предложенных нам мест членом-корреспондентом Л. Р. Нейманом и академиком М. П. Костенко, то он, Аржанников, запретит им принимать нас на работу. Никакие наши аргументы и попытки изменить это решение к успеху не привели. И нам волей-неволей пришлось ехать в 1954 году в Таганрог. Директор Таганрогского радиотехнического института (ТРТИ) Константин Яковлевич Шапошников был энтузиастом организации этого института. Он приложил колоссальные усилия, чтобы институт начал эффективно функционировать с самого момента своего основания в 1952 году. И он же сыграл, по существу, решающую роль в моей судьбе и судьбе моей жены, поскольку лично отобрал наши кандидатуры из числа аспирантов в отделе кадров Министерства высшего образования СССР. На основе этого отбора и действовал начальник главка при нашем распределении.

Надо сказать, что К. Я. Шапошников встретил нас очень доброжелательно, предложил мне работу старшим преподавателем, а затем доцентом на кафедре теоретических основ электротехники, а Ангелине Александровне аналогичную работу на кафедре электрических машин и измерений.

Кафедру ТОЭ в Таганрогском радиотехническом институте возглавил в 1953 году профессор Пухов Георгий Евгеньевич. До встречи с ним я его почему-то представлял себе достаточно пожилым и с бородой. К моему удивлению, Георгий Евгеньевич оказался совсем молодым и без бороды. Ему было в то время всего 38 лет, а мне было 32 года. Мы очень быстро нашли с Георгием Евгеньевичем общий язык и общие научные интересы. В дальнейшем, наши хорошие деловые профессиональные отношения переросли в прочную дружбу, которая все более крепла на протяжении всей нашей жизни.

Г. Е. Пухов оказался творческим высококлассным ученым и очень целеустремленным замечательным человеком, умеющим концентрировать вокруг себя творческую научную молодежь.

Коллектив кафедры ТОЭ состоял из молодых преподавателей, заведующих лабораториями и лаборантов, которые с энтузиазмом взялись за постановку и чтение ряда новых курсов, за разработку и постановку лабораторных работ для студентов, за разработку методических пособий. При этом использовались новейшие научные результаты и последние технические достижения. Благодаря этому, весь учебный процесс на кафедре очень быстро был поднят на высокий учебно-методический и научный уровень.

Забегая вперед, следует сказать, что моя докторская диссертация была по существу готова к 1957 году. Однако уже в 1955 году, спустя год после моего приезда в Таганрог, перед кафедрой ТОЭ Таганрогского радиотехнического института была поставлена задача: организовать в ТРТИ специальность счетно-решающих устройств и начать готовить молодых специалистов в этой области, готовить по существу инженеров по вычислительной технике. Кафедра была переименована и стала именоваться кафедрой теоретических основ электротехники и счетно-решающих устройств. Все преподаватели и сотрудники кафедры с энтузиазмом взялись под руководством профессора Г. Е. Пухова за постановку лекционных курсов, практических занятий и за организацию учебно-лабораторной базы в этой совершенно новой для нас области. Я активно помогал в этом деле Георгию Евгеньевичу и вместе с ним готовил и читал новые курсы, руководил группами преподавателей и сотрудников по постановке лабораторных работ и по подготовке совершенно новых методических пособий для студентов.

Руководство ТРТИ оказывало существенную помощь кафедре в деле организации подготовки специалистов в области вычислительной техники, не жалело денег на новейшее в то время оборудование. Уже в 1955 году кафедра получила одну из первых в СССР серийных аналоговых вычислительных машин «Интегратор», основанную на электронных ламповых операционных усилителях. Для этой ЭВМ была отведена специальная лаборатория, которая получила название «Интеграторная». Мы все с большим интересом начали осваивать эту аналоговую ЭВМ, ставили лабораторные работы и выполняли научные исследования. Эта аналоговая ЭВМ дала нам возможность почувствовать мощь и перспективность вычислительных машин.

Одновременно с организацией специальности счетно-решающих устройств на кафедре были развернуты научно-исследовательские работы в области аналоговых вычислительных устройств. Под руководством Г. Е. Пухова началась разработка методов электрического моделирования различных строительных конструкций с помощью электрических цепей и разработка на этой основе специализированных аналоговых вычислительных устройств.

Мое внимание также привлекали проблемы вычислительной техники, однако для меня бóльший интерес уже в то время представляли цифровые вычислительные устройства. Я взялся читать один из базовых курсов, обеспечивающих обучение студентов в области цифровой вычислительной техники. Это был курс «Импульсной техники», являющийся теоретической основой элементной базы цифровых электронных вычислительных машин. В нем рассматривались подробно нелинейные динамические процессы в триггерах, импульсных генераторах, логических элементах и других импульсных схемах цифровых вычислительных машин.

Однако я не прекращал своей работы над докторской диссертацией по динамическим процессам в нелинейных электрических цепях, успешно получал и публиковал новые научные результаты в этой области. В то же время я начал постепенно втягиваться и в научные исследования по вычислительной технике. Существенному ускорению этого процесса способствовали два обстоятельства.

В 1957 году Георгий Евгеньевич Пухов перешел на работу в Киев, в Институт кибернетики. Меня назначили заведующим кафедрой ТОЭ и счетно-решающих устройств, которую мы вскоре переименовали в кафедру ТОЭ и вычислительной техники. При этом, вес учебных и научных работ по вычислительной технике продолжал быстро возрастать. В 1957 году ректором ТРТИ был назначен доцент В. И. Богданов из Новочеркасского политехнического института. Он предложил мне занять должность проректора по научной работе, сохранив при этом должность заведующего кафедрой ТОЭ и ВТ. Так я начал руководить научной работой института в целом, не снижая темпов своей научной работы и работы научной группы, которая сложилась вокруг меня к тому времени на кафедре.

В это время в Таганрог приехал на несколько дней мой бывший научный руководитель в период аспирантуры член-корреспондент АН СССР Леонид Робертович Нейман. Мы обсудили с ним состояние дел с подготовкой моей докторской диссертации в области нелинейных электрических цепей и результаты параллельно ведущихся мною научных работ в области вычислительной техники, которая в то время быстро прогрессировала. Несмотря на то, что моя докторская диссертация по нелинейным электрическим цепям была близка к завершению, Леонид Робертович все же посоветовал мне быстрее переключаться полностью на научные исследования в области вычислительной техники и на развитие кафедры вычислительной техники. Понимая важность и перспективность вычислительной техники и зная динамику развития исследований в этой области как в СССР, так и во всем мире, я полностью согласился с Леонидом Робертовичем. И по существу, начиная с 1957 года, вся моя научная, учебная и научно-организационная деятельность связана с вычислительной техникой, вернее с тем, что по-английски называется *computer science*.

На кафедре ТОЭ и ВТ в это время сформировался большой научный коллектив, который за сравнительно короткий срок приобрел значительный опыт в научных исследованиях и в разработке специализированных или, как теперь говорят, проблемно-ориентированных аналоговых вычислительных устройств. Но уже тогда было ясно, что аналоговые вычислители обладают недостаточно высокой, а вернее сказать, низкой точностью и имеют серьезные недостатки в программировании, управлении и в эксплуатации.

Необходимо было переключать внимание преподавательского и научного персонала на цифровые вычислительные машины. Поэтому я начал ставить на кафедре новые лекционные курсы по теории цифровых вычислительных машин, по их элементной базе, по логическим основам цифровой вычислительной техники, по запоминающим устройствам, по теории конечных автоматов, по теории игр и т. п. Большое внимание мы уделяли развитию учебно-лабораторной базы по цифровым вычислительным машинам. В частности, была приобретена одна из первых серийных электронных цифровых вычислительных машин «Урал-1», на базе которой при кафедре был организован вычислительный центр. В

дальнейшем этот вычислительный центр пополнился более современными цифровыми вычислительными машинами, был отделен от кафедры и преобразовался в общеинститутский вычислительный центр. Кроме этого, кафедра ТОЭ и ВТ была разделена на две кафедры: кафедру ТОЭ и кафедру вычислительной техники и теоретических основ кибернетики (ВТ и ТОК). Заведующим кафедрой ВТ и ТОК остался я.

Одновременно с развитием на кафедре ВТ и ТОК лекционных курсов и учебно-лабораторной базы в области вычислительной техники, самое серьезное внимание я уделял развитию научно-исследовательских работ в области цифровой вычислительной техники и подготовке в этом направлении научных и научно-педагогических кадров.

В то время, в первой половине пятидесятых годов за рубежом появились научные разработки, имеющие целью создание цифровых дифференциальных анализаторов (ЦДА), предназначенных для решения линейных и нелинейных дифференциальных уравнений высокого порядка, некоторых дифференциальных уравнений в частных производных, для вычисления сложных функциональных зависимостей, для моделирования сложных динамических систем и т. п. Эти задачи особенно часто встречались в связи с бурным

развитием ракетной и космической техники, при разработке систем автоматического управления, в ядерной энергетике и во многих других научных и технических направлениях.

В 1959 году вышла в свет книга А. В. Шилейко «Цифровые дифференциальные анализаторы», представляющая собой сборник переводов с английского. А. В. Шилейко в то время занимался исследованием цифровых интеграторов и ЦДА в Институте автоматики и телемеханики АН СССР. В книге были описаны некоторые ЦДА, разработанные и созданные к тому времени за рубежом.

В СССР — в научных организациях и в промышленности — также возник и быстро возрастал интерес к этим проблемно-ориентированным вычислительным машинам, обладающим одновременно характерными чертами цифровых вычислительных машин и аналоговых вычислительных машин. В то же время отсутствие в нашей стране каких-либо законченных разработок в области ЦДА и достаточно глубоких и широких исследований открыло перед нами возможность осуществить переход от научных исследований и разработок в области чисто аналоговой вычислительной техники к исследованиям и разработкам в области цифровой вычислительной техники.

К этому времени мы уже имели на кафедре ВТ и ТОК достаточно большой опыт научных исследований, опыт разработки аналоговых вычислительных устройств и широкие деловые контакты со многими научными и промышленными организациями страны, которые нуждались в быстродействующих, высокоточных и достаточно малогабаритных вычислительных устройствах. В частности, мы имели контакт с НИИ-3 Министерства Обороны СССР, который занимался системами управления ракет, траекторными расчетами и другими проблемами. От НИИ-3 мы получили в конце 1959 года заказ на разработку и создание первого в стране цифрового дифференциального анализатора для расчета траекторий баллистических ракет.

На кафедре ВТ и ТОК была сформирована группа научных работников и преподавателей для выполнения научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы по исследованию принципов работы и по созданию опытного образца цифрового дифференциального анализатора, который получил название ЦДА «Метеор-1».

На первом этапе в 1960 году были проведены подробные теоретические исследования и были, в основном, разработаны принципы построения цифровых интеграторов, а также архитектура ЦДА. На втором этапе в 1961 году была проведена опытно-конструкторская разработка ЦДА, создание и исследование опытного образца ЦДА «Метеор-1». Ответственным исполнителем этой работы я назначил в январе 1961 года молодого выпускника ТРТИ, недавно закончившего институт, но уже имевшего некоторый опыт работы на заводе электронного приборостроения Министерства радиопромышленности, Олега Николаевича Пьявченко, который впоследствии успешно закончил аспирантуру и защитил кандидатскую диссертацию, а затем и докторскую, и стал профессором.

Но это было позже. А в то время, менее чем за два года, наша группа выполнила все необходимые научные исследования, провела опытно-конструкторскую разработку, изготовила и испытала первый в СССР цифровой дифференциальный анализатор «Метеор-1».

Производительность ЦДА сильно ограничивала система одnorазрядных бинарных приращений. Поэтому я начал интенсивно разрабатывать теорию нового класса цифровых интегрирующих машин (ЦИМ), которые работали бы с цифровыми величинами с плавающей запятой и с многоразрядными приращениями переменных. Причем архитектура таких ЦИМ могла быть как последовательной однопроцессорной, так и параллельной многопроцессорной. Этим проблемам была посвящена моя докторская диссертация. При подготовке докторской диссертации пришлось решить ряд сложных проблем вычислительной математики. В частности, я разработал численные методы интегрирования по Стильтъесу для случая, когда не только подынтегральная функция, но и переменная, по которой производится интегрирование, зависят от какой-либо другой переменной, в частности, например, от времени.

В начале шестидесятых годов на кафедре ВТ и ТОК сложился большой научный коллектив молодых энергичных творческих преподавателей и научных сотрудников. Я в то

время получил право руководить аспирантами, и у меня появились первые аспиранты, среди которых были А. Н. Мелихов, О. Н. Пьявченко, И. А. Николаев, В. Ф. Гузик, О. Б. Макаревич и многие другие, успешно защитившие кандидатские диссертации, а впоследствии ставшие докторами технических наук, профессорами.

Мой первый аспирант Ю. Н. Ефимов, подготовивший очень солидную диссертацию, защищал ее на Ученом совете Ленинградского политехнического института. Защита была очень бурная. Один из членов совета, не очень разобравшись в сути диссертации, начал резко нападать на Ю. Н. Ефимова. Я присутствовал на защите и, поскольку это был мой первый аспирант, очень переживал такую несправедливую атаку. Однако Ю. Н. Ефимов держался стойко и аргументированно парировал все атаки оппонента. Защита окончилась успешно: все члены совета, за исключением упомянутого оппонента, проголосовали за присуждение Ю. Н. Ефимову ученой степени кандидата технических наук.

В начале шестидесятых годов я организовал на кафедре ВТ и ТОК ТРТИ регулярные научные семинары по теории цифровых интегрирующих машин, по теории конечных автоматов, по распознаванию образов и по философским проблемам кибернетики. Семинары собирали большое число творческой молодежи, которая охотно выступала с докладами, активно участвовала в их обсуждении и в дискуссиях. Каждый старался предложить свое решение сложных теоретических и практических проблем, обсуждаемых на семинарах.

В это время моя докторская диссертация успешно продвигалась и для того, чтобы быстрее и на хорошем уровне завершить ее, я обратился к ректору ТРТИ В. И. Богданову с просьбой освободить меня от обязанностей проректора по научной работе и оставить в должности заведующего кафедрой ВТ и ТОК. После некоторого сопротивления Виктор Ильич согласился с моей просьбой, я был освобожден от должности проректора и целиком сосредоточился на своей диссертации и на кафедральных научных и учебных проблемах.

В это время директор Киевского Института кибернетики академик АН Украины Виктор Михайлович Глушков предложил мне перейти на работу в Институт кибернетики и выделил для моей семьи квартиру. Я с удовольствием принял это приглашение, так как всегда был более склонен к чисто научной работе, чем к преподавательской. Однако ректорат ТРТИ, Министерство высшего образования РСФСР, Ростовский Обком КПСС и отдел науки ЦК КПСС приняли все меры к тому, чтобы не отпустить меня из Таганрогского радиотехнического института, и мой переход на работу в Киев, в Институт кибернетики, не состоялся.

Поэтому я продолжал дальше развивать кафедру ВТ и ТОК в Таганроге, расширять научные исследования и совершенствовать учебный процесс, учебно-лабораторную и материально-техническую базу кафедры. Уже к середине шестидесятых годов на кафедре ВТ и ТОК ТРТИ работало около двухсот человек — преподавателей, научных сотрудников, аспирантов, инженеров, вспомогательного персонала.

Я успешно продолжал продвигаться к завершению докторской диссертации, опубликовал в этот период много научных работ в центральных научных журналах и сборниках научных трудов, подготовил первую свою монографию «Введение в теорию цифровых интеграторов», которая вышла в свет в 1964 году в киевском издательстве «Наукова думка». Я часто выступал с научными докладами на союзных и республиканских конференциях, семинарах и симпозиумах. В конце 1960-го года впервые выехал в научную командировку за рубеж в — Прагу, в Чехословакию. Там я два месяца работал в Пражском политехническом институте, побывал на некоторых предприятиях, выпускающих аналоговую вычислительную технику, знакомился с научными исследованиями в области вычислительной техники, выступил с научными докладами.

Хорошие контакты у меня установились с учеными института Кибернетики АН УССР в Киеве, в том числе с профессором Б. Н. Малиновским, ныне академиком Национальной Академии наук Украины, с профессором А. А. Стогнием, ставшим впоследствии членом-корреспондентом Российской Академии Наук, с покойным профессором В. С. Михалевичем, впоследствии академиком АН СССР, с профессором А. И. Кондалевым, с профессором З. Л.

Рабиновичем и с многими другими учеными, активно работающими в области теории, разработки архитектуры и программного обеспечения ЭВМ.

Развивались также связи с учеными Института автоматики и телемеханики АН СССР, который затем был преобразован в Институт проблем управления. Здесь общие научные интересы свели меня с профессором И. В. Прангишвили, ныне директором Института проблем управления, академиком Академии наук Грузии, с профессором Б. Я. Коганом, с профессором А. В. Шилейко, который в то время так же, как и я, работал в области цифровых дифференциальных анализаторов.

В 1964 году я завершил свою докторскую диссертацию по цифровым интегрирующим машинам и в 1965 году успешно защитил ее в Ученом совете Московского энергетического института. В 1966 году мне было присвоено ученое звание профессора.

В дальнейшем были разработаны, изготовлены и поставлены заказчикам еще ряд цифровых интегрирующих машин с параллельной архитектурой, в том числе: ЦИМ «Метеор-3», на 100 параллельно работающих процессорах, с общей производительностью более 3 миллионов операций в секунду; ЦИМ «Метеор-4», на 40 параллельно работающих процессорах, с общей производительностью 4,2 миллионов операций в секунду; ЦИМ «Омега» на 40 параллельно работающих процессорах с общей производительностью 4,2 миллионов операций в секунду и ряд других цифровых интегрирующих машин, ориентированных на решение конкретных классов задач. ЦИМ «Омега» использовалась в Акустическом институте АН СССР (Москва) для решения систем дифференциальных и алгебраических уравнений, вычисления сложных функций и интегралов, для моделирования динамических объектов и систем в реальном времени.

Во второй половине шестидесятых годов мы установили тесные научные и деловые контакты с учеными Сибирского отделения АН СССР, работавшими в то время в области вычислительных систем в Институте математики СО АН СССР, которым руководил академик С. Л. Соболев.

Отделением вычислительной техники этого института руководил д.т.н., профессор Эдуард Владимирович Евреинов, который развернул широкие работы в области однородных универсальных вычислительных систем высокой производительности.

Я в то время довольно часто приезжал в Академгородок СО АН СССР, участвовал в научных конференциях, семинарах и симпозиумах, выступал с докладами о результатах своих научных исследований и работ моей группы в Таганроге. Там я впервые познакомился с будущими крупными учеными профессорами В. Г. Лазаревым и И. В. Прангишвили. И. В. Прангишвили в то время развивал в Институте проблем управления (Москва) работы в области однородных микроэлектронных вычислительных структур. В. Г. Лазарев, который работал в Институте проблем передачи информации АН СССР, занимался исследованиями в области проблем коммутации в информационных сетях и в сетях ЭВМ.

Наши встречи на семинарах и конференциях в Новосибирске, а затем и во многих других городах страны и за рубежом давали много полезного, стимулировали возникновение новых научных идей и их интенсивное развитие.

В этот же период времени я установил тесные научные связи с учеными Ленинграда, работавшими в области вычислительной техники.

В конце 50-х — начале 60-х годов в Таганрогском радиотехническом институте, наряду с научными исследованиями в области цифровых вычислительных машин и систем, сложилось еще одно важное новое научное направление, связанное с разработкой микроэлектронной технологии и с созданием микросхем вначале малой степени интеграции, а затем средней и большой степени интеграции. Организовал это направление и кафедру микроэлектроники, приехавший на работу в ТРТИ из Ленинграда доцент Леонард Николаевич Колесов, который быстро создал научный коллектив из молодых преподавателей и научных сотрудников и развил интенсивную научно-исследовательскую работу.

Научно-исследовательские работы в области цифровых интегрирующих машин и проблемно-ориентированных ЦВМ, а также научно-исследовательские работы в области

микроэлектроники развивались в Таганрогском радиотехническом институте параллельно. Вскоре, по решению Министерства высшего и среднего специализированного образования РСФСР, были созданы две проблемные научно-исследовательские лаборатории. Одна — проблемная лаборатория цифровых интегрирующих машин была создана при кафедре ВТ и ТОК и руководителем ее был назначен я. А вторая — проблемная лаборатория микроэлектроники, руководителем которой был назначен доцент Л. Н. Колесов, была организована при кафедре микроэлектроники.

Параллельное развитие в ТРТИ научно-исследовательских работ в области цифровых электронных вычислительных машин и в области микроэлектроники в конце концов неизбежно привело к идее о том, что поскольку оба эти научные направления взаимосвязаны и взаимозависимы, необходимо обеспечить их тесное взаимодействие.

В этот период, во второй половине 60-х годов в Таганрогском радиотехническом институте сложилась в определенной степени кризисная ситуация. Остро не хватало научно-педагогических кадров высшей квалификации. В институте было всего четыре доктора наук, профессора, в том числе А. В. Каляев (вычислительная техника), А. Н. Харин (химия), В. М. Алехин (электродинамика) и А. И. Соловьев (теоретическая механика). Кандидатов наук, доцентов в институте было всего 80 человек. К этому времени значительная часть ученых, которые в период организации Таганрогского радиотехнического института приехали в 50-х годах в Таганрог из Москвы, Ленинграда и других городов, возвратились обратно в свои вузы. Привлечь в ТРТИ ученых из вузовских центров страны не позволяли отсутствие квартир и ограниченные возможности для научно-исследовательской деятельности. Учебно-лабораторная и научно-экспериментальная база ТРТИ была явно недостаточна и не соответствовала возросшим потребностям учебного процесса и научных исследований. Не было достаточной базы, кроме двух проблемных лабораторий, для подготовки собственных научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации. Отсутствовали советы по защите кандидатских и докторских диссертаций. Очень плохо обстояло дело с решением социальных проблем для коллектива ТРТИ: с жилым фондом для профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников, с общежитиями для студентов. Не было современной столовой, баз отдыха, недоставало спортивных сооружений.

Все это привело к угрозе дальнейшего оттока профессорско-преподавательских научных кадров из созданных с большим трудом в ТРТИ научных и педагогических коллективов. Таганрогскому радиотехническому институту грозила судьба стать заштатным провинциальным вузом. Тем более, что в Таганроге почти не было предприятий и НИИ, которые соответствовали бы профилю и специальностям ТРТИ и направлениям его научной деятельности. Соответственно, и городские власти Таганрога относились к вузу как к некой чужеродной второстепенной организации, которая занимается далекими от нужд предприятий города проблемами.

Руководство Минвуза РСФСР понимало эту угрозу, было обеспокоено сложившейся обстановкой и искало решение, которое позволило бы изменить эту ситуацию. В сентябре 1968 года в Таганрог приехал министр высшего образования РСФСР В. Н. Столетов, который после ознакомления с обстановкой на кафедрах, в проблемных лабораториях и в других подразделениях ТРТИ пригласил меня, провел со мной обстоятельный разговор о положении в вузе и предложил мне взяться за руководство Таганрогским радиотехническим институтом. Я таким поворотом событий, откровенно говоря, не был обрадован, так как всегда имел склонность к научной работе и не имел никакой тяги к административно-организационной деятельности.

Все же, после долгих переговоров, министру удалось убедить меня в том, что я должен помочь Таганрогскому радиотехническому институту преодолеть кризис и сделать рывок в развитии. При этом он ссылаясь на хорошую постановку работы на моей кафедре ВТ и ТОК и в проблемной лаборатории цифровых интегрирующих машин, которой я руководил. Кроме этого, В. Н. Столетов обещал через три года освободить меня от должности ректора для продолжения моей дальнейшей, чисто педагогической, научной и научно-организационной деятельности. В конце концов, я на этих условиях дал согласие, и в

октябре 1968 года министр подписал приказ о назначении меня ректором Таганрогского радиотехнического института.

В результате, передо мной встали две сложнейшие задачи, которые, казалось, трудно было совместить. Необходимо было, с одной стороны, решить все труднейшие проблемы развития Таганрогского радиотехнического института, а с другой стороны, необходимо было продолжить на высоком уровне интенсивное развитие научных исследований в области цифровых электронных вычислительных машин, которыми занимался лично я и возглавляемая мной большая группа преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и инженеров, работавших на кафедре ВТ и ТОК и в проблемной лаборатории цифровых интегрирующих машин.

Несмотря на серьезные трудности одновременного решения этих двух сложнейших проблем, я, все же, после детального анализа всей ситуации в целом и всех возможных путей выхода из нее, нашел оптимальный путь скоординированного решения совокупности всего комплекса стоящих передо мной задач. Этот путь состоял в выдвинутой мною идее создания на базе Таганрогского радиотехнического института учебно-научно-производственного комплекса, который должен был одновременно обеспечить: подъем на высокий научно-методический уровень учебного процесса; развитие на современном мировом уровне научных исследований; вовлечение в творческую научную деятельность всех студентов; создание крупных научных подразделений и опытно-производственной базы; широкую подготовку собственных научно-педагогических кадров высшей квалификации; развитие материально-технической учебной и научной базы; создание необходимой материальной базы, обеспечивающей решение социальных запросов коллектива вуза; развитие устойчивых научных и деловых связей с научными организациями и промышленными предприятиями как в пределах страны, так и за рубежом; создание высокого учебного и научного авторитета Таганрогского радиотехнического института в СССР и за его пределами.

С формулировкой этих целей и с планом их реализации я выступил в начале 1969 года перед коллективом института, назвав необходимые конкретные цели и результаты, и конкретные сроки их достижения. Надо сказать, что большинство коллектива отнеслось скептически к возможности осуществления намеченных мной планов создания и развития учебно-научно-производственного комплекса Таганрогского радиотехнического института. Несмотря на это, я сразу же приступил к организации деятельности коллектива ТРТИ, направленной на выполнение указанного плана.

Уже в 1969 году по моему предложению на основе двух научных отделов — по цифровым интегрирующим машинам и по микроэлектронике, которые функционировали в то время при кафедрах, было приказом министра высшего образования РСФСР создано при Таганрогском радиотехническом институте Особое конструкторское бюро «Миус» (моделирующих и управляющих систем). Для организации ОКБ «Миус» с помощью Обкома КПСС Ростовской области в Таганроге было получено отличное здание в центре города, которое до этого занимал НИИ Минрадиопрома, построивший для себя к тому времени новый корпус. Мы в короткое время произвели необходимый ремонт и разместили в этом здании площадью 9000 кв. м все отделы и лаборатории ОКБ «Миус».

Основными задачами ОКБ «Миус» являлось выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по заказам научных организаций и промышленных предприятий в области вычислительной техники, микроэлектроники и радиотехники. В ОКБ «Миус» в качестве отдела вошла экспериментально-производственная база по производству опытных образцов и мелких серий микросхем, которую до этого организовал на территории Таганрогского завода электротермического оборудования руководитель научных работ в области микроэлектроники доцент Л. Н. Колесов.

Научным руководителем ОКБ «Миус» министр высшего образования своим приказом назначил меня. Начальником ОКБ «Миус» был назначен отличный организатор, заведующий лабораторией Ю. А. Поваляев, работавший на кафедре ВТ и ТОК. Он внес очень большой вклад в организацию работы ОКБ и в развитие его экспериментальной и научной материально-технической базы, в ремонт и оснащение лабораторий и других помещений. Уже к концу 1969 года ОКБ «Миус» функционировало в полную силу и было

обеспечено крупными заказами на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

В работе ОКБ «Миус» наряду со штатными научными сотрудниками и инженерами принимали активное участие профессора, доценты и преподаватели различных кафедр ТРТИ. Для студентов были организованы плановые научно-исследовательские работы, в рамках которых студенты получали небольшие реальные задания исследовательского или конструкторского характера и, в зависимости от своих способностей, в той или иной мере творчески решали поставленные задачи.

С самого начала организации ОКБ «Миус» в нем были развернуты крупные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию проблемно-ориентированных вычислительных машин и специальных бортовых вычислителей, а также по разработке элементной базы для них.

Это совпало с периодом появления больших интегральных микросхем, которые привели к существенному скачку в развитии вычислительной техники. Все ведущие фирмы мира, которые вели исследования и разработки в области микроэлектроники и вычислительной техники, сосредоточили в это время свое внимание на разработке и использовании в вычислительных системах микропроцессоров.

Наши работы в ОКБ «Миус» отвечали этим мировым тенденциям. Как уже говорилось выше, еще в первой половине 60-х годов на кафедре ВТ и ТОК Таганрогского радиотехнического института была выдвинута и реализована идея разработки и создания многопроцессорных цифровых интегрирующих машин типа «Метеор-3», «Метеор-4» и «Омега». Эти разработки были продолжены и в дальнейшем во второй половине 60-х и в начале 70-х годов уже в ОКБ «Миус».

В 1966 году по заказу Института математики СО АН СССР была разработана, изготовлена и поставлена заказчику малая многопроцессорная цифровая интегрирующая машина «Квант», которая включала 10 параллельно работающих специализированных процессоров. В 1970 году по заказу института АЗНЕФТЕХИМ (г. Баку) была разработана и поставлена заказчику параллельная многопроцессорная цифровая интегрирующая машина на 50-ти параллельно работающих процессорах «Дон». В 1971 году по заказу КБЭ (г. Харьков) была разработана и поставлена заказчику многопроцессорная ЦИМ «Таганрог» на 50-ти параллельно работающих процессорах с производительностью до 2 миллионов операций в секунду.

Все эти ЦИМ были разработаны и созданы на основе транзисторной элементной базы.

Наряду с разработкой конкретных цифровых интегрирующих систем, я с группой моих наиболее перспективных учеников вел фундаментальные научные работы с целью получения более эффективных решений, позволяющих создать более производительные, компактные, потребляющие минимальную энергию, удобные в эксплуатации и обеспечивающие простоту программирования проблемно-ориентированные и универсальные параллельные вычислительные системы.

В 1970 году в издательстве «Советское радио» (Москва) вышла написанная мной монография «Теория цифровых интегрирующих машин и структур». В этой монографии я последовательно изложил полную теорию цифровых интегрирующих машин различных классов, включая теорию экстраполяционных и интерполяционных ЦИМ, последовательных и параллельных ЦИМ, работающих с многоурядными и одноурядными приращениями, имеющими фиксированную и плавающую запятую. Были рассмотрены методы численного интегрирования по Стильтесу и получены конкретные формулы численного интегрирования по Стильтесу. Было показано, что применение точных формул численного интегрирования по Стильтесу, использование многоурядных приращений, плавающей запятой, учет погрешностей квантования и разработка параллельной архитектуры в сочетании с электронной динамической коммутацией обеспечивают повышение производительности ЦИМ на несколько порядков без существенного увеличения используемого оборудования и габаритов. Уже в этой монографии была выдвинута идея создания однородных цифровых интегрирующих структур на основе появившихся в то время первых поколений интегральных микросхем. Было показано, что успехи микроэлектроники обеспечили

возможность разработать и реализовать однокристалльный цифровой интегрирующий микропроцессор и однокристалльный многоканальный коммутирующий элемент, позволяющий программировать каналы связи между параллельно работающими цифровыми интегрирующими микропроцессорами. Эта идея явилась в дальнейшем исходной точкой для разработки однородных параллельных многопроцессорных вычислительных систем с программируемой коммутацией.

С самого начала создания и развития ОКБ «Миус» были установлены тесные научные и деловые связи со многими ведущими научными и опытно-конструкторскими организациями СССР, работающими в различных перспективных направлениях, с крупными вузами и промышленными объединениями. В течение 70-х — 80-х годов ОКБ «Миус» выполняло крупные научные и опытно-конструкторские заказы таких ведущих организаций и предприятий, как ЦКБ «Алмаз» (Москва), ЦНИИ РТК (Ленинград), НИИ АА (Москва), КБП (Тула), НПО «Энергия», а также многих других НИИ и КБ.

Однако, для развития микроэлектроники и вычислительной техники необходимо было также создать научную базу для фундаментальных теоретических и экспериментальных разработок в этих направлениях с целью получения необходимого перспективного задела для дальнейшего развития и подъема на мировой уровень прикладных исследований и опытно-конструкторских работ.

С этой целью я выдвинул идею создания Научно-исследовательского института однородных микроэлектронных вычислительных структур (НИИ ОМВС). По моей инициативе этот вопрос был рассмотрен в Минрадиопрое, в Минэлектронпрое и в Академии наук СССР и получил полную их поддержку. После этого, я в 1972 году обратился в Государственный комитет по науке и технике СССР (ГКНТ СССР) с просьбой рассмотреть вопрос и принять решение о создании НИИ ОМВС Таганрогского радиотехнического института.

Для подготовки материалов, необходимых при рассмотрении на коллегии ГКНТ СССР вопроса о создании НИИ ОМВС, я сформировал в ТРТИ группу, в которую вошли д.т.н., профессор А. Н. Мелихов, к.т.н., доцент К. А. Дедюлин и некоторые другие сотрудники, которые в дальнейшем под моим руководством вели необходимую научно-организационную работу по созданию НИИ ОМВС.

Следует подчеркнуть, что создание НИИ ОМВС оказалось совсем непростым делом, несмотря даже на поддержку таких авторитетных ведомств, как Минрадиопром, Минэлектронпром и АН СССР. Достаточно сказать, что по вопросу создания НИИ ОМВС мне пришлось выступать с докладами на трех коллегиях ГКНТ СССР.

Однако в итоге коллегия ГКНТ СССР нашла доводы в пользу создания НИИ ОМВС обоснованными и убедительными и приняла 28 ноября 1972 года постановление, которым рекомендовала Совмину РСФСР организовать при Таганрогском радиотехническом институте Научно-исследовательский институт однородных микроэлектронных вычислительных структур и определить следующие основные направления его научной деятельности:

- разработка теории, принципов построения и создания однородных микроэлектронных вычислительных структур;
- применение указанных структур для решения широкого круга проблем цифрового управления и моделирования.

29 декабря 1972 года Совет Министров РСФСР принял постановление об организации при Таганрогском радиотехническом институте (ТРТИ) Научно-исследовательского института однородных микроэлектронных вычислительных структур (НИИ ОМВС), а 10.01.73 г. был издан приказ Министра высшего и среднего специального образования РСФСР об организации НИИ ОМВС при ТРТИ. Приказом Министра высшего и среднего специального образования от 20.06.73 г. директором НИИ ОМВС был назначен я. Заместителями директора НИИ были назначены д.т.н., профессор А. Н. Мелихов и к.т.н., доцент К. А. Дедюлин. С 1982 г. первым заместителем директора НИИ МВС был назначен д.т.н., профессор Гузик В. Ф.

В дальнейшем НИИ ОМВС был переименован в Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем (НИИ МВС), которому были установлены следующие научные направления:

- разработка теории, принципов построения и создания многопроцессорных вычислительных систем с программируемой архитектурой, предназначенных для решения широкого круга задач цифрового управления и моделирования;
- разработка математического обеспечения многопроцессорных вычислительных систем;
- разработка теории, принципов построения и создания сверхбольших интегральных схем с программируемой структурой для многопроцессорных вычислительных систем;
- разработка теории и принципов построения адаптивных нейроподобных вычислительных и робототехнических систем.

В течение последующих тридцати лет работы в НИИ МВС сложился высококвалифицированный, обладающий большим опытом исследований и опытно-конструкторских разработок, коллектив ученых и инженерно-технических работников. Здесь работали более 450 человек, в том числе, десятки докторов и кандидатов наук, и более 250 инженерно-технических работников. Более десяти крупных ученых, докторов наук, профессоров, имевших большой научный и организационно-административный опыт работы в области многопроцессорных вычислительных систем, их математического обеспечения и элементной базы руководили коллективами отделов, лабораторий и исследовательских групп НИИ МВС.

Структура НИИ многопроцессорных вычислительных систем состояла из восьми научно-исследовательских отделов и 26 лабораторий. Отделы были сформированы с таким расчетом, чтобы охватить основные научные направления, утвержденные для НИИ МВС приказом Минвуза РСФСР. Конкретно в структуру НИИ МВС входили отделы:

Отдел 21 — Универсальных многопроцессорных вычислительных систем и их математического обеспечения. Заведующий отделом д.т.н., профессор О. Б. Макаревич.

Отдел 22 — Специализированных многопроцессорных вычислительных систем. Заведующий отделом к.т.н., с.н.с. А. И. Гречишников.

Отдел 23 — Нейросетевых систем и нейрокомпьютеров. Заведующий отделом к.т.н., с.н.с. Ю. А. Брюхомицкий.

Отдел 24 — Моделирования и программного обеспечения специализированных вычислительных систем. Заведующий отделом к.т.н., с.н.с. Г. Н. Евтеев.

Отдел 25 — Больших интегральных схем многопроцессорных вычислительных систем. Заведующий отделом к.т.н., с.н.с. А. Н. Халявко.

Отдел 26 — Систем автоматизированного проектирования СБИС и МВС. Заведующий отделом д.т.н., профессор В. А. Калашников.

Отдел 27 — Экспериментально-технологический отдел микроэлектроники. Заведующий отделом к.т.н., с.н.с. В. Н. Котов.

Отдел 28 — Информационно-управляющих устройств робототехнических систем. Заведующий отделом д.т.н., профессор И. А. Каляев.

В течение почти 30 лет коллектив НИИ МВС выполнял и выполняет теоретические и экспериментальные научные исследования и опытно-конструкторские разработки, в результате которых получены следующие научные и прикладные результаты.

1. Разработаны концепция, теория, архитектура, элементная супертранспьютерная микропроцессорная база, системное и прикладное программное обеспечение суперкомпьютеров с массовым параллелизмом и программируемой архитектурой, сочетающих положительные качества универсальных и проблемно-ориентированных вычислительных систем, имеющих производительность близкую к пиковой на любых классах задач и практически линейно возрастающую при росте числа параллельно работающих процессоров.

2. Разработаны концепция, теория, архитектура и алгоритмы функционирования цифровых нейропроцессорных сетей и цифровых нейрокомпьютеров с массовым

параллелизмом и программируемой структурой. Разработаны цифровые нейропроцессоры, программируемые на выполнение функций нейронов любых типов.

3. Разработаны концепция, теория и алгоритмы функционирования интеллектуальных систем управления мобильных автономных адаптивных роботов, действующих в заранее неизвестной среде, в том числе, разработаны алгоритмы: моделирования и анализа окружающей среды и ситуаций; выбора целей; планирования действий робота для достижения целей и управления действиями робота. Разработаны однородные нейроподобные вычислительные структуры с массовым параллелизмом, реализующие перечисленные алгоритмы управления адаптивными мобильными роботами. Разработана элементная база однородных нейроподобных управляющих вычислительных структур адаптивных мобильных автономных роботов.

Полученные теоретические и экспериментальные научные результаты опубликованы в большом количестве книг и монографий, в сотнях статей в научных журналах в России и за рубежом, в десятках докладов как заказных, так и инициативных на союзных и международных научных конференциях. Результаты разработок отражены в сотнях авторских свидетельств и патентов на изобретения.

Наряду с теоретическими и экспериментальными научными исследованиями, в НИИ МВС было выполнено большое число прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в том числе десятки опытно-конструкторских работ, в результате которых были разработаны и изготовлены, испытаны и поставлены заказчикам опытные образцы более 20 универсальных и проблемно-ориентированных вычислительных систем, из которых не менее половины было вычислительных систем с массовым параллелизмом и программируемой архитектурой.

В 1978 году в Москве в издательстве «Советское радио» вышла в свет моя третья монография «Однородные коммутационные регистровые структуры», которая открыла еще одно новое научное направление. В книге была изложена разработанная мной теория однородных коммутационных структур, предназначенных для синтеза и программирования многочисленных изменяющихся во времени каналов связи между большим числом параллельно работающих процессоров. В этой же книге, впервые в мире, были рассмотрены автоматы с программируемой структурой и с программируемой коммутацией, которые в дальнейшем легли в основу создания многопроцессорных вычислительных систем с программируемой архитектурой. Отдельная глава книги была посвящена проблемам коммутации в нейроподобных структурах, архитектуре плоских и пространственных нейроподобных структур, принципам и методам настройки и перестройки нейроподобных структур.

В 1983 году для НИИ МВС был построен специальный корпус, оснащенный современной вычислительной техникой и самым лучшим в то время технологическим оборудованием для экспериментальных исследований в области микроэлектроники и разработки больших интегральных схем для многопроцессорных вычислительных систем. Большую помощь в проектировании и строительстве корпуса НИИ МВС оказали Минвуз РСФСР, Минрадиопром СССР и Минэлектронпром СССР.

В 1984 году я был избран членом-корреспондентом Академии Наук СССР, что, конечно, существенно содействовало дальнейшему развитию фундаментальных и прикладных исследований в НИИ МВС.

Существенную роль для развития дальнейших фундаментальных и прикладных исследований в НИИ МВС сыграл выход в свет в 1984 г. моей монографии «Многопроцессорные системы с программируемой архитектурой». В этой монографии разработана теория принципиально новых, не имеющих аналогов в мире, сверхпроизводительных многопроцессорных вычислительных систем с массовым параллелизмом, программируемой архитектурой и структурной организацией вычислений, которые гарантируют производительность, близкую к пиковой, практически на всех задачах, обеспечивают линейный рост производительности в зависимости от числа параллельно работающих процессоров, существенно облегчают распараллеливание вычислительных процессов, обеспечивают простоту и эффективность программирования,

высокую надежность и живучесть, обладают модульностью и наращиваемостью структуры и позволяют наиболее полно использовать достижения современной микроэлектронной технологии.

В основу многопроцессорных вычислительных систем с программируемой архитектурой положена выдвинутая мной идея однокристалльных макропроцессоров с программируемой структурой, которые работают на основе наборов крупных операций с внутренними машинными языками высокого уровня. Теория многоканальных макропроцессоров с программируемой структурой была разработана в ряде моих работ и работ моих учеников, опубликованных в отечественной и зарубежной научной литературе.

В 1986 году по заказу НИЦЭВТа (Минрадиопром) в НИИ МВС был разработан и построен экспериментальный образец универсальной многопроцессорной вычислительной системы с массовым параллелизмом и возможностью частичного программирования архитектуры ЕС-2703 на 16 процессоров с производительностью 32 миллиона операций в секунду с плавающей запятой (32 Мфлопс). В целом, разработанная система ЕС-2703 была рассчитана на 64 процессора с общей производительностью 128 Мфлопс (миллионов операций в секунду с плавающей запятой). Образец ЕС-2703 был принят межведомственной комиссией с высокой оценкой.

В 1986 году Президиум Верховного Совета СССР присвоил мне звание Героя Социалистического Труда. К этому времени я проработал ректором Таганрогского радиотехнического института восемнадцать лет, создал учебно-научно-производственный комплекс Таганрогского радиотехнического института, в рамках которого были развернуты широкие научные работы и сформированы крупные научные направления, позволившие подготовить десятки докторов и сотни кандидатов наук, что дало возможность, в свою очередь, поднять на высокий научно-методический уровень учебный процесс и обеспечить подготовку высококвалифицированных специалистов. Учитывая, что мне уже исполнилось 64 года, я обратился к Министру высшего образования с просьбой освободить меня от обязанностей ректора с тем, чтобы я мог полностью сосредоточиться на научной работе в качестве директора НИИ МВС. В 1986 году я был приказом Министра освобожден от обязанностей ректора ТРТИ и назначен штатным директором НИИ МВС.

С 1991 года при НИИ МВС функционировал (под моим председательством) специализированный совет по защита диссертаций (кандидатских и докторских) по специальностям: 05.13.01 — управление в технических системах; 05.13.05 — элементы и устройства вычислительной техники и систем управления; 05.13.13 — вычислительные машины, комплексы, системы и сети.

Одновременно с опытно-конструкторскими исследованиями и работами в области многопроцессорных вычислительных систем с массовым параллелизмом в НИИ МВС был выполнен ряд опытно-конструкторских работ в области цифровых нейропроцессорных сетей и цифровых нейрокомпьютеров с массовым параллелизмом и программируемой структурой.

В 1977 году был разработан, изготовлен и экспериментально исследован цифровой нейроноподобный ансамбль, включающий 10 цифровых параллельно работающих нейропроцессоров, способных перестраивать свою структуру на реализацию функций как формально-логических, так и динамических модулей нейронов, а также гибкую коммутационную систему, обеспечивающую возможность программирования архитектуры нейропроцессорного ансамбля.

В 1987 году разработан и создан действующий образец универсального моделирующего комплекса для нейрокибернетических исследований, включающий персональный компьютер, нейропроцессор с программируемой структурой, используемый в качестве сопроцессора-акселератора, и комплект программных средств, обеспечивающий моделирование различных нейропроцессорных ансамблей и нейропроцессорных сетей с числом нейроэлементов до 32×10^4 и числом синаптических связей до $2,5 \times 10^6$. Комплекс обеспечивал моделирование широкого класса нейропарадигм и имел производительность 10^6 CUPS.

В 1989 году разработана БИС цифрового нейропроцессора (ЦНП) с программируемой структурой на основе базового матричного кристалла. Структура нейропроцессора могла программироваться на реализацию различных типов нейронов, в том числе динамических, адаптивных по входам и выходам, формально-логических и других типов нейронов.

В 1990 году разработана и изготовлена в виде экспериментальной партии микросборка ансамбля цифровых нейропроцессоров, содержащая в одном корпусе микросборки 6 бескорпусных БИС цифровых нейропроцессоров и программируемый коммутатор, позволяющий программировать в микросборке различные типы нейропроцессорных ансамблей. Микросборка экспонировалась на всесоюзных и международных выставках и была отмечена серебряной медалью ВДНХ.

В 1992 году разработан и изготовлен экспериментальный образец первого в мире параллельного мультинейропроцессорного цифрового нейрокомпьютера с программируемой архитектурой в виде комбинированной нейрокомпьютерной системы, включающей персональный компьютер и параллельный сопроцессор-акселератор, состоящий из 15 параллельно работающих цифровых нейропроцессоров с программируемой структурой и программируемой коммутационной системой.

Наряду с этим в НИИ МВС интенсивно велись опытно-конструкторские разработки бортовых интеллектуальных управляющих систем мобильных автономных адаптивных роботов колесного и шагающего типов, действующих в заранее неизвестной изменяющейся среде.

В 1979 году была разработана адаптивная система управления автономного робота, основанная на использовании однородной систолической структуры. Изготовлен и испытан действующий макет адаптивного автономного транспортного робота с дистанционным сенсором в виде фасеточного глаза. Робот находил путь к цели в заранее неизвестной среде с препятствиями и запоминал этот путь. При изменении расположения препятствий автоматически корректировался путь к цели.

В 1981 году была разработана адаптивная система управления для 5-ти степенного манипуляционного робота. Был изготовлен и испытан действующий макет подобного робота с тактильными сенсорными элементами. Эксперименты показали возможность эффективного адаптивного функционирования робота в сложной рабочей зоне с изменяющимся расположением препятствий.

В 1985 году в НИИ МВС была разработана, создана и испытана на естественном полигоне бортовая адаптивная система управления движением автономного транспортного робота-исследователя. Система обеспечивала адаптивное управление роботом в темпе его движения со скоростью до 5 километров в час в рабочей зоне размерами 64x64 м².

В 1987 году была разработана, создана и испытана в реальных естественных условиях на склонах вулкана Толбачик бортовая адаптивная многопроцессорная система управления движением транспортного робота-исследователя, оснащенного лазерной дальномерно-обзорной сенсорной системой. Однородная управляющая структура разработанной системы содержала 1024 параллельно работающих вычислительно-коммутирующих ячеек. Робот функционировал в практически неограниченной рабочей зоне с заранее неизвестными препятствиями и двигался со скоростью до 10 километров в час.

В 1988 году разработан, изготовлен и испытан действующий макет системы управления движением шагающего транспортного робота. Разработанные принципы построения архитектуры системы и алгоритмы ее функционирования позволили создать бортовую систему управления, способную управлять согласованным движением конечностей двенадцатиной шагающей машины, движущейся со скоростью до 20 километров в час. Испытания показали высокую эффективность работы созданной бортовой системы управления.

В 1990 г. я, вместе с соавторами — д.т.н., профессором Ю. В. Чернухиным, д.т.н., профессором И. А. Каляевым и к.т.н., доцентом В. П. Носковым опубликовал монографию «Однородные управляющие структуры адаптивных роботов». В этой монографии были рассмотрены вопросы разработки и создания систем управления адаптивных роботов третьего поколения с элементами искусственного интеллекта. Изложены принципы

построения однородных управляющих структур, предназначенных для управления движением роботов в динамически изменяющейся внешней среде с препятствиями. Описаны алгоритмы и структуры, предназначенные для планирования поведения как отдельных роботов, так и их коллективов. Приведены характеристики реальных разработанных роботов.

В 1990 году в НИИ МВС разработана и выпущена опытная партия сверхбольших интегральных схем (СБИС) однородной многопроцессорной системы, ориентированной на решение задач планирования траектории движения робота в сложной среде с препятствиями. Одна СБИС содержала 128 параллельно работающих элементарных процессоров.

В 1992 году была разработана бортовая многопроцессорная вычислительная система повышенной живучести для управления трехосной стабилизированной платформой «Аргус», создаваемой в рамках программы «Марс-94» и предназначенной для работы в составе орбитальной станции, исследующей поверхность Марса. В 1993–94 гг. были изготовлены и испытаны действующие образцы подобной системы, принятой заказчиком с высокой оценкой.

Активными участниками исследований и разработок в области систем управления адаптивными мобильными роботами с элементами искусственного интеллекта являлись доктор технических наук И. А. Каляев (руководитель многих НИР и ОКР), Ю. В. Чернухин, В. И. Божич, кандидаты технических наук В. П. Носков, С. Г. Капустян, С. А. Черный, И. К. Боровков, О. В. Катаев, Л. Ж. Усачев, Н. П. Саламаха, научные сотрудники и инженеры И. В. Петручук, С. Г. Мудульян; С. Д. Чередниченко, Г. Л. Трунов, М. В. Петручук, И. В. Агузов, В. Н. Капустян и многие другие сотрудники НИИ МВС.

В 1993 году, в связи с достижением семидесятилетнего возраста я ушел с должности директора и продолжал руководить в НИИ МВС выполнением научных программ, проектов и грантов, а также выполнением хоздоговорных НИР и ОКР.

Директором НИИ МВС в 1993 году был назначен мой ученик доктор технических наук, профессор В. И. Божич, занимавший до этого должность заместителя директора НИИ МВС. Заместителями директора были назначены к.т.н., с.н.с. А. Н. Халявко и к.т.н., с.н.с. А. П. Кухаренко. В дальнейшем, в 1998 году д.т.н., профессор В. И. Божич перешел на работу в ТРТУ в качестве декана факультета информационной безопасности.

Директором НИИ многопроцессорных вычислительных систем ТРТУ с 1998 года был назначен доктор технических наук, профессор И. А. Каляев, а его заместителем к.т.н., с.н.с. В. Н. Котов. Ученым секретарем НИИ МВС назначен к.т.н. А. П. Кухаренко.

После 1993 года структура НИИ МВС и структура его деятельности претерпели существенные изменения в связи с Российскими реформами, особенно в области науки и высшего образования. Резкое многократное сокращение централизованного бюджетного финансирования научных исследований привели к необходимости искать новые пути и формы выполнения и финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, особенно научных исследований, носящих фундаментальный характер.

В связи с этим, в последние годы из НИИ МВС выделились несколько групп сотрудников, которые образовали самостоятельные научно-конструкторские организации. В частности, выделилась группа сотрудников во главе с к.т.н. И. И. Итенбергом, которая образовала научно-конструкторское бюро вычислительной техники, ориентированное на разработку бортовых многопроцессорных вычислительных систем. Выделилась группа сотрудников во главе с к.т.н., с.н.с. А. И. Гречишниковым, которая образовала самостоятельную опытно-конструкторскую фирму, ориентирующуюся на разработку многопроцессорных вычислительных систем для обработки радиолокационной информации. Наконец в 1998 году выделилась группа сотрудников во главе с д.т.н. В. И. Божичем, которая образовала в ТРТУ факультет информационной безопасности и несколько кафедр в области информационной безопасности. На факультет информационной безопасности была передана часть НИР и ОКР из НИИ МВС.

Несмотря на такую реорганизацию, НИИ многопроцессорных вычислительных систем, который с 1998 года возглавил профессор И. А. Каляев, сохранил свой основной научный потенциал, наиболее квалифицированные кадры и, главное, свои основные научные направления и свой научный авторитет в России и за ее пределами. Более того, в научных исследованиях НИИ МВС был взят курс на более фундаментальный их характер, обеспечивающий получение новых важных фундаментальных научных результатов в основных научных направлениях НИИ МВС:

— в области многопроцессорных вычислительных систем с массовым параллелизмом, программируемой архитектурой и структурно-процедурной организацией вычислений;

— в области создания новой макропроцессорной элементной базы с программируемой структурой на основе перспективной ПЛИС-технологии;

— в области разработки систем управления с элементами искусственного интеллекта для адаптивных автономных мобильных роботов с использованием нейропроцессорных структур;

— в области нейропроцессоров, нейропроцессорных сетей и нейрокомпьютеров.

Во второй половине 90-х годов в НИИ МВС был выполнен ряд фундаментальных и прикладных научно-технических программ и проектов в рамках федеральных целевых научных программ России, в рамках научных программ Министерства науки и технологий РФ, Министерства образования РФ, в рамках программ и грантов Российского фонда фундаментальных исследований и по заданиям Секции прикладных проблем Российской академии наук.

Фундаментальные и прикладные результаты, полученные в НИИ МВС ТРТУ за тридцать лет научных исследований и опытно-конструкторских разработок, находятся на высоком научном уровне, в большинстве своем, на уровне мировых научных достижений как в области компьютерных технологий, так и в областях искусственных нейронных сетей и нейрокомпьютеров, адаптивных робототехнических систем с элементами искусственного интеллекта и микропроцессорной элементной базы. В значительной части эти результаты не имеют аналогов в мире.

Большинство полученных в НИИ МВС за тридцать лет научных результатов опубликовано в монографиях, в статьях в центральных журналах и сборниках, во многих зарубежных научных изданиях. Сотрудниками НИИ за тридцать лет работы опубликованы 22 монографии, более 1800 научных статей, в том числе более 750 статей в центральной печати и более 150 статей в зарубежных и международных изданиях. Получено более 530 авторских свидетельств на изобретения и 10 патентов Российской Федерации. Лично я опубликовал более 350 научных статей и 11 монографий, получил около 70 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

По результатам научных работ НИИ МВС защищены более 10 докторских диссертаций и около 90 кандидатских диссертаций.

НИИ МВС пользуется высоким научным авторитетом и получил признание как одна из ведущих научных организаций в области многопроцессорных вычислительных систем с массовым параллелизмом не только в научных кругах СССР и России, но также и за рубежом, в том числе в США, Германии, Англии и в других странах. В научной литературе США и Англии неоднократно публиковались статьи с высокой оценкой научных работ НИИ МВС ТРТУ в области суперкомпьютеров с массовым параллелизмом.

В мае 2000 г. Общее собрание Российской Академии Наук избрало меня академиком РАН. Это было высшим признанием научной значимости результатов фундаментальных и прикладных научных исследований как моих лично, так и всего коллектива НИИ МВС.

В результате исследований, экспериментальных и опытно-конструкторских работ, выполненных в НИИ МВС ТРТУ в течение 30 лет со дня его основания, получены крупные фундаментальные результаты и важные прикладные решения. Разработана новая, не имеющая аналогов в мире, концепция многопроцессорных вычислительных систем с массовым параллелизмом, программируемой архитектурой и структурно-процедурной организацией вычислений.

Разработанные в НИИ МВС многопроцессорные суперкомпьютеры с массовым параллелизмом и программируемой архитектурой имеют модульно-наращиваемую организацию системы, распределенную память с быстрым параллельным доступом процессоров к хранящейся информации и параллельную универсальную программируемую систему коммутации, которая обеспечивает программирование прямых каналов обмена информацией между процессорами, между элементами распределенной памяти, а также между процессорами, распределенной памятью и интерфейсом суперкомпьютера.

Необходимо подчеркнуть, что совершенно бесперспективно пытаться копировать разработки суперкомпьютеров с массовым параллелизмом, выполненные в США и Западной Европе. Если следовать политике копирования и повторения западных исследований и разработок в области суперкомпьютерной и микропроцессорной техники, мы всегда, как показал наш предыдущий российский опыт, будем отставать на 10–15 лет. Но есть другой путь — путь опережающей стратегии. Он состоит в том, что основное внимание и основное финансирование следует сосредоточить на новых идеях, новых исследованиях и разработках, опережающих достижения Запада в области суперкомпьютерных и микропроцессорных технологий, и профинансировать создание лишь принципиально новых экспериментальных образцов суперкомпьютеров с массовым параллелизмом, которые могут затем лечь в основу создания опытных промышленных образцов и в основу организации в дальнейшем их серийного и массового производства на конкурентоспособном уровне.

И эта стратегия является для России единственной возможностью вырваться из компьютерного тупика, в который она попала, и выйти с минимальными затратами средств и ресурсов на уровень мировых суперкомпьютерных держав. Поэтому необходимо в кратчайшие сроки использовать для создания отечественных суперкомпьютеров разработанные в России новые научные идеи, в частности, идеи создания суперкомпьютеров с массовым параллелизмом, программируемой архитектурой и структурной реализацией вычислений.

НИИ МВС Таганрогского Радиотехнического университета входит в новый, двадцать первый век, в третье тысячелетие с крупными фундаментальными и прикладными научными достижениями, которые могут сыграть существенную роль в возрождении и подъеме могущества России. Завершая свое тридцатилетие, коллектив НИИ МВС смотрит в будущее с оптимизмом и готов вложить накопленные за тридцать лет знания и опыт в развитие отечественной науки и отечественных компьютерных и информационных технологий на благо процветания России.

Таганрог, декабрь 2000 г.

III. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Введение

Возникшее к середине 50-х годов новое научное направление, получившее впоследствии название «искусственный интеллект», явилось естественным продолжением развития программирования и на начальном этапе понималось как направление в программировании, касающееся решения задач, не относящихся к классу традиционных *вычислительных* задач.

По-видимому, ни для кого не является секретом тот факт, что для решения какой-либо задачи, по существу, требуются две вещи: во-первых, исходные данные и, во-вторых, умение решать задачи данного типа, т.е. знания, позволяющие их решать. Если задаться целью поручить кому-либо (в том числе, вычислительной машине) решение некоторой задачи, то следует иметь в виду, что это окажется возможным только в том случае, если предполагаемому исполнителю будут переданы как исходные данные этой задачи, так и средства для ее решения (знания).

Это хорошо представляли себе пользователи в прошлом веке, занимаясь решением задач на электронных вычислительных машинах. Используя собственные знания, они составляли подробный план решения задачи — *алгоритм*, который затем переводили на язык, понятный машине (программировали), и вводили программу в память машины вместе с исходными данными. После этого машина выполняла все необходимые операции по решению предложенной задачи.

Не всякий конкретный план решения задачи может быть назван алгоритмом, а только такой, который удовлетворяет трем специальным требованиям: массовости, детерминированности и результативности. Первое требование говорит о том, что данный план вычислений ориентирован не на одну единственную задачу, а на целый класс задач определенного типа (например, извлечение квадратного корня). Требование детерминированности означает выполнение строго определенных действий на каждом шаге вычислений и отсутствие ситуации, когда исполнитель не знает, что ему делать дальше. Наконец, последнее требование гарантирует получение результата решения за конечное число шагов вычислительного процесса.

К середине прошлого века пользователям ЭВМ стало ясно, что вычислительная машина представляет собой более мощное и совершенное устройство, нежели быстродействующий арифмометр.

Этому способствовали универсальная система кодирования информации, позволяющая ввести в память машины не только числа, но и любые другие объекты (слова естественного языка, элементы музыкальной нотации, позиции на шахматной доске и т. п.), а также универсальная схема организации работы (память — процессор — память), позволяющая реализовать практически любой процесс обработки введенной информации. Возникла идея решения с помощью вычислительной машины специальных задач, не связанных с выполнением только расчетов, и названных в дальнейшем *невычислительными*. К таким задачам стали относить игровые задачи, сочинение текстов и музыки, задачи машинного перевода, распознавания образов и многие другие.

Главной особенностью нового класса задач послужил тот факт, что для их решения невозможно было заранее (т. е. до начала процесса обработки), построить алгоритм их решения в силу отсутствия детерминированности и результативности. После выполнения очередного шага обработки возникала неопределенность в выполнении следующего шага, т. е. появлялась возможность выполнения нескольких альтернативных действий, и заранее не было известно, какое из них приведет к желаемому результату. В этих условиях организовать вычислительный процесс можно было только путем составления плана решения задачи в процессе самой обработки.

В 1956 году в Дартмуте (США) собрались на конференцию специалисты, занимавшиеся исследованиями возможностей ЭВМ по решению нетрадиционных невычислительных задач. Для нового научного направления было предложено два названия: «машинный интеллект» и

«искусственный интеллект». Из них более распространенным стало второе. Другим важным итогом этой конференции стало осознание следующего простого факта: если для задач описанного выше класса не удастся заранее построить алгоритм, то можно попытаться организовать вычислительный процесс на основе тех знаний, которые использует для построения плана решения человек. Отсюда сразу возникли две проблемы: 1) внесение в память машины не только исходных данных, но и знаний из проблемной области, к которой относится данная задача, и 2) поиск решений с использованием этих знаний. Эти две задачи и были положены в основу исследований в новом направлении программирования. И лишь спустя годы акцент в исследованиях по искусственному интеллекту сместился в сторону разработки теоретических вопросов, касающихся представления и обработки знаний, а также моделирования человеческих рассуждений и творческих процессов.

Сегодня очень трудно ответить на вопрос о том, сколько в нашей стране существует школ в этой области науки. Различными проблемами научного направления «искусственный интеллект» занимаются многие коллективы, и каждый из них может претендовать на основание собственной школы в том или ином направлении. В 60-х — 70-х годах эта наука развивалась более вширь, нежели вглубь. Искусственный интеллект объединил усилия программистов, математиков, логиков, психологов, лингвистов, специалистов в области обучения, распознавания образов и многих других, работавших над созданием программных систем, манипулирующих со знаниями, и получивших название «интеллектуальных».

В 60-х годах прошлого века в бывшем Советском Союзе велись активные исследования в рамках научного направления под названием «Ситуационное управление», созданного научной школой Дмитрия Александровича Поспелова. Эти исследования были связаны с созданием управляющих систем для сложных объектов, когда не удавалось построить формальную модель их поведения. Для таких объектов построить систему управления можно было только на основе использования знаний об особенностях их функционирования в процессе взаимодействия со сложной и непредсказуемой внешней средой. Эта проблема оказалась созвучной с аналогичными проблемами в области решения невычислительных задач в искусственном интеллекте. В начале 70-х годов Д. А. Поспелов полностью переключается на исследования в этой новой области, ведя одновременно большую организационную работу по проведению семинаров и конференций с привлечением широкого круга отечественных и зарубежных специалистов из смежных областей. В эти же годы исследованиями в области искусственного интеллекта активно заинтересовался член-корреспондент (позднее — академик) АН СССР Гермоген Сергеевич Поспелов. С его, главным образом, помощью был преодолен кризис, связанный с недооценкой на первых порах этого важного научного направления в нашей стране.

В настоящем разделе книги републикуются некоторые работы, относящиеся к этой интересной и многообещающей области науки, и имеющие, на наш взгляд, историческую ценность.

Октябрь 2002 г.

Д. А. Поспелов

История искусственного интеллекта до середины 80-х годов

Возникновение науки об искусственном интеллекте

Практически с самого начала активного использования ЭВМ первого поколения (т. е. с середины 50-х годов) на ЭВМ стали решаться задачи, не относящиеся к традиционным задачам расчета. В это же время начали формироваться первые области исследований,

которые в последующем оказали заметное влияние на возникновение научного направления, получившего название *искусственный интеллект*. Остановимся на описании этих областей исследования, заложивших многие принципы будущей науки об интеллектуальных системах.

1. Машинный перевод.

Вопрос об использовании ЭВМ для перевода текстов с одного языка на другой впервые возник в 1947 году. В 1954 году в США с помощью ЭВМ было переведено шестьдесят фраз. Этот знаменитый «Джорджтаунский эксперимент» произвел неизгладимое впечатление на специалистов. И хотя его результаты оказались весьма скромными, он вселил уверенность в возможность использования ЭВМ для работы с текстами на естественном языке. Дальнейшее развитие работ в области машинного перевода было цепью небольших побед и больших разочарований. В пятидесятых годах представления о том, как должны делаться большие программные системы, были еще весьма наивными, а точные лингвистические модели практически отсутствовали. На первом этапе работ по машинному переводу в единый алгоритм пытались поместить как информацию о тех двух языках, между которыми осуществлялся перевод, так и описание самих правил перевода. На смену им в начале шестидесятых годов пришли системы, в которых между входным и выходным языком появился специальный язык-посредник, облегчающий сопоставление между собой конструкций различных языков. В системах третьего поколения, появившихся во второй половине семидесятых годов, этот язык-посредник превратился в модель глубинной семантики, описывающей семантические универсалии, присущие всем естественным языкам.

В СССР работы в области машинного перевода начались с 1955 года. Становление и развитие этого направления во многом связано с работами А. А. Ляпунова, Ю. Д. Апресяна, О. С. Кулагиной и др. [1, 2].

В области машинного перевода отечественные работы всегда находились и находятся на переднем крае исследований. Созданные в нашей стране системы машинного перевода во многих отношениях превосходят соответствующие им по тому времени зарубежные образцы.

Какие же достижения из области машинного перевода оказались полезными для искусственного интеллекта?

Прежде всего понимание, что анализ естественно-языковых особенностей невозможен без создания семантической модели, в которой в явной форме содержались бы словарные статьи, интерпретирующие смысл слов, используемых в тексте, а также устойчивых комбинаций из них. Такая семантическая модель должна отображать реальные отношения объектов и явлений внешнего мира, преломляемые через средства языка. Практически, в работах по машинному переводу впервые возникла идея отделения процедурных знаний от декларативных, нашедшая свое полное развитие на первом этапе исследований по искусственному интеллекту. Отделение того «с чем делать» от того «как делать» было свойственно программированию на ЭВМ с самого начала. Данные и программы всегда

Печатается (с незначительными сокращениями) по публикации в журнале «Новости искусственного интеллекта», 1994, № 4, с. 74–90.

существовали как отдельные компоненты. Но отделение «почему так делать» от того «как делать», т. е. отделение модели от программы произошло, по-видимому, впервые в исследованиях по машинному переводу на втором этапе их осуществления.

Вторым достижением работ по переводу с одного языка на другой явилось введение промежуточного внутреннего представления всех необходимых для перевода сведений. Появление языка-посредника знаменовало собой первую попытку создания языка внутреннего представления знаний, отличного от входного языка, на котором записан текст, подлежащий переводу, и выходного языка, на который тот текст должен был быть переведен. Активность внутренних представлений знаний получила в дальнейшем в системах искусственного интеллекта большое развитие.

И, наконец, третьим достижением работ в области машинного перевода, важным для искусственного интеллекта, можно считать разделение этапов анализа текстов на ряд последовательных шагов: морфологический анализ, поверхностный семантический анализ, глубинный семантический анализ, поверхностный синтаксический анализ, глубинный синтаксический анализ и прагматический анализ [2]. Выделение этих шагов позволило поставить перед лингвистами задачи по созданию языковых моделей для целей машинного перевода, стимулировать эти исследования и получить нужные результаты, благодаря чему стала возможной волна исследований в этой области, завершающаяся сейчас созданием практически эффективных систем перевода научно-технических текстов с помощью ЭВМ. Для работ в области искусственного интеллекта эти исследования сыграли свою роль при создании систем общения пользователей с интеллектуальными системами. Не менее важным оказалось и понимание того, что синтез текстов может рассматриваться как обращение тех шагов, которые были выделены и изучены при анализе текстов.

2. Автоматизированное реферирование и информационный поиск.

Почти одновременно с работами по машинному переводу начались исследования по использованию ЭВМ для целей автоматического реферирования научно-технических текстов. Первый машинный эксперимент такого рода был проведен в 1957 году в США. В отличие от машинного перевода, где внимание исследователей, по крайней мере на начальном этапе, было сосредоточено на отдельных предложениях, т. к. машинный перевод мыслился как перевод «фраза за фразой», в области автоматизированного реферирования внимание было обращено на более крупные участки текста (чаще всего на абзацы), в которых концентрировались рассуждения на одну и ту же тему. Другими словами, внимание исследователей в этой области с самого начала было ориентировано на выявление закономерностей, организующих смысловое единство текста. На первом этапе этих работ наиболее популярными были подходы, основанные на выявлении тех или иных статистических закономерностей распределения терминов в тексте или их взаимного расположения в нем [3, 4]. В дальнейшем исследования в области автоматизированного реферирования сместились в сторону использования внутренних структур текста, выявления той информационной основы, которая организует весь текст [5, 6]. Работы в этом направлении оказали существенное влияние на использование ЭВМ для сочинения искусственных текстов.

Развитие информационно-поисковых систем, опирающихся на использование ЭВМ, также сыграло свою роль в формировании ряда парадигм искусственного интеллекта. Идея выделения и использования дескрипторов при поиске релевантных ответов на запросы [3] многократно использовалась в вопросно-ответных системах, традиционно включавшихся в область интеллектуальных систем на начальном этапе их развития. Идея вычленения системы связей-отношений между отдельными фактами, воплощенная в понятии тезауруса [3], развилась впоследствии в идею семантической сети, столь важную для работ в области искусственного интеллекта.

3. Доказательство теорем.

Еще одной областью, связанной с вычислительными задачами, является доказательство теорем. Эта область творческой деятельности человека наиболее просто поддается автоматизации, т. к. математическое доказательство в достаточной степени формализовано, особенно в тех разделах математики, которые тесно связаны с формальными системами. Поэтому первыми теоремами, доказанными с помощью ЭВМ в США в середине 50-х годов, были теоремы исчисления высказываний, а затем и исчисления предикатов (Ван Хао и др.). Несколько позже ЭВМ использовались для доказательства теорем абстрактной алгебры и некоторых несложных геометрических теорем (В. М. Глушков, К. И. Вершинин, У. Галантер и др.). На первом этапе ЭВМ оказались способными искать лишь простые доказательства путем применения правил вывода к исходным аксиомам. Одной из первых систем такого типа была разработанная в СССР программа АЛПЕВ, созданная под руководством Н. А. Шанина. Однако довольно скоро внимание логиков привлекла сама проблема вывода и поиска эффективных процедур такого вывода. Во второй половине 60-х годов были найдены две такие процедуры, которые прочно вошли в состав средств, используемых в

исследованиях по искусственному интеллекту. Это метод резолюций, предложенный в 1965 году Дж. Робинсон (США) и обратный метод С. Ю. Маслова (СССР), предложенный двумя годами позже. Оба метода дают возможность осуществлять поиск доказательств в исчислении предикатов и являются достаточно мощными. На их основе построено множество модификаций, обладающих теми или иными достоинствами. Поиск таких процедур продолжается. Он стимулируется еще и тем, что, как было показано независимо друг от друга в 1936 г. А. Чёрчем и А. Тьюрингом, не существует универсальной процедуры доказательства тождественной истинности произвольной формулы в исчислении предикатов первого порядка, если заранее не известно, является ли она таковой. Поэтому представляет большой интерес поиск процедур вывода, ориентированных на те или иные проблемные области, в которых за счет их специфических особенностей можно строить эффективные процедуры доказательств.

Это соображение лежит в основе второй особенности машинных систем доказательства теорем, важной для искусственного интеллекта. С учетом семантики решаемой задачи на дереве поиска вывода возможно указать некоторые эвристические правила, сокращающие перебор путей, ведущих от исходных формул к доказываемой (при прямом методе доказательства) или от доказываемой к исходным (при обратном методе доказательства). Именно при доказательстве теорем, по-видимому, впервые возникла идея эвристических правил, как путей сокращения большого перебора. Эта идея в дальнейшем развилась в целую ветвь — *эвристическое программирование*, сыгравшую большую роль на начальном этапе развития работ по интеллектуальным системам. Особенно интересными были эвристические правила, отражавшие особенности доказательства человеком теорем в геометрии. Начальный этап исследований в области машинного доказательства теорем отражен в сборнике [7], вышедшем в США в 1963 г., а дальнейшее развитие работ — в [8–10].

4. Распознавание образов.

Это еще одно направление, родившееся в начале 50-х годов, как следствие начала использования ЭВМ для решения невычислительных задач. Традиционная постановка задач в этой области близка к задаче классификации: необходимо найти совокупность классифицирующих признаков, с помощью которых было бы возможным построить решающие правила, относящие те или иные единичные объекты к заранее выделенным или формируемым по отношению близости по признакам, классам. Распознавание образов — имеющая ярко выраженное прикладное значение, активно и бурно развивающаяся наука, выработавшая свои приемы и методы решения задач. Часть из них (например, статистические методы распознавания или распознавание с помощью метода потенциальных функций) по своим идеям весьма далеки от идей и методов искусственного интеллекта. Поэтому они не оказали заметного влияния на его развитие. Другая же часть методов теории распознавания (особенно та, методы которой опираются на идею построения классифицирующей системы признаков в процессе обучения), наоборот, весьма близка к искусственному интеллекту, связана с ним и продолжает оказывать значительное влияние на работы в области интеллектуальных систем.

Наиболее значительны для работ по интеллектуальным системам идеи теории распознавания, связанные с обучением нахождению решающего правила на множестве положительных и отрицательных примеров. Пожалуй, впервые подобный подход со всей его полнотой был реализован в СССР в начале 60-х годов М. М. Бонгардом и его учениками [11]. Созданные им методы узнавания надолго опередили соответствующие исследования в области распознавания образов и систем классификации, применяемых в интеллектуальных системах. В 70-е годы Ю. И. Журавлевым и его учениками были заложены основы теории, позволяющей конструировать новые процедуры распознавания образов и проводить сравнения различных методов.

Не менее интересными для искусственного интеллекта являлись логико-лингвистические методы распознавания, опирающиеся на описание объектов классификации с помощью специальных языковых средств и на логический вывод в качестве решающего правила классификации.

5. Игровые программы.

Использование ЭВМ для моделирования на них процесса игры также имеет давнюю историю. Программы для простых игр типа «крестики — нолики» или «ханойская башня» появились в самом конце 40-х годов. Потом число таких программ стало быстро увеличиваться. На ЭВМ стали воспроизводить процесс игры в различные карточные игры, калах, домино, шашки, шахматы и многие другие. Практически, сейчас нет ни одной игры, которая была бы достаточно популярна и не использовалась бы для воспроизведения на вычислительной машине. При создании таких программ исследователи столкнулись с проблемой поиска и перебора. И эти процедуры надолго привлекли внимание специалистов. Нахождение эффективных стратегий поиска по дереву игры было задачей, во многом похожей на задачу поиска эффективных путей доказательства теорем. Классификация ситуаций, складывающихся на игровом поле, во многом сближала возникающие здесь задачи с традиционными задачами распознавания образов. Это делало игровые программы хорошим полигоном для отработки различных приемов и методов поиска решений в условиях богатого множества альтернатив [12].

Впервые проблема алгоритмизации шахматной игры была рассмотрена в 1949 г. К. Шенноном (США), который предложил использовать при организации шахматных программ следующие три принципа, остающиеся до настоящего времени верными для большинства программ такого рода: 1) перебор возможных продолжений шахматной партии на определенное число ходов вперед; 2) оценка возникающих позиций с помощью некоторой оценочной функции, учитывающей материал и позицию; 3) использование эвристических приемов для сокращения перебора при просмотре ходов вперед за счет учета специфики шахматной игры [13].

Последний принцип особенно важен, т. к. рост перебора вариантов при увеличении глубины просмотра продолжения шахматной партии происходит весьма быстро, имея экспоненциальный характер, что предъявляет повышенные требования к быстродействию ЭВМ. Поэтому именно в шахматных программах зародились идеи методов сокращения перебора на древовидных структурах. В СССР первый такой метод (метод граней и оценок) был предложен А. С. Брудно. В США методами подобного типа много занимался Н. Нильсон. Примером удачного применения эвристических приемов к шахматным программам может служить программа «Каисса», созданная в СССР В. Л. Арлазаровым, Г. М. Адельсоном-Вельским и М. Б. Донским.

В последнее время в связи с развитием методов искусственного интеллекта стали появляться новые идеи и в шахматных программах. Их функционирование стало опираться не на простой перебор вариантов, а на попытку смоделировать на ЭВМ особенности мышления человека-шахматиста. В СССР эти новые идеи нашли свое отражение в проекте программы «Пионер», разрабатываемой под руководством М. М. Ботвинника еще с 1966 г. [14]. За рубежом принципы построения программ такого типа обоснованы Д. Мичи. Эвристики и приемы сокращения перебора при большом количестве вариантов, разработанные в области создания игровых программ (особенно шахматных), находят сейчас широкое применение в различных интеллектуальных системах.

6. Сочинение музыки и текстов.

В середине 50-х годов в США (Л. Хиллер и Л. Айзексон), а несколько позже в СССР (Р. Х. Зарипов) были сделаны первые попытки сочинения музыкальных произведений с помощью программ, реализуемых на ЭВМ. В основе этих программ лежала идея об использовании генераторов случайных чисел, интерпретируемых как нотные знаки со всеми присущими им параметрами, для порождения музыкального произведения за счет отбора из генерируемого потока нот лишь тех, которые удовлетворяли бы определенным правилам. Эти правила заимствовались из музыковедческой литературы и отражали специфику восприятия музыки человеком [15, 16]. Таким образом, в этих программах, как и в некоторых программах автоматизированного реферирования или доказательства теорем, использовался случайный процесс, детерминируемый системой ограничивающих модельных правил. Этот прием оказался в дальнейшем полезен и для ряда программ искусственного интеллекта. А сама возможность имитации творческого процесса человека в такой области, которая всегда

считалась вершиной его интеллектуальной деятельности, имела немаловажное значение для понимания возможностей ЭВМ в этой сфере.

В середине же 50-х годов делаются первые попытки использования ЭВМ для генерации связных текстов, как поэтических, так и прозаических [17]. Однако до развития работ в области искусственного интеллекта эти исследования не получили достаточного распространения и не оказали существенного влияния на другие направления, связанные с моделированием творческих процессов. Столь же незначительно повлияло на работы в области искусственного интеллекта появление первых программ, связанных с машинной графикой. Лишь несколько позже, когда появились хорошие черно-белые и цветные дисплеи, а программы машинной графики стали намного интереснее, специалисты в области искусственного интеллекта обратили внимание на эти работы. Сейчас же машинная графика стала вполне самостоятельным направлением и подобно распознаванию образов развивается вне рамок искусственного интеллекта, хотя и испытывает его влияние на свои методы и представления. Достаточно полное представление о современном состоянии дел в той части машинной графики, которая наиболее тесно связана с моделированием творческой деятельности, может дать монография [18]. Из-за отсутствия хороших дисплеев уровень исследований в этой области в странах Восточной Европы и СССР несколько отстает от уровня их развития в США, Японии и странах Западной Европы.

Все перечисленные сферы применения ЭВМ для решения нечисловых задач сыграли роль катализирующих ферментов, способствовав консолидации усилий отдельных специалистов вокруг вопросов, связанных с решением задач, относящихся к сфере интеллектуальной деятельности человека. Эта консолидация привела к появлению первых моделей и систем, которые знаменовали собой переход к созданию новой науки — искусственного интеллекта.

Начальный этап развития

Важным моментом начала того направления, которое можно было бы назвать собственно искусственным интеллектом, была проведенная в 1956 г. конференция в Дартмуте (США). На этой конференции были К. Шеннон, М. Минский и Дж. Маккарти. Двум последним предстояло в дальнейшем сыграть крупную роль в становлении искусственного интеллекта. Именно на этой конференции сам термин «искусственный интеллект» приобрел права гражданства.

К середине 60-х годов в СССР, США, Великобритании и других странах, в которых активно внедрялась вычислительная техника, было накоплено множество самых разнообразных программ для решения нечисловых задач. Среди них было немало таких, которые демонстрировали возможность имитации на ЭВМ отдельных творческих процессов, присущих человеку. Возникший опыт создания таких программ требовал обобщения и формализации. Следствием Дартмутской конференции явился «Исследовательский проект по искусственному интеллекту» — первый комплексный проект в этой области. Его возглавил Дж. Маккарти.

Стали появляться первые публикации, в которых делались попытки обобщения накопленного материала. Среди специалистов, выступивших с такими работами, были Дж. Маккарти, М. Минский, Э. Фейгенбаум (США), Д. Мичи (Великобритания), В. М. Глушков и А. А. Ляпунов (СССР). В дальнейшем существенный вклад в развитие методологии искусственного интеллекта внесли Н. М. Амосов, А. С. Нариньяни, Э. В. Попов, Г. С. Поспелов, Д. А. Поспелов (СССР), Д. Бобров, Т. Виноград, Н. Нильсон, Дж. Слейгл, П. Уинстон, Э. Хант, Р. Шенк (США), Э. Сандеволл (Швеция), М. Сомальвиго (Италия) и др.

Но на пути становления искусственного интеллекта как самостоятельного направления имелось немало трудностей. Практика создания «интеллектуальных программ» выявила парадоксальное положение: чем больше создавалось таких программ, тем меньше были видны принципы их создания. Если, например, некоторый исследователь создавал эффективную программу для игры в шашки и вводил ее в память ЭВМ, то создание следующей интеллектуальной программы, предназначенной, например, для игры в домино,

никак не облегчалось тем, что в памяти ЭВМ уже хранится хорошая шашечная программа. А добавление к ней программы для игры в домино ничуть не облегчало создание программы для игры в калах или какую-нибудь другую игру. Память ЭВМ могла заполняться интеллектуальными программами сколь угодно долго, но от этого ЭВМ не становилась «интеллектуальнее». Содержимое ее памяти напоминало огромную библиотеку, в которой хранятся знания почти по всем отраслям человеческой деятельности, но которая, конечно, никаким интеллектом не обладает. Становилось ясным, что на пути простого увеличения количества программ, одновременно хранимых в ЭВМ, нельзя добиться поднятия ее индекса интеллектуальности.

Эта ситуация хорошо отражается в книгах по искусственному интеллекту, изданных в начале 70-х годов [19, 20]. Их оглавления напоминают что-то вроде меню или прейскуранта. Отдельные главы посвящены различным типам задач, каждая из которых решается своим особым образом, с помощью специальной, ориентированной только на эту задачу программы.

Но на этом фоне в это же время начинают появляться первые признаки новой парадигмы. Эта парадигма — поиск универсальной процедуры, которая позволила бы решать единообразно большое количество интеллектуальных задач. И появление такой парадигмы естественным образом означало обращение специалистов в области интеллектуальных программ к психологам, занимающимся психологией мышления и психологией решения задач.

Первой моделью психологии, которая в течение десятка лет сохраняла свое значение для работ в области моделирования интеллектуальной деятельности, явилась известная еще с начала нашего века *лабиринтная модель* решения задач, в наиболее общей форме описанная в 1911 г. Э. Торндайком. Согласно представлениям, вытекающим из этой модели, процесс решения задачи можно уподобить прохождению лабиринта. Начальные площадки лабиринта соответствуют исходным данным задачи, а пути, приводящие к целевой (или одной из целевых, если их несколько) площадке, определяют возможные пути решения. Выбор пути на каждой из промежуточных площадок лабиринта эквивалентен принятию решения из имеющегося в этот момент множества альтернатив. В машинных программах такому движению по лабиринту соответствует поисковая процедура, управляемая решающими правилами, с помощью которых производится тот или иной выбор при каждой альтернативной ситуации.

Именно такая модель была положена в основу одной из первых программ, которую по праву можно отнести к программам искусственного интеллекта. Эта программа была создана в конце 50-х годов в США в содружестве программиста А. Ньюэлла и психолога Г. Саймона. Она была названа ее авторами *General Problem Solver*, т. е. «Универсальный решатель задач». Авторы программы GPS с самого начала рассматривали ее как модель описания поведения человека при решении задач широкого класса, для которых можно воспользоваться лабиринтной моделью. Основу GPS составляет специальная таблица «Цели — Средства». В строках таблицы перечислены все цели, достижение которых может потребоваться при очередном альтернативном выборе, а в столбцах указаны те средства, которые могут быть использованы на каждом шаге решения. Специальные отметки в клетках таблицы показывают, какие средства годятся для достижения тех или иных целей. А. Ньюэлл и Г. Саймон считали, что модификация этой глобальной идеи совместно с идеей многошагового планирования движения по лабиринту с учетом особенностей решения тех или иных конкретных задач позволит решать большинство интеллектуальных задач. Они рассмотрели две такие модификации: для доказательства теорем в исчислении высказываний и для игры в шахматы. Но если первая модификация оказалась весьма успешной, то опыт работы с шахматной программой заставил авторов GPS усомниться в глобальности выдвинутой ими идеи. Шахматная программа, построенная на основе таблицы «Цели — Средства», оказалась весьма слабой и не выдержала конкуренции с шахматными программами, построенными на других принципах. Описание программы GPS и ее модификаций можно найти в [7] и [19], а также во многих других книгах по искусственному интеллекту. Идея движения по лабиринту или эффективного поиска по некоторой сетевой

структуре оказалась в центре внимания многих исследователей. Работа Н. Нильсона [22] практически полностью посвящена методам поиска решений на основе лабиринтной модели.

Если лабиринтная модель оказалась в центре внимания специалистов по интеллектуальным программам, то не менее известные в психологии *модели вероятностного выбора* и основанные на них модели обучения не оказали на этих специалистов большого влияния. Работа Р. Аткинсона [23] и ранее предшествующие ей работы в этой области так и не вышли из сферы интересов весьма ограниченного круга специалистов, работающих в области математической психологии. Что касается обучения, то в области интеллектуальных систем явное предпочтение было отдано моделям логического типа. Примерами могут служить те, которые использованы в известной поведенческой программе «Животное», созданной учениками М. М. Бонгарда (СССР). Близка к тем же идеям и программа формирования понятий на основе индуктивных выводов CLS, разработанная в середине 60-х годов в США под руководством Э. Ханта [24].

Лабиринтная модель решения задач оказалась слишком упрощенной. Она негласно предполагала, что лабиринт, в котором нужно найти решение, существует заранее. Но большинство творческих задач, решаемых людьми, связаны как раз с тем, как построить не слишком большой лабиринт, в котором с большой долей вероятности содержится путь, ведущий к цели.

Критика лабиринтной модели и основанных на ней программ решения интеллектуальных задач была достаточно активной. О ее характере дает представление, например, работа Д. А. Поспелова и В. Н. Пушкина [26]. В этой же работе, по-видимому, впервые была подробно описана иная концепция решения задач человеком, которую можно было бы назвать *реляционной моделью* (в работе [26] она названа *модельной гипотезой*). Согласно этой модели исходные данные для решения задачи не представляют собой совокупность несвязанных компонентов. Между ними имеются определенные отношения, образующие структуру исходной ситуации. Аналогичным образом целевые описания образуют некоторую структуру целевой ситуации. Поиск решения сводится к установлению между этими структурами некоторого морфизма и построению путей преобразования одной ситуации в другую. Эти принципы реляционной модели нашли свое подтверждение в многочисленных психологических экспериментах (и, в частности, при экспериментах с людьми, играющими в шахматы). Стала очевидной важность работы с отношениями и системами отношений, связывающими элементы проблемной среды воедино.

В середине 60-х годов в СССР возник комплекс методов решения различных управленческих задач, опирающихся на реляционную модель. Эти методы получили общее название «*ситуационное управление*». В их основе лежит идея о том, что любая ситуация, которая может возникнуть в физическом мире, может быть описана через конечное число базовых отношений, из которых при необходимости могут быть порождены производные отношения. Те или иные решения соответствуют классам таких ситуаций. Центральной задачей принятия решения является отнесение текущей ситуации к одному из классов, что позволяет принять определенное решение. Сама система классов ситуаций априорно полностью не задается, а формируется в процессе функционирования системы. Концептуальная программа, лежащая в основе конкретных программ, построенных на подобных принципах, была предложена Д. А. Поспеловым и В. Н. Пушкиным и названа *Гироматом*. При решении ряда конкретных задач, связанных с задачами оперативного управления сложными системами, было использовано несколько конкретных реализаций этой концептуальной программы. Историю развития ситуационного управления и описание принципов Гиромата можно найти в [27]. Метод ситуационного управления, пожалуй раньше чем все другие подходы, развивавшиеся в этот период в области создания интеллектуальных программ, использовал идею представления знаний и манипулирования ими. Эта идея является центральной на современном этапе развития работ в искусственном интеллекте.

Кроме лабиринтной и реляционной моделей решения задач человеком в психологии большое внимание уделялось *ассоциативной модели*. Согласно ей, обучение чему-либо у человека происходит в процессе формирования ассоциативных связей, носящих

вероятностный характер. В уже упоминавшейся работе [23] можно найти описание многих аспектов этой модели. На ее основе в первой половине 60-х годов Э. Фейгенбаумом и Г. Саймоном (США) было создано несколько версий программы, получившей название EPAM [7, 19]. Другой программой, основанной на той же модели, является созданная в СССР в группе М. М. Бонгарда программа ассоциативного обучения незнакомому языку [24]. Идеи этих программ и до настоящего времени не потеряли своего значения. По существу, современное развитие моделей обучения искусственных систем все еще происходит в рамках ассоциативной модели. Необходимо упомянуть еще об одной программе универсального характера, созданной к концу 60-х годов. Это программа MULTIPLE, авторами которой являются Дж. Слейгл и Д. Конайвер [19]. Эта программа объединяла в себе программу обучения и программу логического вывода. Обе части программы содержат новые идеи. Так программа, осуществляющая вывод, имела средства не только для поиска конструктивного доказательства, но и средства для поиска опровергающих соображений по поводу тех или иных утверждений, а обучающая программа на основании обработки положительных и отрицательных примеров реализовывала процедуру введения оценок условий истинности тех или иных утверждений. Совокупность подобных примеров неоднократно встречается в интеллектуальных программах, относящихся к более поздним этапам развития работ в области интеллектуальных систем. В качестве конкретных задач, на которых программа MULTIPLE демонстрировала свои возможности, использовалась игра в калах, а также анализ шашечных позиций.

На начальном этапе развития работ в области искусственного интеллекта, продолжавшемся до начала 70-х годов, можно проследить как бы две тенденции в создании моделей интеллектуальной деятельности. Одна из них — та, о которой уже шла речь. Ее сторонники рассматривают проблему создания интеллектуальных систем, как проблему создания особых программ, реализуемых на ЭВМ. При этом они не ставят перед собой задачи воспроизведения в этих программах тех процессов, которые протекают при решении тех же задач у человека. Таким образом, их интересует не то, как человек получает решение той или иной интеллектуальной задачи, а совпадение с тем результатом, который получен человеком. Такую точку зрения можно назвать *информационной*.

Конечно, те, кто стоят на этой точке зрения, не отвергают полезность изучения соответствующих процессов у человека. Они готовы (и это было видно из сказанного выше) использовать те или иные психологические модели или наблюдения при создании программ, но результат, получаемый программами, для них является единственной практически значимой целью. Когда авторы подобных программ высказывают мысль о том, что универсальная процедура, реализованная в программе, тождественна той, с помощью которой человек решает интеллектуальные задачи данного класса (как это в свое время пытались делать авторы программ GPS, EPAM или MULTIPLE), то они весьма быстро подвергаются основательной критике со стороны психологов. Оторванность моделируемых при информационной концепции процессов от нейрофизиологических механизмов, от взаимодействия мыслящего субъекта с внешним миром и деятельности в нем, всегда были предметом острой критики всего этого направления. Особенно четко негативное отношение к информационной точке зрения было высказано в начале 70-х годов Х. Дрейфусом. Его книга «Чего не могут вычислительные машины», появившаяся в 1972 г. [28], вызвала бурную дискуссию среди всех специалистов, работающих в этой области [29].

Другая точка зрения на создание интеллектуальных систем может быть названа *нейробионической*. Авторы, исповедующие ее, исходят из того, что для моделирования феномена мышления надо техническими средствами воссоздать тот нейрофизиологический субстрат, который породил мышление в органической природе. В середине 50-х годов появились первые модели простейших рефлекторных механизмов, в основе которых лежали модели нейронов. На основе этих простейших механизмов путем их объединения стали моделировать более сложные поведенческие реакции. Достаточно полный обзор этого начального этапа нейробионических исследований дан в [30]. То, что такой подход может породить модели, обладающие достаточно сложным поведением, демонстрирует работа [31]. Описанный в ней автомат, созданный группой ученых под руководством Н. М.

Амосова, способен передвигаться по незнакомой местности, изучая и запоминая ее особенности, способен регистрировать другие движущиеся в среде объекты и классифицировать их действия как дружелюбные или опасные. Эти и ряд других функций автомата формируются путем обучения, в основе которого лежат процессы усиления — торможения, протекающие на сети из искусственных нейронов. В [32] изложены общие принципы моделирования интеллекта, опирающиеся на идеи, частично воплощенные в тележке-автомате из [31]. Наиболее последовательное изложение программы развития нейробионического направления дано М. Арбибом (США) [32].

Исследования процессов мышления, осуществленные в 70-х годах, привлекли внимание специалистов к проблеме асимметрии мозга. Выявленные особенности работы правого и левого полушария позволили выдвинуть гипотезу о том, что в интеллектуальной деятельности человека тесно переплетаются как бы два типа мышления, которые условно можно назвать левосторонним и правосторонним. Левосторонний тип мышления характеризуется следующими особенностями: информация, с которой он имеет дело, состоит из отдельных информационных единиц, организованных в виде последовательностей, основные типы операций над этой информацией носят символическо-логический характер, процедуры имеют алгоритмический характер, возможна вербализация всех проводимых операций, т. к. все они проводятся под контролем сознания. Правосторонний тип мышления характеризуется иными особенностями: информация, с которой он имеет дело, состоит из нерасчленимых целостных комплексов, в которых информационные единицы связаны между собой системой разнородных отношений, причем эти комплексы образуют пространственно организованные «картины», основные операции над которыми носят ассоциативно-топологический характер и не вербализуются.

Между двумя типами мышления (иногда их метафорически называют алгебраическим и геометрическим) и двумя подходами к построению интеллектуальных систем (информационным и нейробионическим) имеется явная аналогия. Во всяком случае использование ЭВМ демонстрирует все особенности левостороннего типа мышления, перечисленные выше. Это, по мнению большинства специалистов, работающих в области искусственного интеллекта, резко ограничивает возможности интеллектуальных программ и ставит проблему создания технических устройств, конструкция которых позволяла бы воспроизводить не последовательный процесс переработки символов, а одновременное протекание многих сложно взаимодействующих между собой во времени и пространстве процессов. То, что такой путь может приводить к эффективному решению задач, которые не могут столь же эффективно воспроизводиться на обычных ЭВМ, было продемонстрировано еще в конце 50-х годов Ф. Розенблаттом (США), предложившим устройство под названием «перцептрон». Подобные устройства, в состав которых входили нейроподобные элементы, функционирующие параллельно, могли быть использованы после обучения для мгновенного (симультанного) распознавания зрительных образов. Эта процедура носит четко выраженный правосторонний характер и перцептроны демонстрировали ее успешное воспроизведение [34]. Ряд общетеоретических вопросов и оценки возможностей перцептронов были разработаны М. Минским и С. Пейпертом (США) [35]. В настоящее время, к сожалению, в искусственном интеллекте нет продвинутых исследований в области создания достаточно богатых по своим возможностям устройств, которые позволяли бы моделировать иные, весьма многочисленные механизмы мышления правополушарного типа.

Создание теоретической базы.

Начальный этап развития исследований в области интеллектуальных программ подготовил к концу 60-х годов почву для возникновения новой парадигмы в области подобных исследований. Специалисты, работавшие в этой области, стали склоняться к мнению, что успех их исследований зависит не от того, насколько успешно та или иная программа решает конкретную интеллектуальную задачу, а от понимания общих принципов построения таких программ. Эти общие принципы должны развиваться в рамках специального научного направления — теории интеллектуальных программ или теории

искусственного интеллекта, которая с конца 60-х годов стала пониматься именно таким образом.

В 1969 году в Вашингтоне состоялась Первая международная конференция по искусственному интеллекту (IJCAI). После этого регулярно раз в два года эти конференции стали повторяться. Их место проведения чередуется так, что конференции с нечетными номерами проводятся на американском континенте, а конференции с четными номерами — на других континентах. Эти международные форумы сыграли решающую роль в формировании методологии новой науки и выявлении областей ее приложения. Количество их участников выросло от нескольких сот, присутствующих на первых конференциях, до 4–5 тысяч участников, характерных для последних встреч. В 1976 г. начал издаваться международный журнал «Искусственный интеллект». В эти же годы в различных странах, где возрастала активность исследований в области интеллектуальных систем, стали издаваться национальные и международные журналы, посвященные отдельным проблемам искусственного интеллекта или проблемам всей области в целом. В странах социалистического лагеря роль такого объединяющего исследователей международного органа выполнял издаваемый с 1982 г. в Братиславе (ЧССР) журнал «Вычислительные машины и искусственный интеллект».

В течение 70-х годов сложились основные теоретические направления исследований в области интеллектуальных систем.

1. Представление знаний.

Многие специалисты по интеллектуальным системам считают это направление работ основным. Именно появление знаний в памяти ЭВМ позволило, по их мнению, всерьез говорить о появлении «интеллекта» в программах, реализуемых на ЭВМ. Если до этого при решении задач на ЭВМ проблема заключалась в написании той процедуры, которую нужно было реализовать на машине, и ее переводе на язык, понятный ЭВМ (т. е. программировании), то при появлении в памяти ЭВМ всех необходимых знаний о некоторой фиксированной проблемной области ЭВМ становится способной на основании этих знаний сама синтезировать программы, необходимые для решения поставленных перед ней задач. Другими словами, труд программиста выполняет сама ЭВМ, а человек общается с ней таким же способом, как он это делает, когда общается со своим коллегой по работе.

Представление знаний как направление в искусственном интеллекте решает следующие задачи: а) как собрать знания о проблемной области и, в частности, как получить с помощью опроса эти знания от специалистов в данной области; б) как представить эти знания в базе знаний в форме, удобной для последующей обработки на ЭВМ; в) как сохранить непротиворечивость и достичь полноты знаний при объединении знаний, получаемых из различных источников; г) как классифицировать собранные знания и как обобщать их в процессе накопления; д) как их использовать при решении различных задач. Из этого перечисления видно, что при работе со знаниями надо решить как теоретические, так и практические вопросы. Совокупность задач первого типа образует множество проблем *теории представления знаний*, а совокупность задач второго типа — множество проблем прикладной науки, получившей в искусственном интеллекте название *«инженерия знаний»* (специалисты, работающие в этой области, подготовка которых усиленными темпами ведется во многих странах, называются инженерами по знаниям или просто инженерами знаний).

В теории представления знаний изучаются формальные системы, которые могут быть использованы при представлении знаний. Среди них наиболее популярными оказались *семантические сети, фреймы, сценарии, продукционные системы* и разного рода логические исчисления (чаще всего это исчисление предикатов первого порядка). В обзорной работе [36] можно найти оценку современного состояния исследований в области различных моделей представления знаний. Понятие фрейма впервые было введено М. Минским в работе [37], сценарии подробно описаны Р. Шенком (США) в [38], а продукционные системы в [36]. Семантические сети как бы обобщают все эти формы представления знаний [36].

Преобразования знаний, выполняемые в тех или иных моделях их представления, носят, как правило, логический характер. В связи с этим, в теории представления знаний большое

внимание уделяется созданию специальных логических систем для работы со знаниями [27, 36]. В СССР, в частности, разрабатываются так называемые псевдофизические логики (Д. А. Поспелов, А. С. Нариньяни и др.), предназначенные для описания закономерностей, отражающих временной, пространственный или каузальный аспект действий, совершаемых в реальном физическом мире.

2. Общение.

Вторым большим направлением в искусственном интеллекте являются исследования, касающиеся создания интеллектуальных программ, способных к организации антропоморфного общения интеллектуальной системы с пользователем. Чаще всего имеется в виду общение на ограниченном естественном языке, когда сообщения вводятся в ЭВМ в виде письменного текста или в виде последовательности речевых сигналов, а ответ интеллектуальной системы либо высвечивается на экране дисплея, либо формируется с помощью речевого синтезатора. Исследуется также способ общения, опирающийся на рисование пиктограмм (картинок), но чаще такой способ общения включается в качестве вспомогательного в общение первого типа. В результате интенсивных исследований в области *вопросно-ответных и диалоговых систем* специалисты по искусственному интеллекту создали теорию таких систем, и в настоящее время интеллектуальные системы оказываются способными на имитацию достаточно развитых форм общения с пользователем [36, 39].

3. Рассуждения и планирование.

Третье направление в работах по искусственному интеллекту связано с созданием и исследованием различных логических систем, способных воспроизводить в интеллектуальных системах особенности человеческих рассуждений при решении разнообразных задач и при принятии решений в альтернативных ситуациях, а также для нахождения и обоснования планов целесообразной деятельности при решении задач, формируемых пользователем или возникающих, как промежуточные, в процессе деятельности интеллектуальных систем [3, 36, 40].

4. Восприятие.

Мы уже говорили, что в свое время распознавание образов оказало некоторое влияние на исследования по интеллектуальным системам. Теория распознавания образов в дальнейшем стала развиваться отдельно от работ в области искусственного интеллекта. Но между ними появилась пограничная область — восприятие, в которой методы каждой из наук переплетаются между собой. К восприятию относятся те задачи обработки зрительных образов, которые для своего решения требуют использования знаний. Такие знания, в частности, используются при анализе и описании трехмерных сцен, в которых отдельные объекты могут закрывать другие или тени, возникающие из условий освещенности сцен, могут исказить общую картину и т. д. Подобные задачи характерны для тех интеллектуальных систем, которые в процессе своей деятельности должны контактировать с реальным миром. Но и на уровне информационных представлений о зрительных объектах такие задачи возникают весьма нередко [41, 42].

5. Обучение.

В отличие от методов и моделей, описанных в ранее упоминавшейся монографии [23], методы, исследуемые в теории обучения интеллектуальных систем, активно опираются на знания. Поэтому, как и восприятие, обучение интеллектуальных систем есть пограничная область между науками, развивающимися вне сферы искусственного интеллекта, и теми методами, которые характерны для интеллектуальных систем. Как правило, методы последнего типа — это процедуры обучения на основании использования информации о подтверждении или неподтверждении некоторых гипотез фактами, хранящимися в базе знаний интеллектуальных систем. Это позволяет считать, что в них развиваются идеи, которые были использованы в упоминавшихся ранее исследованиях [11, 24].

6. Деятельность.

этой части теории продолжают активно развиваться исследования в области решения комбинаторных и игровых задач, характерных еще для первого этапа развития работ в области ИИ, а также эвристического программирования [42]. Только на данном этапе

развития ИИ происходит осмысление постановок задач в этой области с точки зрения того уровня, который уже достигнут в интеллектуальных системах [43]. А этот уровень стал уже настолько высок, что и в области ИИ стали возникать собственные программные и инструментальные средства. Стали возникать и новые формы деятельности, ранее не встречавшиеся в области интеллектуального программирования. Все это ознаменовало наступление нового этапа в развитии искусственного интеллекта.

Основные сферы приложений теории искусственного интеллекта

Начало 80-х годов характеризуется изменением взгляда на искусственный интеллект. Если ранее среди большинства специалистов бытовало мнение, что эта область науки представляет весьма специфический и ограниченный интерес, то к началу 80-х это мнение стало стремительно сменяться интересом к исследованиям в области интеллектуальных систем. Это произошло потому, что к тому моменту развитие теории искусственного интеллекта достигло такого уровня, когда на смену «игрушечным», модельным, часто демонстрационным интеллектуальным программам стали приходиться системы, интересные и важные для решения трудных практических задач, которые не могли быть решены ранее известными методами.

Такой подход стал возможен еще и потому, что в 70-х годах появились ЭВМ, обладающие достаточной для решения задач ИИ мощностью и по объему памяти, и по быстродействию, а в самом ИИ активно развились инструментальные программные средства, ориентированные на специфику программирования возникающих здесь задач. Прежде всего появилось семейство языков программирования, не ориентированных на решение чисто вычислительных задач (на что были направлены такие традиционные языки программирования как — АЛГОЛ, ФОРТРАН и многие другие). Среди этих языков наиболее известными являются языки ЛИСП и ПРОЛОГ. В языке ЛИСП (на самом деле это даже не язык, а целое семейство языков) основное внимание направлено на обработку символьной информации, объединенной в гибкие структуры, называемые списками. А в группе логических языков, представителем которой является ПРОЛОГ, чрезвычайно легко реализуются все операции, связанные с логическим выводом — основной операцией, реализуемой в системах типа решателя. Для работы со знаниями стали создаваться специальные языки описания знаний и манипулирования ими. Первые версии таких языков (например ФРЛ или КРЛ) были достаточно громоздкими, но со временем их эффективность возрастала. Современные версии таких языков (например, системы программирования АРТ или ОПС-5) весьма удобны для инженеров по знаниям и хорошо согласуются с архитектурой новых ЭВМ.

Кроме языков программирования стали активно развиваться различные *инструментальные системы поддержки разработок интеллектуальных систем*, дающие программистам возможность автоматизировать свою деятельность при создании новых интеллектуальных программ и систем [44].

Исследования в Советском Союзе (Э. Х. Тыгу и его коллег) по созданию инструментальной системы ПРИЗ, первая версия которой появилась еще в начале 70-х годов, намного опередили соответствующие разработки в других странах [45, 46].

Можно указать на несколько областей практического приложения интеллектуальных систем, созданных в первой половине 80-х годов.

1. Интеллектуальные системы в управлении.

Уже говорилось о развитии в СССР с конца 60-х годов методов ситуационного управления (Д. А. Поспелов, Ю. И. Клыков, Л. С. Загадская и др. [27]). Эти методы использовались для решения обычных задач управления, когда другие методы не давали решения. В ситуационных моделях использовались знания об объекте управления и методах управления им, а также применялись такие традиционные для искусственного интеллекта приемы, как описание ситуаций, складывающихся на объекте управления на ограниченном и формализованном естественном языке, использование псевдофизических логик для оценки и преобразования ситуаций, системы обучения при накоплении информации в памяти

системы, планирование целесообразных действий по управлению и использованию информации от технологов и управленцев. Существует ряд областей управления, в которых применение методов управления на основе знаний об особенностях функционирования объекта в данной среде дает большое продвижение вперед [47]. Среди этих областей наиболее перспективная — создание роботизированных производств с гибкой технологией [41], с постепенным повышением интеллектуального уровня роботов и разработкой новых технологий для безлюдных производств. Работы в этой области в 80-х годах развернулись в большинстве развитых стран и с их успешным завершением связываются огромные надежды на подъем уровня производства. Еще одна область — это то, что принято иногда называть «распределенные интеллектуальные системы» или даже «распределенный интеллект». Эта область охватывает сложные задачи, в решении которых участвуют многие люди, взаимно связанные друг с другом через общую информацию или управление (примером задачи такого типа может служить отраслевое планирование). Применение при решении подобных задач таких средств искусственного интеллекта, как база знаний или планировщик-решатель, может привести, как показали первые опыты использования подобных систем [48, 49], к весьма значительному эффекту.

2. Автоматизация научной и инженерной деятельности.

С конца 70-х годов весьма стремительно развиваются и внедряются в практику *интеллектуальные пакеты прикладных программ* (ИППП) [49]. Эти системы позволяют специалисту, работающему в определенной области, гибко и с затратой минимальных усилий использовать богатые библиотеки разнообразных прикладных программ, предназначенных для решения задач в этой области. В ИППП имеется система общения с пользователем, позволяющая ему общаться с программой на естественном профессиональном языке, модель предметной области (своеобразная база знаний) и монитор-планировщик, осуществляющий взаимодействие пользователя с библиотекой программ. Система ПРИЗ, о которой мы уже упоминали выше, может рассматриваться как ИППП, если она настроена на решение задач в определенной проблемной области.

Расчетно-логические системы [49]

— еще один вид интеллектуальных систем, используемый в исследовательской деятельности. Они являются дальнейшим развитием ИППП и предоставляют пользователю еще более богатые возможности по работе с моделью предметной области и пакетом прикладных программ. Как правило, в таких системах имеется хорошо развитая графическая система общения, делающая наглядными и легко изменяемыми чертежи и схемы, хранящиеся в памяти системы. В СССР под руководством Г. С. Поспелова создано несколько систем подобного типа, предназначенных для отраслевого планирования и проектирования сложных технических систем (первая половина 80-х годов).

Обучающие системы (тьюторы)

становятся в 80-е годы все более и более популярными. Идея машинного обучения не нова. Но первый этап развития таких систем проходил вне сферы искусственного интеллекта, что не позволило авторам обучающих систем добиться заметного успеха. С началом внедрения в эту область идей и методов искусственного интеллекта возник перелом. Применения в обучающих системах развитых баз знаний и гибких планировщиков-решателей сделало эти системы эффективными. И сейчас уже пользователь, впервые садящийся за пульт персональной ЭВМ с незнакомой ему программной системой, в которой он собирается работать, практически всегда начинает с обучения правилам работы с помощью тьютора, являющегося неотъемлемой частью системы. Кроме обучения решению задач на ЭВМ, обучающие системы активно работают в различных тренажерах и при обучении в высших учебных заведениях и в школе.

Экспертные системы (ЭС)

— наиболее известный тип современных прикладных интеллектуальных систем [49]. Принципиальное отличие ЭС от других систем ИИ — это наличие подсистемы обоснования. Задачей этой подсистемы является формирование для пользователя, если он этого требует, совокупности объяснений о том, как система получила то решение, которое она выдала

пользователю. Подобная функция в предшествующих системах не реализовывалась. Цель подсистемы обоснования состоит в повышении доверия к результатам, получаемым ЭС.

Различают ЭС двух типов. ЭС первого типа близки к тьюторам. Они используются для помощи специалистам, решающим нужную им задачу, но не обладающими всеми необходимыми для этого знаниями. Таким специалистом может быть врач, впервые столкнувшийся с неизвестным ему заболеванием, или инженер-эксплуатационник, не знающий что делать в наблюдаемой в данный момент ситуации. В этих случаях ЭС, хранящая в своей памяти богатый запас знаний, почерпнутых из печатной продукции или от экспертов-специалистов, в режиме диалога с пользователем пытается оказать ему посильную помощь в постановке диагноза, планировании его деятельности, принятии решений при имеющемся множестве альтернатив и т. п.

ЭС второго типа предназначены для работы со специалистами, ведущими научные исследования. Они являются для них вспомогательным инструментом, предназначенным для совместной работы в диалоговом режиме. Такие ЭС могут быстро производить нужные расчеты, создавать геометрические зрительные образы конструируемых объектов, быстро искать информацию в базе по запросу пользователя и т. п.

Рынок ЭС и число областей, в которых они с успехом используются, непрерывно возрастает [50, 51].

3. Разработка ЭВМ новых поколений.

В начале 80-х годов произошел всплеск в области конструирования ЭВМ. Известный проект «ЭВМ пятого поколения — Путь к прогрессу», выдвинутый Японией, вызвал широкий отклик во всех развитых странах, ибо декларировал переход на новый уровень переработки информации и решения задач. ЭВМ пятого поколения должны быть такими, чтобы пользователь мог их применять с такой же легкостью, с какой он пользуется другими приборами, носящими название бытовых. Достижение этого уровня гарантирует массовое внедрение ЭВМ в повседневную деятельность людей [52].

Так искусственный интеллект, подобно тому, как это ранее произошло с вычислительной техникой, стал в середине 80-х годов одним из ведущих направлений научно-технического прогресса.

Литература

1. Мельчук И. А., Равич Р. Д. Автоматический перевод 1949–1963: Критико-библиографический справочник. М.: ВИНТИ, 1967.
2. Апресян Ю. Д., Богуславский И. М., Иомдин Л. Л. и др. Лингвистическое обеспечение в системе автоматического перевода третьего поколения. М.: Научный Совет по комплексной проблеме «Кибернетика», 1978, 47 с.
3. Михайлов А. И., Черный А. И., Гиляревский Р. С. Основы информатики. М.: Наука, 1968, 756 с.
4. Леонов Б. П. О методах автоматического реферирования (США 1958–1974 гг.) Научно-техническая информация, сер. 2, 1975, № 6, с. 16–20.
5. Пашенко Н. А., Кнорина Л. В., Молчанова Т. В. и др. Проблемы автоматизации индексирования и реферирования. Итоги науки и техники. Сер. Информатика. М.: ВИНТИ, 1983, т. 7, с. 7–164.
6. Севбо И. П. Структура связного текста и автоматизации реферирования. М.: Наука, 1969, 135 с.
7. Вычислительные машины и мышление. М.: Мир, 1967, 55 с.
8. Ефимов Е. И. Решатели интеллектуальных задач. М.: Наука, 1962, 316 с.
9. Маслов С. Ю. Теория дедуктивных систем и ее применение. М.: Радио и связь, 1986, 133 с.
10. Чен Ч., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. М.: Наука, 1983.
11. Бонгард М. М. Проблема узнавания. М.: Наука, 1967, 320 с.
12. Поспелов Д. А. Игры и автоматы. М.–Л.: Энергия, 1966, 134 с.
13. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике М.: Изд. иностр. лит., 1963, 829 с.
14. Ботвинник М. М. О кибернетической цели игры. М.: Сов. радио, 1975, 88 с.
15. Зарипов Р. Х. Кибернетика и музыка. М.: Наука, 1971, 235 с.
16. Зарипов Р. Х. Машинный поиск вариантов при моделировании творческого процесса. М.: Наука, 1983, 232 с.
17. Гаазе-Рапопорт М. Г., Поспелов Д. А., Семенова Е. Т. Порождение структур волшебных сказок. М.: Научный Совет по комплексной проблеме «Кибернетика», 1980, 20 с.
18. Franke H. Computer Graphics — Computer Art. Berlin, Heidelberg, New-York, Tokyo: Springer Verlag, 1985, 177 p.

19. Слэйгл Дж. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1973, 319 с.
20. Хант Э. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1978, 553 с.
21. Эндрю А. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1985, 264 с.
22. Нильсон Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений. М.: Мир, 1973, 270 с.
23. Аткинсон Р., Бауэр Г., Кротерс Э. Введение в математическую теорию обучения. М.: Мир, 1969, 486 с.
24. Моделирование обучения и поведения. М.: Наука, 1975, 237 с.
25. Хант Э., Марин Дж., Стоун Ф. Моделирование процесса формирования понятий на вычислительной машине. М.: Мир, 1970, 301 с.
26. Поспелов Д. А., Пушкин В. Н. Мышление и автоматы. М.: Советское Радио, 1972, 224 с.
27. Поспелов Д. А. Ситуационное управление. Теория и практика. М.: Наука, 1986, 284 с.
28. Дрейфус Х. Чего не могут вычислительные машины. Критика искусственного разума. М.: Прогресс, 1978, 334 с.
29. Вейценбаум Дж. Возможности вычислительных машин и человеческий разум. От суждений к вычислениям. М.: Радио и связь, 1982, 367 с.
30. Гаазе-Рапопорт М. Г. Автоматы и живые организмы. М.: Физматгиз, 1961, 224 с.
31. Амосов Н. М., Касаткин А. М., Касаткина Л. М., Талаев С. А. Автоматы и разумное поведение. Киев: Наукова думка, 1973, 373 с.
32. Амосов Н. М. Алгоритмы разума. Киев: Наукова думка, 1979, 221 с.
33. Арбиб М. Метафорический мозг. М.: Мир, 1976, 295 с.
34. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. М.: 1965.
35. Минский М., Пейперт С. Перцептроны. М.: Мир, 1971, 261 с.
36. Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. Том А. Фундаментальные исследования в области представления знаний. М.: Издание ВЦ АН СССР, ВИНТИ, 1984, 261 с.
37. Минский М. Фреймы для представления знаний. М.: Энергия, 1979, 151 с.
38. Шенк Р. Обработка концептуальной информации. М.: Энергия, 1980, 360 с.
39. Попов Э. В. Общение с ЭВМ на естественном языке. М.: Наука, 1982, 360 с.
40. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта. М.: Радио и связь, 1985, 373 с.
41. Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. Том Д. Фундаментальные и прикладные исследования в области робототехнических систем. М.: издание ВЦ АН СССР, ВИНТИ, 1984, 291 с.
42. Гладун В. П. Эвристический поиск в сложных средах. Киев: Наукова думка, 1977, 166 с.
43. Уинстон П. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1980, 519 с.
44. Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. Том В. Инструментальные средства разработки систем, ориентированных на знания. М.: Издание ВЦ АН СССР, ВИНТИ, 1984, 236 с.
45. Кахро М. И., Калья А. П., Тыгу Э. Х. Инструментальная система программирования ЕС ЭВМ (ПРИЗ). М.: Финансы и статистика, 1981, 156 с.
46. Тыгу Э. Х. Концептуальное программирование. М.: Наука, 1984, 255 с.
47. Поспелов Г. С., Поспелов Д. А. Влияние методов теории искусственного интеллекта на решение традиционных задач управления. М.: Научный Совет по комплексной проблеме «Кибернетика» 1977, 28 с.
48. Поспелов Г. С. Системный анализ и искусственный интеллект. М.: Изд. ВЦ АН СССР, 1980, 47 с.
49. Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. Том С. Прикладные человеко-машинные системы, ориентированные на знания. М.: Изд. ВЦ АН СССР, ВИНТИ, 1984, 380 с.
50. Алексеева Е. Ф., Стефанюк В. Л. Экспертные системы — состояние и перспективы // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика, 1984, № 5, с. 153–167.
51. Микулич Л. И. Проблемы создания экспертных систем. Ученые записки Тартуского гос. университета, вып. 714. Теория и модели знаний (Теория и практика создания систем искусственного интеллекта). Тарту: Изд. ТРУ, 1985, с. 87–114.
52. ЭВМ пятого поколения. Концепции, проблемы, перспективы. М.: Финансы и статистика, 1984.

Д. А. Поспелов, В. Ф. Хорошевский

Рабочая группа РГ-18

История создания

В эпоху, когда еще существовал Советский Союз и страны, которые принято было называть социалистическими, по соглашению между Академиями наук этих стран было организовано международное сотрудничество в области математического и программного обеспечения вычислительных машин. Для координации этой деятельности была создана

Проблемная комиссия многостороннего научного сотрудничества Академий наук социалистических стран «Научные вопросы вычислительной техники». Эта комиссия обычно именовалась КНВВТ (Комиссия Научные Вопросы Вычислительной Техники).

Для решения конкретных научных задач КНВВТ образовывала Рабочие группы сроком на два–три года. Каждой группе присваивался очередной порядковый номер, который оставался навечно за ней. До мая 1980 года ни одна из Рабочих групп, образованных КНВВТ, не была ориентирована на решение проблем, относящихся к сфере искусственного интеллекта. Руководство КНВВТ (и прежде всего академик РАН А. А. Дородницын, игравший в КНВВТ роль лидера) отвергало саму идею искусственного интеллекта, считая это направление занятием тех, кому «не хватает естественного интеллекта». И хотя предложения об организации Рабочей группы, которая могла бы разобраться в этой проблеме и оценить ее значение для развития вычислительной техники, поступали от ученых СССР, Болгарии и Польши неоднократно, «старикам», владевшие ситуацией в руководстве КНВВТ, всячески тормозили подобную инициативу.

Понадобились большие усилия академика РАН Г. С. Поспелова, который стал горячим проповедником идей искусственного интеллекта и обладал достаточным весом, чтобы сломить упорство А. А. Дородницына. При активной поддержке болгар, представитель которых в КНВВТ академик Илиев сказал свое веское слово, удалось, наконец, принять на XIX заседании КНВВТ решение о создании Рабочей

группы «Представление знаний в человеко-машинных системах». Этой группе был присвоен порядковый номер 18, и она стала известна как РГ-18. Название РГ-18 в явном виде не содержало словосочетания «искусственный интеллект». Председателем РГ-18 КНВВТ назначила Г. С. Поспелова.

Смоленице

В конце июня 1980 года в Словакии в замке Смоленице, принадлежавшем Словацкой академии наук, расположенном в живописных Малых Карпатах, проходила Международная конференция «Искусственный интеллект и информационно-управляющие системы роботов». Лучшего места для организационной встречи РГ-18 нельзя было и придумать. Тем более, что впервые в мероприятии по искусственному интеллекту такого ранга принимала участие большая группа советских специалистов. Кроме восьми официальных членов нашей делегации на конференции были два десятка советских специалистов, приехавших в Братиславу в составе специальной группы научного туризма.

Первое заседание РГ-18 состоялось в Охотничьем зале замка. На нем обсуждались перспективы жизни и деятельности РГ-18. Заседание вел директор словацкого Института технической кибернетики Иван Пландер. Ученым секретарем РГ-18 был избран Владимир Федорович Хорошевский.

Заседание РГ-18 началось с выступления Г. С. Поспелова, который после информации о решении КНВВТ по образованию РГ-18 рассказал участникам о тех целях, которые, по мнению советских участников, должна достичь РГ-18 к концу своей деятельности. Эти цели сводились к созданию аналитического отчета о состоянии дел в области представления знаний и прогноза развития этих исследований на ближайшие годы, а также в выработке рекомендаций по инструментальным системам в области представления знаний и языкам представления знаний.

В ходе обсуждения предложенной программы, по предложению Д. Е. Охоцимского, было изменено название группы. Д. Е. Охоцимский сумел убедить присутствующих (при активной поддержке И. Пландера и его заместителя по институту И. Кочиша), что роботы являются весьма важной областью практического приложения идей искусственного интеллекта. Поэтому возникло уточненное название РГ-18, под которым она и вошла в историю. Она стала называться «Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах».

Далее встал вопрос о руководстве РГ-18. Участники заседания согласились с тем, что заместителем Г. С. Поспелова в РГ-18 будет И. Пландер, а ученым секретарем — представитель СССР Д. А. Поспелов, но не надолго. Довольно быстро Д. А. Поспелов перепоручил свои функции В. Ф. Хорошевскому.

На заседании был принят важный принцип, состоящий в том, что РГ-18 собирается два раза в год. Одно из заседаний происходит в СССР, второе — в одной из стран-участниц совместных исследований. Первое официальное заседание РГ-18 должно было состояться в Будапеште в мае 1981 года. Все согласились, что заседания РГ-18 должны сопровождаться микросимпозиумами по наиболее актуальным вопросам искусственного интеллекта. Эти решения свидетельствовали о намерении членов РГ-18 не сидеть, сложа руки, а активно участвовать в достижении целей группы. Решения не остались благими намерениями, как это часто бывает. Они были неукоснительно проведены в жизнь, что позволило РГ-18 сплотить своих членов и выполнить возложенные ими на свои плечи задачи.

Будапешт

В конце мая 1981 года члены РГ-18 встретились в Будапеште. Стояла изнуряющая жара. К счастью, заседания проходили в Буде, в отеле «Олимпия», расположенном на Бадайских горах, покрытых лесами, приносящими прохладу. В отеле был бассейн, использовавшийся членами РГ-18 максимально возможным способом. Особенно усердствовали В. Ф. Хорошевский и ученый секретарь КНВВТ Г. Хенчи. Все документы, нужные для работы РГ-18, а также заключительные решения они писали, стоя по пояс в воде.

Поднимая рюмку с традиционной для Венгрии палинкой (венгерская водка — ред.), академик Тибор Вамош пожелал РГ-18 долгих лет жизни и сказал, что он верит в будущее искусственного интеллекта и в то, что без результатов, полученных в этом направлении, вряд ли можно ожидать какого-либо существенного прогресса в развитии вычислительных машин.

Г. С. Поспелов в ответном тосте подчеркнул мысль о том, что общество ближайшего будущего должно овладеть новыми технологиями обработки информации и использования ее для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности. Он выразил уверенность, что РГ-18 выполнит свою основную задачу — создаст аналитический обзор состояний дел в области представления знаний и использования их для решения различных задач.

Кроме написания аналитического обзора РГ-18 обсудила вопрос большой важности — возможность создания Международной лаборатории по искусственному интеллекту, в рамках которой можно было бы вести совместные проекты в этой области. Инициативу в этом вопросе проявили представители Чехословакии. И. Пландер информировал участников заседания о намерении снова провести международную конференцию под Братиславой в замке Смоленице, принадлежавшем Словацкой академии наук. Он выразил надежду, что опыт проведения такой конференции, проходившей осенью 1980 года в том же замке, оказался успешным. И есть все основания рассчитывать на то, что эти конференции смогут стать теми форумами, на которых представители западных стран и стран социалистического лагеря смогут устанавливать контакты между собой. Члены РГ-18 с воодушевлением приветствовали обе идеи.

На заседании РГ-18 в Будапеште так же, как и в Смоленице, были заслушаны научные доклады. Тон задал председатель РГ-18 академик РАН Г. С. Поспелов, сделавший «генеральский доклад» на тему: «Представление знаний — состояние работ и тенденций». Одновременно с заседанием Рабочей группы проходил специально организованный научный семинар, имевший специальное название: «Инструментальные системы для искусственного интеллекта». На нем выступило 11 человек из научных институтов Болгарии, Венгрии, ГДР, СССР и ЧССР. Эти доклады и показ систем, нацеленных на создание инструментария для разработчиков интеллектуальных систем, вызвали немалый интерес, ибо, как известно, «если бы в кузне не было гвоздя», то многие вещи, для которых гвозди необходимы, вообще не были бы сделаны. Инструментальные системы были в 1981 году «гвоздем сезона».

Цахкадзор

На этом заседании основным был вопрос о создании Международной базовой лаборатории по искусственному интеллекту. С предложениями о тематике работ этой лаборатории и об организационных основах ее функционирования выступил ее будущий руководитель Я. Худик, сотрудник Института технической кибернетики Словацкой Академии наук.

Вопрос о создании МБЛ по искусственному интеллекту был интересен для представителей всех стран, участвующих в РГ-18. Впервые возникла реальная возможность настоящего международного сотрудничества, возможность постоянного общения в рамках проектов, которые предполагалось вести в МБЛ. Потратив немало времени, представители национальных Рабочих групп, созданных в каждой стране для поддержки деятельности РГ-18, сумели договориться об основных принципах командирования специалистов в МБЛ и наметить программу её научной деятельности.

На заседании в Цахкадзоре был окончательно уточнен план заключительного отчета по представлению знаний и назначены ответственные за подготовку его крупных разделов.

В организационном отношении возникало немало трудностей. Все иностранцы хотели посмотреть Ереван, и надо было организовывать челночные рейсы, уговаривать водителей, следить за тем, чтобы график заседаний не срывался. По вечерам несколько раз отключалась электроэнергия и надо было как-то понятно объяснять иностранным коллегам, что случилось и почему. Но с позиций сегодняшнего дня все эти досадные мелочи меркнут перед красотой горных хребтов, подсвеченных лучами закатного солнца, ночными беседами о Космосе, дыхание которого в Цахкадзоре ощущалось постоянно, поездкой на Севан с посещением древних базилик и поездкой в Гехард, где в храме-скале местные энтузиасты потрясли нас исполнением средневековых церковных песнопений и виртуозной игрой на флейте, уводящей здесь, под сводами, вырубленными в толще скалы, в те баснословно далекие времена, когда в Европе еще не было и в помине государств, откуда приехали участники рабочей группы.

Несколько слов о водителях машин, обслуживающих РГ-18. Иностранцы участники того далекого заседания до сих пор не могут забыть пережитого ужаса, когда на горной дороге водитель мог оторвать обе руки от баранки, повернуться к сидящим сзади пассажирам и, не снижая скорости, говорить, показывая руками на те или иные объекты: «Смотри, дорогой! Это наша Армения! Где ты еще увидишь такую красоту?» Во всяком случае, венгерские и немецкие коллеги до сих пор считают, что они остались живы по счастливому стечению обстоятельств.

Одновременно с заседаниями РГ-18 в Цахкадзоре был проведен микросимпозиум «Языки программирования для искусственного интеллекта». На нем было сделано 26 докладов и сообщений и проведена дискуссия об особенностях таких языков, в ходе которой было высказано немало интересных соображений по этому вопросу.

София

В начале июня 1982 года участников очередного заседания РГ-18 приветствовали болгарские коллеги. Было тепло, сухо и солнечно. Национальная группа НРБ, возглавляемая сотрудником Института математики Р. Павловым, к ласковости природы добавила значительную порцию тепла человеческих взаимоотношений. И для многих участников мероприятия именно встреча в Болгарии вспоминается как место, где начался складываться тот постоянный международный коллектив, который стал не просто группой хорошо знающих друг друга специалистов, а чем-то неизмеримо большим и тесно связанным. К этому моменту все участники РГ-18 уже твердо знали свои задачи, встречи стали насыщеннее, а дискуссии целенаправленнее. Все организационные вопросы, в принципе, разрешились и, как теперь говорят, «процесс пошел».

Заседание в Софии открыл директор Института математики Болгарской академии наук Л. Илиев. Он вспомнил историю создания группы, отметил ее первые успешные начинания и пожелал всем ее участникам достичь намеченных целей. В ответном слове председатель РГ-18 Г. С. Поспелов, наверное, впервые произнес слова о новых информационных технологиях, основой которых должны быть исследования в области искусственного интеллекта. Он говорил о все возрастающей роли таких технологий, об их исключительной важности для решения задач в управлении и, в частности, в управлении экономикой и в планировании развития экономических процессов. Для Г. С. Поспелова, неутомимо пропагандировавшего программно-целевой подход к решению задач такого типа, переход к идеологии систем, основанных на знаниях, был естественным и безболезненным, чего, к сожалению, не произошло с многими видными представителями теории управления. В этом же

выступлении у Г. С. Поспелова прозвучала мысль, которая через несколько лет стала лейтмотивом нового поколения интеллектуальных систем. Речь шла о сращивании экспертных систем с обычными расчетными системами и системами имитационного моделирования. Докладчик называл такие системы «расчетно-логическими». Название это не прижилось, хотя и встречается в статьях, написанных в то время, а также в итоговом отчете РГ-18. Но приоритет развития этого направления в искусственном интеллекте принадлежит, по-видимому, группе советских специалистов, возглавляемой председателем РГ-18.

На заседании в Софии возникла практика представления отчетов всех Национальных рабочих групп о работе, проделанной между заседаниями РГ-18 и направленной на решение тех задач, которые пыталась достичь РГ-18.

Я. Худик сообщил участникам заседания, что имеется возможность начать работу Международной базовой лаборатории (МБЛ) в Братиславе с 1 сентября этого года. Он напомнил, что во все страны посланы основные документы, связанные с работой лаборатории, и руководство МБЛ ожидает откликов на эти материалы. Он сообщил также, что предполагается заседание Научного совета МБЛ во время проведения осенью этого года Второй международной конференции «Искусственный интеллект и информационно-управляющие системы роботов» в Смоленице.

Еще один вопрос обсуждался на заседании в Болгарии. Он был связан с началом выхода специальных изданий по проблемам искусственного интеллекта в СССР и ЧССР. Советская делегация информировала присутствующих о том, что журнал «Известия АН СССР. Техническая кибернетика» ежегодно выделяет специальный номер для публикаций статей, в которых пропагандируются практические приложения теории искусственного интеллекта, а представитель Института технической кибернетики из Братиславы Й. Миклошко (в дальнейшем руководитель МБЛ) передал участникам заседания проспекты нового научного журнала, издаваемого институтом “Computers and Artificial Intelligence”, сопроводив их, как весомым доказательством серьезности намерений — двумя пробными номерами журнала.

Йозеф Миклошко всегда потрясал участников совещаний РГ-18 своей многогранностью и кипучей деятельностью. Он успевал писать книги по параллельным вычислениям, руководить МБЛ, где он вскоре сменил на посту директора Я. Худика, уехавшего работать в Вену, вести активную политическую борьбу за свободную Словакию. Во времена президентства Гавела Й. Миклошко стал заместителем премьер-министра федерального правительства по вопросам науки, культуры и спорта. Говорящий на пяти или шести языках, Миклошко стал символом объединения людей из различных стран под знаменем человеческой любви и сотрудничества. Глубоко религиозный человек, он никогда не навязывал своих взглядов другим людям, но умел объединить в единый коллектив коллег, работавших в МБЛ, в какой-то добрососедский Ноев ковчег. Его роль в РГ-18 весьма велика. И немногие из участников РГ-18 или сотрудников МБЛ догадывались о политических симпатиях Й. Миклошки, выражавшихся, в частности, и в том, что его знаменитая борода, в которой уже проглядывала ранняя седина, тоже своего рода символ. Подобно еще нескольким известным политическим деятелям, Миклошко носил ее как знак отсутствия свободы в Словакии и сбрил ее, как только тоталитарный режим в Словакии потерпел крах.

Научный семинар, сопровождавший заседание РГ-18 в Софии, носил название «Системы искусственного интеллекта в роботике». Тема эта была выбрана по предложению болгарской стороны. В то время Болгария старалась развить у себя промышленную робототехнику, создавала предприятия и заводы, на которых должны были производиться роботы. Именно поэтому тон на семинаре задавали хозяева, активно поддерживаемые коллегами из ГДР, ЧССР и СССР.

В рамках культурной программы — обязательной составляющей всех встреч коллектива РГ-18 — предполагалась поездка в Рыльский монастырь. Запомнился Гермоген Сергеевич, который был в Болгарии со своей женой Музой Валентиновной, сухой, активной, очень любознательной, с неизменной папиросой в зубах. Возле монастыря есть узкий подземный лаз, через который может пробраться (согласно преданию) лишь тот, у кого нет грехов. Пройти по этому запутанному подземелью, конечно, попробовали все наши коллеги. Муза Валентиновна была в первых рядах, первая преодолела его, села на камушек, закурила и

стала с интересом ждать, чем это мероприятие кончится для Гермогена Сергеевича. Он преодолел препятствие одним из последних, но, увидев ожидающую его жену, искренне изумился и сказал: «Муза! То, что я прошел, это понятно и естественно. Но как тебе это удалось?!» Болгарская встреча вся происходила на фоне дружеских шуток и подначек, и все старались активно поддержать эту атмосферу.

Ташкент

Ташкентская встреча в сентябре 1982 года надолго запомнилась коллегам по Рабочей группе. Начиная со встречи в аэропорту, они почувствовали себя в непривычной обстановке VIP (very important person — прим. ред.), т. е. особ, приближенных к высшим слоям советского государства. Великолепная гостиница, роскошные приемы и вызывавший всеобщее восхищение, связанное с легким недоумением, постоянный милицейский экспорт с сиренами, сопровождавший перемещения автобуса с участниками заседания по улицам Ташкента. Национальная группа СССР (а более всех ее полномочный представитель в Узбекистане Абдурахим Пулатов) сделали все возможное, чтобы ошеломить и принять на самом высшем уровне дорогих гостей.

Заседание открыл тогдашний директор Института кибернетики академик Узбекской ССР В. Кабулов. После этого последовал доклад Г. С. Поспелова о развитии работ в области искусственного интеллекта за последние годы. В этом докладе особое внимание было уделено проблемам интеллектуальных интерфейсов, без которых нет надежды на массовое внедрение программных систем в практику решения задач, возникающих в обществе, а следовательно, на развитие информационных технологий.

Затем последовали отчеты Национальных рабочих групп и отчет Оргкомитета конференции в Смоленице, а также сообщения редакторов по основным разделам итогового отчета.

На заседании в Ташкенте был окончательно согласован важный документ — статус Международной базовой лаборатории по искусственному интеллекту, которым она должна будет руководствоваться в своей деятельности. Окончательная редакция этого документа была передана директору Института технической кибернетики Словацкой АН И. Пландеру. Затем были обсуждены темы совместных проектов, которые предполагалось выполнять в МБЛ.

На встрече в Ташкенте впервые в качестве наблюдателей присутствовали представители Румынии. Начиная со следующей встречи профессор Йоан Джорджеску станет постоянным участником работы РГ-18 и быстро сольется в ее дружный коллектив.

Научный семинар «Фундаментальные и прикладные проблемы в представлении знаний» продемонстрировал, что в этой области имеется еще немало «трудных орешков», разгрызть которые нелегко. В частности, много говорилось о метазнаниях и способах их использования при организации процедур в базах знаний, а также о динамических (открытых) базах знаний.

Берлин

Берлинская встреча в начале июня 1983 года носила несколько суховатый и официальный характер. Центральный институт кибернетики, бывший головной организацией в области искусственного интеллекта и роботики в РГ-18, в котором работал председатель Национальной группы ГДР милейший и добрейший Й. Буссе, переживал определенные финансовые трудности. Как пошутил один из членов болгарской делегации, сравнивая Берлин и Ташкент: «Да! Запад есть Запад, мне ближе Восток». Но и испытывая определенные затруднения с деньгами, немецкие коллеги сделали все для того, чтобы заседание в Берлине прошло организованно и без сбоев.

От имени Центрального института кибернетики АН ГДР собравшихся приветствовал заместитель директора Г. Штанке. Далее началась обычная процедура отчета Национальных групп, обсуждение итогового отчета, информация о проведении Третьей международной конференции в Смоленице. Новым было то, что с января 1983 года уже функционировало детище словацких коллег и РГ-18 — Международная базовая лаборатория. Отчет о первом периоде ее работы, сделанный Миклошко, вызвал большую активность среди участников заседания. К этому моменту в МБЛ работало восемь иностранных специалистов и за весьма короткий срок существования МБЛ она уже подготовила десять научных отчетов.

Деятельность МБЛ, сыгравшей заметную роль в консолидации исследований по искусственному интеллекту и робототехнике в Восточной Европе и СССР, заслуживает специального разговора (о начальном периоде ее работы можно прочитать в статье Г. С. Поспелова и др., опубликованной в 1986 году в «Вестнике АН СССР», № 8).

Приближался конец 1983 года, когда по правилам КНВВТ Рабочая группа РГ-18 должна была прекратить свое существование. Но всем ее членам этого не хотелось. Кроме того, были и объективные причины, отмеченные в докладе Г. С. Поспелова, связанные с тем, что активность работ в области представления знаний была столь высока, что объем итогового отчета РГ-18 об этой проблеме все время возрастал.

Учитывая все это, участники заседания в Берлине приняли решение об обращении к КНВВТ с просьбой о продлении работы РГ-18 еще на год, а затем о преобразовании РГ-18 в постоянно действующий орган КНВВТ, который проводил бы координацию работ в области искусственного интеллекта и роботики в странах социалистического лагеря и вел бы постоянный анализ текущего состояния дел в этой области в передовых странах мира.

«Диалоговые системы для роботики и экспертных систем», как название научного семинара, вполне соответствовало содержанию тех докладов, которые были прочитаны на нем. Наиболее интересными были сообщения немецких коллег о естественно-языковых системах, опирающихся на знания о глубинной семантике, а также доклады, относящиеся к совместному болгарско-немецко-словацкому проекту по интеллектуальным роботам, который выполнялся в МБЛ.

Таллинн

В Таллинне (в то время его название писалось несколько иначе) должна была завершиться процедура сдачи всех материалов по отчету редакторам четырех предполагаемых томов итогового отчета РГ-18. Сначала считалось, что ими будут Д. А. Поспелов, В. М. Брябрин, В. Ф. Хорошевский и А. К. Платонов. Но В. М. Брябрин, готовившийся надолго покинуть пределы СССР для работы за рубежом, попросил освободить его от обязанностей редактора. Так среди редакторов отчета появился Г. С. Поспелов, а несколько позже и В. Н. Захаров. То, что редакторами должны быть представители нашей страны и они же должны довести текст отчета до окончательного вида, ни у кого из членов РГ-18 сомнений не вызывало. Так было решено в самом начале работы. Кому, как не носителям русского языка, должно было выполнить подобный труд. Но кроме коллектива советских редакторов над сбором и первичной обработкой материалов для отчета активно трудились и представители других стран, входящих в РГ-18. Особенно активную роль тут сыграли И. Пландер, Й. Миклошко, В. Сгурев, Р. Павлов и Й. Буссе.

И действительно, к таллиннской встрече процедура сбора завершилась. Но после предварительного знакомства с собранным материалом стало ясно, что до конца года (встреча проходила в середине октября) окончательное редактирование отчета провести нельзя, а ведь нужно было еще его успеть издать, ибо, как правильно отметил в Таллинне И. Пландер, «Яичко хорошо к завтраку».

Ближайшее заседание КНВВТ, на котором могло быть принято решение о продолжении деятельности РГ-18 в 1984 году, должно было состояться в Киеве лишь в мае будущего года одновременно с проведением конференции КНВВТ «Искусственный интеллект и проблемы распознавания образов». Однако, Г. С. Поспелов, проведя предварительные переговоры с ведущими членами КНВВТ, заручился их поддержкой и заверениями, что в мае будет принято нужное нам решение. Поэтому члены РГ-18 решили продолжать активную деятельность и в следующем году. Поскольку многие из них хотели поехать в Киев на конференцию, то появилась договоренность о проведении там неофициальной встречи, а при положительном решении вопроса о продлении полномочий РГ-18, было решено провести седьмую официальную встречу РГ-18 в Румынии.

После обсуждения различных технических деталей, связанных с завершением работы над итоговым отчетом и сообщений представителей Национальных рабочих групп о развитии исследований в области интеллектуальных систем в НРБ, ГДР, СССР и ЧССР, члены РГ-18 обсудили идею о создании новой группы КНВВТ, которая должна придти в 1985 году на смену РГ-18. Общим мнением было, что название новой группы могло бы звучать так:

«Аппаратные и программные средства систем искусственного интеллекта». Был разработан и обсужден документ о целях и задачах такой группы, чтобы выступить с ним на заседании КНВВТ в мае 1984 года.

В заседаниях РГ-18 в качестве наблюдателя принимал участие представитель ПНР М. Соболевски из Института биокибернетики и биомедицинской инженерии Польской АН, довольно известный специалист в области медицинских экспертных систем. В процессе обсуждения проводимых под руководством М. Соболевски работ, РГ-18 приняла решение о включении этого материала в свой итоговый отчет, а представители Польши приглашались на последующие заседания РГ-18 в качестве полноправных участников.

Семинар «Прикладные интеллектуальные системы» прошел весьма активно и интересно. Этому способствовали демонстрации систем, сделанных в Институте кибернетики Эстонской АН под руководством Э. Тыугу, а также систем, привезенных из НРБ, ПНР и ЧССР. При обсуждении материалов, представленных на семинаре, его участники активно поддержали мысль о том, что прикладные системы, в которых используются методы и идеи, характерные для искусственного интеллекта, должны носить гибридный характер. Г. С. Поспелов неоднократно говорил, что расчетно-логические системы — шаг на пути к реализации этой идеи, а остальные согласились с тем, что именно в РГ-18 эта концепция приобрела черты реальности.

Ярополец

Собранный материал, конечно, никак не мог сложиться в единое целое путем прямого объединения. Авторы отдельных кусков, не зная замысла целого, написали то, что они знали и хотели включить в отчет (чаще всего просто описали свои системы), а не совсем полное владение русским литературным языком сделало их тексты плохо понимаемыми. Нужны были немалые усилия, чтобы из имеющейся груды сырого текста сделать нечто читаемое и интересное.

Выход мог быть только один — формирование специального авторского коллектива из советских специалистов с задачей в предельно сжатые сроки переработать весь имеющийся материал и написать отчет. Ясность задачи не отвечала на вопрос: как это сделать? Обсуждая эту проблему, советские члены РГ-18 пришли к единому мнению: отчет можно написать лишь путем некоторого «мозгового штурма». А для его реализации необходимо уехать из Москвы, отключиться от текущих дел и полностью отдаться работе над отчетом. Так родилась идея Яропольца.

В Яропольце, в бывшей усадьбе Гончаровых располагается база отдыха Московского авиационного института. Это поэтичное (и весьма удаленное от соблазнов Москвы) место и было выбрано для работы над отчетом.

В середине января 1984 года в Яропольце появилась странная компания отдыхающих. Они привезли с собой пишущие машинки, папки с бумагами, книги. И пока другие обитатели Яропольца катались на лыжах, ходили на танцы и в кино, члены этой группы вели подвижнический образ жизни. Они писали отчет.

Результатом Ярополецкой эпопеи явились четыре объемистых тома, изданные ВИНТИ в том же 1984 году. Факт по своей оперативности небывалый в истории книгопечатанья. И в этом огромная заслуга Г. С. Поспелова, использовавшего все мыслимые и немыслимые способы давления на издателей, и В. Н. Дембовской, героически реализовавшей все технологические шаги, связанные с изданием.

Эти тома и до сих пор пользуются большой популярностью. И даже в библиотеке конгресса США эти русскоязычные тома много раз ксерокопировались по просьбам различных институтов и фирм.

Выход отчета знаменовал конец деятельности РГ-18.

Мамайя

Название этого места, недалеко от Констанцы на берегу Черного моря мало кому известно. Но именно там состоялось последнее заседание РГ-18, полномочия которой КНВВТ продлила на один год на своем заседании в Киеве.

На это заседание россияне привезли 30 экземпляров итогового отчета, с таким трудом подготовленного и изданного с невиданной для нашей страны скоростью. Если учесть, что в

четырёх томах отчета было что-то около пяти килограмм, то весь багаж был не только ценным, но и весьма увесистым.

Приключения начались еще в Москве. Оказалось, что прилететь в Бухарест можно либо в субботу, либо в среду, а заседания РГ-18 начинались в понедельник. Прилететь заранее было невозможно, ибо наша родная академия, конечно, ни за что не оплатила бы нам пребывание за границей, когда мероприятие еще не началось. Но мы решились, и выбрав субботний рейс, кинулись в омут неизвестности. Дозвониться до Бухареста не удалось, в субботу нас никто не ждал, и мы оказались в аэропорту Бухареста без единой леи в кармане. Аэропорт охранялся снаружи и внутри автоматчиками. На втором этаже аэровокзала находилось представительство Аэрофлота, но охранявший лестницу автоматчик на чистом румынском языке объяснил невозможность попытки общения с Аэрофлотом.

К нашему счастью, служащий Аэрофлота, пробежавший мимо, обратил внимание на нашу живописную и скульптурно-монументальную группу, постепенно обраставшую цыганами, и предоставил нам убежище в служебном помещении. Конечно, он тут же связал нас с посольством и при содействии советника по науке мы вскоре оказались в гостинице ЦК компартии Румынии. Мы явно выделялись среди обычной публики этой гостиницы, но нам было хорошо и уютно. А бесплатная кормежка делала жизнь вполне приемлемой. Утром в понедельник появились хозяева во главе с Й. Джорджеску, погрузили нас в машину и повезли в Констанцу.

Заседание, действительно, было последним, что окрашивало его в грустно-лирические тона. Разбежаться по национальным квартирам не хотелось, овеществленный итог трудов предшествующих лет был налицо, чувство удовлетворения от того, что действовала МБЛ, выходили журналы в ЧССР и СССР, велись двусторонние проекты, владело всеми участниками. Поэтому после обсуждения документов КНВВТ, в которых давалась высокая оценка деятельности РГ-18 и сообщалось о ее закрытии, участники как-то незаметно перешли к организационному заседанию новой Рабочей группы. Определенное конкретное направление этим обсуждениям придало участие в них председателя КНВВТ Мирослава Домбровского, хорошо представлявшего себе скрытые пружины и тайные механизмы принятия решений в КНВВТ, связанных с открытием новых Рабочих групп. Именно ему принадлежали слова, ставшие девизом заседания: «РГ-18 должна жить вечно!»

Согласование всех необходимых документов для открытия новой Рабочей группы — основной итог заседания в Мамае.

Нам остается лишь наблюдать, как уходят в историю славные годы существования неформального и очень сплоченного международного коллектива исследователей, объединившихся на долгих (и так стремительно пролетевших) четыре года под названием: «Рабочая группа № 18. Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах».

Д. А. Поспелов, В. Ф. Хорошевский

Можно ли повторить чудо вторично?

(История РГ-22)

Введение

В предыдущем разделе рассказывалось о яркой странице в развитии международного сотрудничества в области искусственного интеллекта — Рабочей группе РГ-18 Комиссии «Научные вопросы вычислительной техники», в рамках которой взаимодействовали Академии наук тогдашних стран социалистического лагеря. Впечатление, произведенное на

ее участников процессом взаимного общения, было так велико, что о расставании не хотелось даже помышлять. Но Законы КНВВТ были неумолимы: РГ-18 исчерпала все сроки своего существования и выполнила все возлагавшиеся на нее задачи.

Решение было вполне естественным. Если сохранить РГ-18 невозможно, то возможно создание новой Рабочей группы, в которой сложившийся коллектив мог бы продолжить свою плодотворную деятельность. Эта идея была поддержана экспертами, оценивавшими работу РГ-18, профессорами Л. Т. Кузиным (СССР) и Ю. Куликовским (ПНР). Оба эксперта выразили пожелание о продолжении деятельности коллектива, сложившегося в РГ-18.

Руководящие органы КНВВТ учли эти пожелания и приняли решение об организации новой Рабочей группы «Аппаратные и программные средства систем искусственного интеллекта», которой был присвоен порядковый номер 22.

Заседание инициативной группы

По принятому в КНВВТ протоколу, создание любой Рабочей группы должно начинаться с заседания инициативной группы, в которую должны входить представители не менее трех стран, участвующих в работе КНВВТ.

Такое заседание было подготовлено советскими специалистами. Для его проведения был выбран Иркутск, а вернее Байкал, притягательная сила которого для иностранных участников была несомненна. Выбор был сделан правильно. Представители НРБ, ВНР, ГДР, ПНР и ЧССР приняли активное участие в мероприятии, которое состоялось с 4 по 8 июня 1985 года. Заседания проходили на турбазе «Прибайкальская».

Стояла прекрасная теплая погода. Но работа шла настолько напряженно, что первые два дня все участники заседания не покидали помещения турбазы. Учитывая успех отчета РГ-18, было принято решение о том, что целью РГ-22 должна стать подготовка пяти томов. Эти тома были названы буквами латинского алфавита, продолжающими нумерацию четырех томов, подготовленных РГ-18 (итоговый отчет содержал четыре тома, обозначенные буквами А, В, С и D). Том Е нового отчета предполагалось посвятить взгляду на развитие фундаментальных исследований в искусственном интеллекте, том F — программным системам и технологии программирования в искусственном интеллекте, том G — аппаратной поддержке систем искусственного интеллекта. Том H предполагалось посвятить прогнозу развития работ в области искусственного интеллекта, а том I должен был содержать в себе толковый словарь по искусственному интеллекту с терминами на всех языках стран участниц КНВВТ, а также на английском и французском языках.

Столь обширная программа деятельности РГ-22 была несколько необычна для Рабочих групп КНВВТ и могла показаться прожектерством, если бы у международного коллектива специалистов, вошедшего в РГ-22, не было бы за плечами опыта работы над отчетом «Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах».

После двух дней напряженного труда вечером состоялся банкет. Иностранные участники (да и советские тоже), наверняка, запомнили его надолго. В это время в нашей стране свирепствовала компания против пьянства. Боясь скандала и осложнений, председатель

РГ-22 Г. С. Пospelов категорически запретил подавать на банкете спиртное. Все попытки Д. А. Пospelова и В. Ф. Хорошевского со ссылкой на международный характер мероприятия отменить запрет оказались безрезультатными. Г. С. Пospelов был непоколебим. И на банкете вместо спиртного стояли около каждого из участников стаканы с чаем. Выглядело это, как невеселая шутка. Иностранцы никак не могли понять, почему они должны подчиняться столь нелепым ограничениям. Советские участники чувствовали себя виновниками возникшей неловкости. Даже тост произносить было как-то глупо. Скомканый банкет завершился минут за пятнадцать. Все устремились в свои номера, где стали формироваться микробанкеты. Настроение несколько улучшилось.

Оно улучшилось еще больше на следующий день, когда была организована прогулка по Байкалу с пикником на природе. Тут уж советские участники настояли на своем. Пикник был поддержан прекрасным белым сухим вином, и жалкий образ банкета потускнел в сознании гостей.

Заседание инициативной группы завершилось обращением к КНВВТ об организации РГ-22 под председательством Г. С. Поспелова. В качестве его заместителей были предложены И. Пландер (ЧССР), Д. А. Поспелов (СССР) и В. Сгурев (НРБ). В качестве Ученого секретаря РГ-22 была предложена кандидатура В. Ф. Хорошевского. Предлагалось утвердить и план работы РГ-22.

КНВВТ на своем очередном заседании утвердило все эти предложения. РГ-22 получила официальное свидетельство о рождении.

Заседание инициативной группы сопровождалось традиционным для РГ-18 научным семинаром. Он назывался: «Системы представления знаний и целесообразное поведение».

Батуми

Еще не исчезнувший Советский Союз мог предложить для проведения заседания РГ-22 немало прекрасных мест. Грузия была одним из них. С 30 сентября по 5 октября 1986 года Батуми стал местом второго заседания РГ-22.

Участники заседания обсудили итоги проделанной работы по предполагаемым томам отчета. Особенно тщательно на специальной группе экспертов, выделенных странами, работающими в рамках РГ-22, обсуждался вопрос о словаре. Представители Национальной группы СССР А. Н. Аверкин и М. Г. Гаазе-Рапопорт ознакомили представителей других стран с технологией написания словарных статей и с подготовкой словника для словаря. Эта технология после обсуждения и пополнения была принята. Председатель Национальной группы СССР Д. А. Поспелов и В. Л. Стефанюк провели заседание группы экспертов, занимающихся созданием анкеты опроса специалистов, который может быть положен в основу прогноза развития работ в области искусственного интеллекта. Этот прогноз должен был стать основой тома Н — «Будущее искусственного интеллекта».

Как и РГ-18, РГ-22 на своих заседаниях неизменно заслушивала сообщения о работе Международной базовой лаборатории по искусственному интеллекту в г. Братиславе. На батумской встрече руководитель этой лаборатории Й. Миклошко познакомил присутствующих с проектом преобразования МБЛ в Международный центр по искусственному интеллекту с участием представителей западных стран. Эта инициатива была поддержана членами РГ-22.

Одновременно с заседанием Рабочей группы проходил научный семинар «Аппаратная поддержка систем искусственного интеллекта». На этом семинаре с содержательным докладом о путях повышения интеллектуальности ЭВМ за счет встроенных аппаратных средств выступил З. Л. Рабинович (СССР). Й. Миклошко (ЧССР) сделал обзор алгоритмов, рассчитанных на параллельно работающие ЭВМ. Я. И. Фет (СССР) изложил оригинальный метод вертикальной обработки массивов, опирающийся на идеи крупноблочного программирования, предложенного в свое время академиком Л. Канторовичем. Сотрудник МБЛ П. Сапатый в своем докладе описал версию специального волнового языка для поиска информации в семантических сетях и вывода на семантических сетях. Новым методам параллельного доступа к базам данных с информацией, хранящейся в виде древовидных структур, посвятил свое выступление М. Гёссель (ГДР). В других докладах рассматривались параллельные реализации языков программирования, параллельная обработка нечеткой информации, операции с сетевыми представлениями.

Участники заседания совершили однодневную экскурсию в небольшой городок Ваке, стоящий на месте древнего римского поселения.

В этом, родном для главного организатора встречи в Батуми Г. Авалиани, городке, участники заседания смогли в полной мере ощутить знаменитое грузинское гостеприимство. А местные жители, вовлекшие гостей в зажигательные грузинские танцы, с восхищением отметили, что Й. Миклошко из Словакии вполне мог бы быть соперником танцоров из Грузии.

Сувалки

Сувалки — небольшой городок в Польше, расположенный у границы с Литвой. Но чтобы попасть в него участникам третьего заседания РГ-22 из СССР пришлось сначала ехать через Брест в Варшаву, а потом на автобусе долго ехать обратно к границе. Таковы последствия

держания границы «на замке». Заседание в Сувалках, проходившее в помещениях старинного монастыря, состоялось с 15 по 20 июня 1987 года. Жили участники в отдельных небольших домиках, живописно расположенных на разных уровнях в ограде монастыря. Вечерами в домиках собирались международные «микроконференции» по интересам. А на больших заседаниях шла речь об уточнении содержания томов отчета, доводилась до окончательного вида технология подготовки словарных статей толкового словаря по искусственному интеллекту.

Д. А. Поспелов сообщил присутствующим о результатах пилотажного эксперимента с опросом специалистов на основании первого варианта разработанной в РГ-22 анкеты для оценки прогноза развития работ в области искусственного интеллекта. Эксперимент показал, что некоторые вопросы надо изменить. После обсуждения эти изменения были приняты. Окончательный вариант анкеты был роздан для размножения ее и проведения анкетирования в разных странах.

Председатель КНВВТ М. Домбровский, как всегда, активно участвовал в работе РГ-22. Он предложил одно из очередных заседаний группы провести в Пхеньяне во время заседания в этой стране КНВВТ. По словам М. Домбровского, корейские специалисты весьма заинтересованы в проведении у них представительной конференции по интеллектуальным системам. Предложение М. Домбровского было принято с большим энтузиазмом.

Участники заседания в Сувалках обсудили планы проведения традиционных международных конференций по искусственному интеллекту в замке Смоленице под Братиславой и конференции AIMSА-88 в Болгарии. На этих конференциях ученые из социалистических стран имеют реальную возможность встречаться с ведущими учеными Запада, так как поездки на западные конференции для большинства специалистов невозможны по экономическим причинам.

На научном семинаре, сопровождавшем встречу в Сувалках (он носил название: «Развитые диалоговые системы и обработка естественного языка»), наиболее интересными докладами были те, в которых затрагивались плохо исследованные проблемы соотношения моделей языковой семантики с моделями мира и проблемы организации целенаправленного коммуникативного процесса. В обзорном докладе Е. Хайчевой (ЧССР) обсуждались те различия, которые существуют в коммуникационных моделях, характерных для систем искусственного интеллекта и традиционно изучаемых в лингвистике. Первые более ориентированы на модели мира, отраженные в базах знаний, а вторые опираются на языковую действительность. Е. Хайчева указала на конструктивные пути сближения и взаимного обогащения этих подходов.

Д. А. Поспелов (СССР) посвятил свое выступление типологии уровней понимания текстов человеком и интеллектуальными системами. Он выделил семь основных уровней понимания (от синтаксического до аллегорического) и остановился на требованиях к средствам, которые необходимы для реализации этих уровней. П. Сгалл (ЧССР) перечислил и обсудил все точки соприкосновения между работами по машинному переводу и диалоговыми системами в искусственном интеллекте. Несмотря на различие в конечных целях этих исследований, они должны заимствовать друг от друга полученные результаты.

Важным для практической реализации систем общения вопросам моделирования поведения пользователей были посвящены доклады Х. Ыйма (СССР) и Х. Яппмнена (Финляндия). Оба докладчика отмечали, что язык пользователя, используемый для общения с базами данных и экспертными системами, достаточно сильно отличается от обычного естественного языка, что связано с ясно выраженной прагматикой общения. Это позволяет рассчитывать на возможность создания эффективно работающих лингвистических процессоров. Примерами процессоров такого типа могут служить обсуждавшийся в докладе В. Ф. Хорошевского (СССР) процессор, использующий для анализа поступающих текстов и синтеза ответов расширенные сети Конвея, процессор, предложенный в докладе Г. С. Поспелова и О. Г. Григорьева (СССР) и процессор с широкими возможностями, пригодный для общения в различных предметных областях, предложенный Г. Хельбиггом (ГДР).

Надо отметить, что научный семинар в Сувалках был весьма представительным. На нем было сделано 33 доклада специалистами из девяти стран. Это свидетельствовало о том, что в

конце 80-х годов интерес к проблемам построения систем, понимающих тексты на естественном языке и синтезирующих такие тексты, был очень высок.

Переславль-Залесский

Ноябрь 1987 года был холодным. Когда участники четвертого заседания РГ-22 приехали 13 ноября в Переславль-Залесский, термометр показывал минус 16°. Дул пронизывающий ветер. Наши иностранные коллеги явно не рассчитывали на такую погоду, но крепились, поддерживая спортивный дух РГ-18 и РГ-22. Скорее даже не спортивный дух, а дух преодоления всех трудностей. Они даже мужественно перенесли экскурсию в Троицко-Сергиевскую Лавру по дороге из Москвы в Переславль-Залесский. И лишь через минут сорок стояния на ледяном ветру около тепло одетого и увлеченного рассказом Д. А. Пospelова робко попросили окончить рассказ в автобусе.

Заседание проходило с 13 по 17 ноября и протекало в уже привычном русле. Обсуждалось содержание томов E, F и G. Заседала группа экспертов, ответственная за подготовку словаря.

На заседании РГ-22 состоялось обсуждение процедуры проведения конференции в Пхеньяне. Программный комитет этой конференции огласил программу ее работы. По предложению представителей КНДР, в качестве рабочего языка конференции был выбран русский. Были согласованы сроки проведения конференции.

И. Пландер (ЧССР) сделал отчет о деятельности Международной базовой лаборатории по искусственному интеллекту, которая функционирует уже пять лет. Руководитель МБЛ Й. Миклошко (ЧССР) привел фактические сведения о работе МБЛ и динамике проведения в ней научных исследований. Участники заседания РГ-22 еще раз подтвердили свою заинтересованность в скорейшем преобразовании МБЛ в Международный центр исследований по искусственному интеллекту, в котором могли бы работать сотрудники, не являющиеся гражданами социалистических стран.

Во время заседания вместо традиционного научного семинара было прочитано два проблемных доклада, по которым была проведена активная дискуссия и состоялась выставка-показ ряда интеллектуальных систем. Бурное обсуждение вызвал доклад В. Ф. Хорошевского «Программное обеспечение интеллектуальных систем». В этой дискуссии проявились пристрастия к тем или иным языкам программирования (состоялись острые дебаты между сторонниками Пролога и его противниками), а также различное отношение к выбору способов построения инструментальных средств для создания экспертных систем (сторонники оболочек, как и следовало ожидать, столкнулись со сторонниками «пустых» экспертных систем).

Менее дискуссионным оказался доклад Д. А. Пospelова «Проблемы понимания и рассуждений, основанных на знаниях», в котором была приведена типология понимающих и рассуждающих систем.

Участникам РГ-22 были показаны программные продукты, созданные в Институте программных систем АН СССР (Переславль-Залесский), Институте кибернетики АН ЭССР (Таллинн), Вычислительном центре СО АН СССР (Новосибирск), Вычислительном центре АН СССР (Москва) и Чешском политехническом институте (Прага). Перед показом систем из ВЦ СО АН СССР Е. Ю. Кандрашина сделала доклад о работах, проводимых в этой организации в области интеллектуальных систем.

И несмотря на то, что холодная погода не прекращалась, участники заседания приняли активное участие в пешеходной прогулке по валам древнего Переславля-Залесского и автобусной экскурсии в Никитский, Даниловский, Федоровский и Горицкий монастыри.

Каунас

Пятое заседание РГ-22 проходило в Литве с 16 по 21 мая 1988 года. В нем приняли участие представители НРБ, ВНР, ГДР, КНДР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР. Организатором был наш старый знакомый из Каунаса Г. Шьяркшнис, а радушным хозяином — профессор И. Блужас из Каунасского НИИ физиологии и патологии сердечно-сосудистой системы им. З. Янушкявичюса. Старый, но по-прежнему очаровательный город, великолепный институтский зал с амфитеатром, где проходили заседания, и встреча практически всех

старых друзей создавали добрую и вместе с тем рабочую обстановку. Как обычно, повестка дня заседания была достаточно напряженной: обсуждение хода подготовки томов итогового отчета РГ-22, заседание Международного Программного комитета конференции КНВВТ в Пхеньяне, обсуждение деятельности МБЛ при ИТК САН, специальное заседание Рабочей группы по подготовке многоязычного толкового словаря по ИИ, научный семинар «Методы и системы искусственного интеллекта», посещение Каунасского медицинского центра и, конечно, многочисленные неформальные обсуждения широкого круга вопросов.

Но началось заседание РГ-22 с печальной минуты молчания, которой был отмечен уход из жизни в мае 1987 года одного из активных членов РГ-18 и РГ-22, известного советского специалиста в области ИИ из ИК АН ГССР Г. Авалиани — нашего радушного хозяина заседания РГ-22 в г. Батуми.

С приветствием к участникам заседания обратились академик Г. С. Поспелов и профессор И. Н. Блужас. Последний отметил важность и актуальность работ по применению методов ИИ в медицине и выразил удовлетворение в связи с возможностью установления контактов со специалистами из разных стран по этой тематике.

Д. А. Поспелов охарактеризовал положение дел с подготовкой томов итогового отчета, а затем редакторы отдельных томов выступили со своей оценкой хода работ. Важной информацией для участников заседания РГ-22 стало сообщение Д. А. Поспелова о том, что имеется договоренность с издательством «Наука» о выпуске томов итогового отчета на русском языке. И. Пландер выступил с инициативой об издании отчета на английском языке в North-Holland, что, конечно, было одобрено специалистами всех стран-участниц РГ-22. Здесь же было принято окончательное решение о подготовке томов на машинных носителях и выработаны рекомендации по конкретным правилам оформления материалов.

Серьезную работу по подготовке конференции КНВВТ в КНДР провел ее Международный программный комитет. Здесь были обсуждены программа и принятые доклады, публикация трудов, а также организационные вопросы проведения конференции.

Руководитель МБЛ Й. Миклошко сообщил участникам заседания, что коллегия Президиума САН и руководство КНВВТ приняли решение о поэтапном расширении контингента сотрудников лаборатории за счет привлечения специалистов из стран третьего мира и западных стран.

Активно обсуждался Толковый словарь по ИИ (М. Г. Гаазе-Рапопорт и А. Н. Аверкин).

Как и всегда на заседаниях РГ-22, был сделан обзор уже прошедших и будущих научных мероприятий по тематике ИИ, что позволяло участникам РГ-22 не только быть в курсе мировых событий, но и вовремя реагировать на будущие конференции.

Конечно, программа заседаний была напряженной, но это была бы не РГ-22, если бы здесь кроме научных вопросов не царил бы дух дружеского общения и заинтересованного знакомства с культурой страны-организатора. А для этого в Каунасе были все условия. Во-первых, все участники заседания жили в одной гостинице в центре города и много времени после заседаний отдавали прогулкам по тихим и уютным улочкам, заглядывая в маленькие кафе и с удовольствием обнаруживая, что там уже расположились те, с кем хотелось бы поговорить. Во-вторых, хозяева заседания организовали серию экскурсий по городу, его музеям и костелам, а в день расставания — поездку в национальный парк. Для особо активных членов РГ-22 была организована поездка на атомную станцию Энгалина, где они имели возможность сами оценить местный оздоровительный центр, и поездку в Тракай с его тихими озерами и старинным замком.

Расставались участники пятого заседания РГ-22, как всегда, с грустью, которая, впрочем, сглаживалась уверенностью, что уже осенью они встретятся в Пхеньяне.

Пхеньян

Заседание в Северной Корее безусловно было особой точкой в истории РГ-22, как, впрочем и наверно, и всего КНВВТ. Впервые всем нам было необходимо так долго добираться до места встречи — полет из Москвы до Пхеньяна занял 9 часов, и для многих путь растянулся до нескольких дней. Представители КНДР провели большую работу и организовали чартерный рейс Аэрофлота из Москвы в Пхеньян. Поэтому основная масса

участников конференции КНВВТ и 6-го заседания РГ-22 прилетели в Москву и уже отсюда стартовали в Пхеньян. Заседание РГ-22 началось уже в самолете и продолжалось практически всю ночь, изредка прерываемое едой и очень вкусным корейским пивом. Уровень организации конференции был необычайно высок. Достаточно сказать, что ее курировал лично Ким Чен Ир. И, наконец, в заседании РГ-22 впервые принял участие специалист по искусственному интеллекту из Кубы, что давало нам определенные надежды на подключение кубинских специалистов к работе над испанской версией Толкового словаря по ИИ и многие другие надежды.

В Москве шел холодный дождь, а в Пхеньяне при посадке было +25° и слабая для корейцев, но очень ощутимая для нас влажность. После неизбежного фотографирования в Пхеньянском аэропорту все участники заседания и конференции разместились в комфортабельных автобусах и отправились в гостиницу в центре города. Правда, при посадке не обошлось без казусов, так как мы явно нарушали четко спланированное заполнение определенных машин, размещаясь не по странам, как было задумано хозяевами, а по душевной склонности и незаконченным в ночном полете беседам. А вечером, выйдя из гостиницы большой интернациональной компанией специалистов РГ-22, мы с некоторым удивлением обнаружили, что у каждой делегации есть свой «ангел-хранитель» для сопровождения в прогулках за пределами гостиницы. Так что порядок в КНДР был обеспечен на уровне четкой регламентации наших действий. Как говорится, со своим уставом в чужой монастырь негоже соваться. Мы приняли условия наших радушных хозяев, при необходимости, впрочем, делая по-своему и считая, что они не осудят нас за незнание местных порядков.

Заседания конференции проходили в великолепном «здании-пагоде» в 600 метрах от нашей гостиницы, но каждое утро нас ждали автобусы, которые методично доставляли нас к этому дому. Рабочим языком конференции был русский, что создавало определенные неудобства для венгров и румын, но в конечном счете мы решили эту проблему с помощью наших специалистов, которые в индивидуальном порядке обеспечили «синхронный» перевод на английский.

Заседание РГ-22 проходило в промежутках между сессиями научной конференции и было организовано стандартным для нашей рабочей группы образом. После приветствия академика РАН Г. С. Пospelова и сообщения протокольной группы редактор тома Е итогового отчета профессор Д. А. Пospelов информировал собравшихся о ходе работы и отметил, что она должна быть завершена к 15 февраля 1989 года в связи с передачей рукописи в издательство «Наука». Вопрос о деятельности МБЛ при ИТК САН обсуждался на совместном заседании РГ-22 и КНВВТ и протокольной группе было сделано специальное поручение по подготовке изменений в статуте МБЛ. На заседании в КНДР было сделано важное дело — для окончательной доработки томов F и G их редакторы В. Ф. Хорошевский и В. Н. Захаров были приглашены в Болгарию и Чехословакию соответственно, где им были предоставлены все условия для завершения работ. Затем на заседании РГ-22 обсуждался Толковый словарь по ИИ и, что было менее традиционно, но интересно, отдельный том итогового отчета «Будущее ИИ». Д. А. Пospelов рассказал собравшимся, что по замыслу редакторов этот том будет содержать 5 частей. В первую из них — «Системно-структурный анализ области ИИ» войдут общие точки зрения специалистов на содержание и задачи этого направления. Вторая и третья части представят результаты обработки интервью-анкет об ИИ со специалистами и неспециалистами соответственно. В четвертой части будет прогноз развития исследований в области ИИ, как усредненной точки зрения специалистов. И, наконец, в последней, — пятой части, — будет сравнение прогнозов научной фантастики с реальными достижениями ИИ. Все участники заседания с большим интересом и удовольствием обсуждали этот том и дали его редактору огромное количество советов. В рамках заседания РГ-22 было проведено и заседание Программного Комитета международного научного семинара «Теория и применения ИИ», который должен был состояться летом 1989 года в Созополе (Болгария).

Даже этот конспективный перечень дел, которые обсуждались в Пхеньяне, показывает, что участники РГ-22 работали по «полной» программе. И, наверное, проникнувшись

сочувствием к нашему нелегкому труду, гостеприимные хозяева организовали для нас великолепную экскурсию в Долину Семи Чудесных Ароматов (с посещением знаменитого музея подарков Ким Ир Сену и расположенного рядом буддийского храма). Это было незабываемое зрелище, а совместное «покорение» членами РГ-22 одной из вершин в соседних горах, зафиксированное в многочисленных слайдах и фотографиях, до сих пор напоминает нам о тех славных временах, когда мы еще не делили страны и республики, а с удовольствием занимались самым важным делом — наукой с громким названием «Искусственный интеллект». Справедливости ради надо отметить, что основная масса специалистов, связанных с РГ-22, и до сих пор работает в этой области.

Дрезден

На седьмом заседании, проходившем 18-21 апреля 1989 года, присутствовало 23 человека из шести стран.

На этом заседании начали подводить первые итоги деятельности РГ-22. Д. А. Поспелов сообщил, что после редактирования материалов тома «Будущее искусственного интеллекта», проведенного им совместно с К. Е. Левитиным, том передан в издательство «Наука». Подготовка томов Е, F и G также вступила в окончательную стадию. Редакторы томов на совместных встречах обсуждают окончательное их содержание. Близится завершение и «Толкового словаря по искусственному интеллекту». Всем заинтересованным участникам РГ-22 разосланы для ознакомления и отзыва статьи, написанные специалистами разных стран. Редакторы словаря А. Н. Аверкин, М. Г. Гаазе-Рапопорт и Д. А. Поспелов активно взаимодействуют с представителями группы по подготовке словаря из НРБ, ВНР, ГДР и ЧССР. В заседании группы по словарю в Дрездене приняли активное участие не только представители указанных стран, но и специалисты из ПНР и СРР.

Небольшой научный семинар, сопровождавший седьмое заседание, был посвящен методам искусственного интеллекта. На нем было сделано семь докладов. Два из них вызвали продолжительную дискуссию. Ю. Поппер (ЧССР) в своем докладе «Некоторые тенденции развития экспертных систем» высказал несколько необщепринятых положений. Среди них — неперспективность одноуровневых продукционных систем, отказ от экспертных систем диагностического типа, опирающихся на встроенные в систему пути поиска диагноза, введение в качестве обязательных не только процедур прогноза развития процессов, но и процедур регноза их. Многие из этих положений развивались в серии экспертных систем ЛЕДИ, созданных под руководством З. Б. Рахмановой. Знакомство Ю. Поппера с этими системами сделало его активным сторонником такого подхода, реализованного в системах, построенных им и его коллегами.

Доклад А. Н. Мелихова (СССР) подводил итоги многолетних работ исследователей из Таганрога в области работы с нечеткой информацией и создания аппаратных средств для поддержки подобных вычислений. Подход, декларируемый этой группой, опирается на традиционную систему максиминных операций. В ходе дискуссии А. Н. Аверкин высказал мысль о том, что желательно использовать не только такие (не всегда хорошо интерпретируемые в определенных предметных областях) операции, но и другие, удовлетворяющие требованиям Т-норм. Хотелось бы иметь универсальную относительно выбираемых базовых операций аппаратную поддержку. Д. А. Поспелов развивал тезис об отказе от действий со срезами функций принадлежности, предлагая вместо этого непосредственный вывод в лингвистических переменных. Эту же идею поддержал Г. Хельбиг (ГДР).

Баку

Заседание в Баку, состоявшееся 25–30 сентября 1989 года, оказалось последним в истории РГ-22. Наступили времена развала социалистического лагеря. СССР также дышал на ладан. Долгое время казалось, что встреча в Баку не состоится. Между Арменией и Азербайджаном отношения практически были прерваны, ГДР исчезла с карты мира, в ЧССР назревал конфликт между Чехией и Словакией, в Грузии в апреле прошли трагические события в Тбилиси, а на Армению обрушилось землетрясение, унесшее тысячи жизней.

И все-таки встреча состоялась. Она была малочисленной. В пансионат в Загульбе, расположенной недалеко от Баку на Апшеронском полуострове, кроме пяти советских участников приехали четыре делегата из НРБ, двое из СРР и один из ЧССР.

В своем вступительном докладе Г. С. Поспелов призвал присутствующих к здоровому оптимизму. Он говорил не только о том, что достигла к этому времени РГ-22, но и о путях ее работы в последующие годы. После завершения принятых на себя обязательств по подготовке трех томов аналитического обзора, тома «Будущее искусственного интеллекта» и толкового словаря по искусственному интеллекту РГ-22, по мысли ее председателя, могла бы превратиться в высококвалифицированную экспертную группу, которая могла бы своим авторитетом поддерживать работы в области искусственного интеллекта, проводимые в разных странах. Другой задачей, которую могли бы взять на свои плечи члены РГ-22, могло бы быть создание учебника по системам искусственного интеллекта.

Редакторы томов F и G (В. Ф. Хорошевский и В. Н. Захаров) сообщили о практической готовности этих томов и о необходимости их срочного издания, так как содержащийся в них материал быстро устаревает. А. Н. Аверкин отметил, что тексты всех статей словаря имеются, и осталась лишь работа по переводу всех терминов на языки стран-участниц, а также на английский и французский. Редактор тома E (Д. А. Поспелов) отметил, что создание этого тома также приближается к заключительной стадии.

Во время заседания РГ 22 прошел научный семинар «Интеллектуализация систем управления», на котором было сделано шесть докладов советских специалистов по использованию интеллектуальных систем для планирования, диагностики оборудования на АЭС, для проектирования конфигураций вычислительных комплексов, изучения структуры химических соединений, а также доклад З. Коуба (Прага) по использованию экспертных систем при проектировании электротехнических систем.

Кроме того, был проведен Круглый стол «Программное обеспечение ИИ — терминология versus какие системы мы делаем». Во время этого стола с начальными сообщениями выступили И. Джорджеску (СРР): «Параллелизм в программах, основанных на знаниях», Л. И. Микулич (СССР): «Технология проектирования систем, основанных на знаниях». По содержанию этих докладов ведущие Круглого стола Л. И. Микулич и В. Ф. Хорошевский провели дискуссию.

Участникам заседания были показаны экспертные системы, созданные в НРБ и СССР. Большой интерес участников вызвала система «Конфликт», созданная в Баку на основе разработанной здесь же оболочки ЭСПЛАН. Эта система использовалась для прогноза развития конфликтных ситуаций в Азербайджане.

Впервые в практике работе РГ-22 состоялось и политическое мероприятие. Группа азербайджанских ученых пригласила членов РГ-22 на встречу, во время которой была сделана попытка оправдать действия Азербайджана в отношениях с Арменией. Участники встречи со стороны РГ-22 дали отпор односторонней трактовке трагических событий в Сумгаите, Нагорном Карабахе и других местах. Основную задачу ученых, как сказал в своем выступлении Д. А. Поспелов, участники РГ-22 видят не в разжигании ненависти и шовинизма, а в объединении людей на пути решения общечеловеческих задач.

В Баку действовал комендантский час. И та часть членов РГ-22, которая рискнула принять участие в новоселье З. Б. Рахмановой, которое проходило в одном из очень далеких от Загульбы микрорайонов Баку, запомнила обратную поездку в такси по безлюдным улицам фронтального города. И лишь иностранный статус участников этой ночной поездки и отсутствие среди нас граждан Армении и Азербайджана (кроме шофера такси) смягчил сердца ночных патрулей.

Картина этого ночного рейда стала как бы символом конца деятельности РГ-22.

Заключение

Намеченное на лето 1990 года заседание не состоялось. Его предполагалось сделать в Кишиневе. Но обстоятельства сделали это невозможным.

Остались неопубликованными материалы томов E, F и G. Теперь они уже устарели и могут представить лишь исторический интерес. Но вышел том «Будущее искусственного

интеллекта», и был издан «Толковый словарь по искусственному интеллекту» — зримые вехи работы РГ-22.

Чудо, которое продемонстрировала РГ-18 все-таки смогло повториться в работе РГ-22. А третьего чуда не будет. Мир, в котором мы все дружно совместно работали, исчез, связи разорвались, исчезли все страны, в которых жили и работали участники РГ-22, изменились и они сами. Но память о чудесных годах сотрудничества, окрашенных светом личных дружеских отношений, останется в памяти навсегда.

Д. А. Поспелов

Модест Георгиевич Гаазе-Рапопорт

В конце пятидесятых годов удалось преодолеть тупое сопротивление тех, кто считал идеологию выше научного прогресса, кибернетика стала освобождаться от ярлыка буржуазной лженауки, и стремительный взлет исследований в этой области был уже близок. В какой-то мере нашей стране повезло, ибо в начале пятидесятых несколько специалистов рискнули начать борьбу за кибернетику и сумели довести дело до конца. Алексей Андреевич Ляпунов, Аксель Иванович Берг, Игорь Андреевич Полетаев, Анатолий Иванович Китов, Сергей Львович Соболев. Без этих людей кибернетика была бы в нашей стране под запретом куда более длительное время, чем это случилось в действительности.

Модест Георгиевич Гаазе-Рапопорт принадлежал к той же плеяде основоположников кибернетических исследований в СССР, что и перечисленные выше ученые. Его вклад в эту деятельность был весом и значителен.

Модест Георгиевич родился 2 июня 1919 года в Ленинграде в семье кадрового военного. После окончания школы он стал слушателем Артиллерийской Академии, с которой долгие годы была связана жизнь его отца. Вместе с Академией он сменил место жительства, переехав с семьей в Москву. В 1941 году Модест Георгиевич закончил Академию по специальности «военные приборы». Затем он попал в военную приемку и вскоре стал специалистом в области различных оптических военных приборов. В конце войны участвовали выезды на фронт для оценки качества немецкой военной техники и технологии производства оптических приборов.

С 1945 по 1949 год Гаазе-Рапопорт учился в адъюнктуре Академии, завершив обучение в том же 1949 году защитой кандидатской диссертации по счетно-решающим приборам и устройствам военного назначения.

После этого Модест Георгиевич попал в один из научных институтов

Министерства обороны, занимавшийся созданием приборов и устройств для управления зенитным огнем, а позже — и другими системами противовоздушной

обороны. В этом институте Гаазе-Рапопорт проработал 16 лет, пройдя путь от старшего научного сотрудника до ученого секретаря института. Параллельно с продвижением по служебной лестнице и лестнице воинских званий (вплоть до звания полковника) развивались и научные интересы. Постепенно от простейших счетно-решающих механизмов (вершиной которых был знаменитый прибор для управления зенитным огнем — ПУАЗО, в создании ряда версий которого Модест Георгиевич принимал непосредственное участие) его интересы смещались в область вычислительных машин и программирования. В это время он оканчивает механико-математический факультет МГУ (инженерный поток), начинает общаться с А. А. Ляпуновым и его окружением, становится активным участником кибернетического движения, постоянным участником знаменитого семинара по кибернетике, работавшего в МГУ под руководством А. А. Ляпунова. По инициативе последнего И. А. Полетаев и М. Г. Гаазе-Рапопорт начали писать книги, посвященные кибернетике. Эти книги (в 1958 году появился «Сигнал» И. А. Полетаева, а в 1961 — «Автоматы и живые

организмы» М. Г. Гаазе-Рапопорта) стали первыми отечественными книгами по кибернетике, получившими отклик в самой широкой аудитории и привлекшие в кибернетику большое количество новых исследователей. Книга Модеста Георгиевича не утратила своего интереса до сегодняшнего дня. Такая ее долгая жизнь в научной среде объясняется во многом тем, что круг идей, затронутых в ней, весьма широк, и многие поставленные в этой книге вопросы все еще ждут своего ответа.

В шестидесятые годы интересы Модеста Георгиевича сосредоточились в области бионики. В те годы на эту ветвь кибернетики возлагали большие надежды, и вышедшие под редакцией Модеста Георгиевича два тома «Бионики», в которых были помещены материалы двух конференций, посвященных этим вопросам, отражают эти надежды и чаяния. Сам Модест Георгиевич остался активным сторонником бионического направления на долгие годы. В первой части книги «От амебы до робота: модели поведения», написанной совместно с Д. А. Поспеловым и вышедшей в свет в 1987 году, бионическая линия чувствуется все еще сильно.

В 1966 году Гаазе-Рапопорт уходит из военного института в отраслевой институт Радиопрома, который занимался модными тогда отраслевыми министерскими автоматизированными системами управления. В этот период Модест Георгиевич профессионально интересуется теорией больших систем, информационными системами и документалистикой. Ряд его публикаций, относящихся к этому времени, яркое тому свидетельство. Интерес к психологическим проблемам, связанным с большими системами управления и документооборотом, приводит его в Институт общей и педагогической психологии Академии педагогических наук, в котором он проработал последние годы перед выходом на пенсию.

В конце шестидесятых годов появился термин «искусственный интеллект»; этот термин не выглядел для Модеста Георгиевича чем-то странным и инородным. Как и ряд других исследователей, он был психологически готов к появлению этого научного направления. В шестидесятые годы Модест Георгиевич активно работал в семинаре по психонике, на котором обсуждались многие проблемы, ставшие объектом внимания в искусственном интеллекте. Психонический подход и семиотическое моделирование, впервые появившееся как прикладной метод в ситуационном управлении, всегда интересовали и привлекали Гаазе-Рапопорта. Он на долгое время увлекся проблемами моделирования творчества и внес заметный вклад в известный цикл исследований по машинным процедурам генерации естественно-языковых текстов и, в частности, генерации на компьютере текстов волшебных сказок.

Нельзя обойти вниманием и работу Модеста Георгиевича в области словарей и энциклопедий по информатике. Он активно участвовал в написании и редактировании словарей по вычислительной технике, программированию, системам управления и искусственному интеллекту, был автором статей в украинской энциклопедии по кибернетике и в российской энциклопедии по автоматизированным производственным системам. Обладая аналитическим складом ума, большой аккуратностью и непримиримостью к ошибкам и неточностям, он был весьма строгим редактором, но эта строгость и требовательность шли на благо издаваемых книг и публикуемых статей.

Его дом был всегда открыт для коллег и друзей. Наверное, это был последний осколок того «кухонного колледжа и дискуссионного клуба», которые в шестидесятые годы позволяли сохранять верность своим взглядам и формировать мировоззрение. В этот дом можно было приходиться в любое время и встретить в нем самых разнообразных и неожиданных людей. Уход хозяина этого дома привел к исчезновению еще одного вечного напоминания о романтической поре нашей науки.

И еще — книги. Всю жизнь Модест Георгиевич любовно собирал их. Математика, биология, кибернетика, искусственный интеллект представлены тут в небывалой для небиблиотечного собрания полноте. Физика, механика, психология и многое другое также удивляют нас фундаментальностью подбора книг. После смерти собирателя, согласно его последней воле, вся библиотека передана в университет города Переславля. И теперь этот

молодой и пока еще совсем небольшой университет обладает библиотечным фондом, которому могут позавидовать многие крупные высшие учебные заведения.

С первого дня существования Ассоциации искусственного интеллекта (тогда еще САИИ — Советской ассоциации искусственного интеллекта) Модест Георгиевич был активным участником ее работы, много лет являлся председателем Ревизионной комиссии. С его присутствием на заседаниях Совета или Исполкома АИИ, с его участием в многочисленных научных мероприятиях связан особый колорит, особая прелесть общения с незаурядным человеком, верным рыцарем дамы, которой он служил всю свою жизнь, чье имя — «наука».

Сведения об авторах

АЛЕКСЕЕВ Валерий Борисович. Родился в 1948 г.

Окончил мехмат МГУ (1969). Начиная с третьего курса был учеником С. В. Яблонского. Доктор физико-математических наук (1995), профессор (1997). С 1998 г. — зав. кафедрой математической кибернетики факультета ВМиК МГУ, которую в 1971 г. организовал С. В. Яблонский.

БЕРГ Аксель Иванович (1893–1979)

Доктор технических наук (1936), академик (1946), адмирал-инженер. Работал в области радиотехники, радиолокации, теории надежности, кибернетики. В 30-е и 40-е годы преподавал в ленинградских вузах. Создатель и первый директор Института радиотехники и электроники АН СССР (1955). С 1959 г. до конца жизни — председатель Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР.

БЕРС Андрей Александрович. Родился в 1934 г.

Окончил факультет автоматики и вычислительной техники Московского энергетического института (1961). С 1961 г. — сотрудник Отдела программирования ВЦ СО АН СССР (в настоящее время — Институт системных исследований СО РАН). Доктор технических наук (1996). Область интересов: основания информатики, архитектура программно-аппаратных комплексов, электронная подготовка изданий, информатика образования.

ВЕРШИК Анатолий Моисеевич. Родился в 1933 г.

Окончил матмех ЛГУ (1956). Доктор физико-математических наук (1974). С 1962 г. работал в Ленинградском университете, а с 1992 г. — в Санкт-Петербургском отделении Математического института им. В. А. Стеклова РАН. Президент Санкт-Петербургского математического общества.

ГРАНОВСКИЙ Юрий Васильевич. Родился в 1933 г.

Окончил Московский институт цветных металлов и золота (1957). Кандидат химических наук. Научный сотрудник кафедры физической химии химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. Автор монографии и нескольких десятков публикаций в области наукометрии.

ДАУГАВЕТ Ольга Карловна

Окончила матмех ЛГУ (1954). Кандидат физико-математических наук (1966). Программист. Сотрудник Санкт-Петербургского отделения Центрального экономико-математического института РАН.

ДРОГАЛИНА Жанна Александровна

Окончила факультет английского языка 1-го московского государственного института иностранных языков им. Мориса Тореза (1960). Научный сотрудник МГУ. Более 20 лет работала вместе с В. В. Налимовым над проблемами, связанными с языком и сознанием. Соавтор его работ по этой проблематике, включая статьи и книги, издававшиеся на русском и английском языках.

ЕРШОВ Андрей Петрович (1931–1988)

Специалист в области теоретического и системного программирования. Окончил мехмат МГУ (1954). В 1954–1957 гг. аспирант А. А. Ляпунова и сотрудник ВЦ АН СССР. Доктор физико-

математических наук (1968). Академик (1984). В 1957 г. по предложению С. Л. Соболева перешел на работу в Сибирское отделение АН СССР. С этого времени и до конца жизни руководил созданным им Отделом программирования Вычислительного центра СО АН СССР. В 1987–1988 гг. — председатель Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика».

ЖОГОЛЕВ Евгений Андреевич. Родился в 1930 г.

Окончил мехмат МГУ (1952). Доктор физико-математических наук (1983). Профессор кафедры системного программирования факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ. Область научных интересов: системное программирование, технология программирования, инструментальные системы программирования, языки и системы программирования.

ЖУРАВЛЕВ Юрий Иванович. Родился в 1935 г.

Математик, специалист в области математической кибернетики и теории распознавания образов, ученик А. А. Ляпунова. Академик РАН (1992). Окончил мехмат МГУ (1957). В 60-е годы работал в Институте математики СО АН СССР. С 1969 — в Москве, в Вычислительном центре АН СССР (ВЦ РАН). В настоящее время — заместитель директора ВЦ РАН по научной работе.

ЗАХАРОВ Валерий Николаевич. Родился в 1934 г.

Окончил Московский энергетический институт (1958). Кандидат технических наук, доцент. Зав. сектором Вычислительного центра РАН. Область научных интересов — дискретная математика, искусственный интеллект, интеллектуальные системы управления.

ЗМИЕВСКАЯ Людмила Леонидовна

Окончила мехмат МГУ (1958) и была направлена в ВЦ Института математики СО АН СССР. Принимала активное участие в создании систем АЛЬФА, БЕТА, АСТРА-3. В настоящее время — ведущий инженер Института систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН.

ИЛЬИН Валерий Павлович. Родился в 1937 г.

Окончил Московский инженерно-физический институт (1960). Доктор физико-математических наук (1977). Заведующий отделом Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН. Профессор НГУ. Ученик Г. И. Марчука. Основные научные интересы — вычислительная алгебра, методы решения уравнений математической физики, прикладное программное обеспечение, распараллеливание алгоритмов.

КАЛЯЕВ Анатолий Васильевич. Родился в 1922 г.

Специалист в области высокопроизводительных вычислительных систем, параллельных нейрокompьютеров и их элементной базы. Окончил Ленинградский политехнический институт в 1950 г. В 1954 г. был направлен в Таганрогский радиотехнический институт, где начал преподавательскую и исследовательскую работу по вычислительной технике. Доктор технических наук (1965), профессор (1966), Герой социалистического труда (1986), академик РАН (2000). С 1968 по 1986 г. — ректор ТРТИ. С 1973 по 1993 г. возглавляет также НИИ многопроцессорных вычислительных систем при ТРТИ.

КАНТОРОВИЧ Всеволод Леонидович. Родился в 1943 г.

Окончил матмех ЛГУ (1965). Кандидат экономических наук (1971). Ведущий научный сотрудник Академии народного хозяйства при правительстве РФ.

КАНТОРОВИЧ Леонид Витальевич (1912–1986)

Окончил Ленинградский университет в 1930 г. Академик (1964). Работал во многих областях математики, особенно в функциональном анализе. Занимался рядом задач прикладной математики и экономики. Был первооткрывателем линейного программирования (1939), Нобелевская премия по экономике (1975). С 1960 по 1970 г. руководил Математико-экономическим отделением Института математики Сибирского отделения АН СССР.

КАПИЦА Сергей Петрович. Родился в 1928 г.

Окончил Московский авиационный институт (1949). Доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Института физических проблем РАН. Зав. кафедрой физики МФТИ (1965–1998). Вице-президент РАЕН. Член Римского клуба и Пагуошского движения ученых. Автор 6 монографий и более 150 научных статей. Основные научные интересы — в области аэродинамики, физики ядра, истории науки и культуры.

КНУТ Дональд Е. Родился в 1938 г.

В 1963 г. получил степень доктора в Калифорнийском технологическом институте и начал преподавать в этом Институте математику. В 1968 г. переходит в Стенфордский университет, где вскоре организует и возглавляет кафедру Computer Science. С 1993 г. — заслуженный профессор в отставке Стенфордского университета. Специалист в области компиляторов, анализа алгоритмов и компьютерной полиграфии. Автор более чем 150 статей и 17 монографий, в том числе — уникальной многотомной энциклопедии «Искусство программирования», посвященной исследованию теории, истории и методов применения алгоритмов. Создатель широко распространенных компиляторов для формирования сложных текстов (TeX) и символов произвольного начертания (Metafont). Лауреат премии Тьюринга (1974), премии Киото (1996) и многих других почетных наград.

КОРОЛЁВ Лев Николаевич. Родился в 1926 г.

Окончил мехмат МГУ (1952). Профессор (1971), член-корр. АН СССР (1981). В 1953 г. поступил на работу в ИТМиВТ АН СССР, где под руководством С. А. Лебедева принимал активное участие в разработке программ для первых отечественных машин БЭСМ. Автор первой отечественной мультипрограммной операционной системы. В настоящее время — зав. кафедрой автоматизации систем вычислительных комплексов факультета ВМиК МГУ.

КРАЙЗМЕР Леонид Павлович (1912–2002)

Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ. Зав. кафедрой вычислительной техники Северо-Западного политехнического института. Руководитель Секции кибернетики им. А. И. Берга Санкт-Петербургского Дома ученых.

КРИНИЦКИЙ Николай Андреевич (1914–1993)

Окончил мехмат МГУ (1939). В 1941–1945 гг. — на фронте. После войны — преподаватель Военной инженерной артиллерийской академии, затем — зам. начальника ГВЦ Госплана СССР. Доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой МИРЭА. Заместитель главного редактора журнала «Программирование». Автор 10 монографий и более 200 научных работ по теории алгоритмов, теории программирования, информационным системам. Ученик и соратник Алексея Андреевича Ляпунова.

КУЗНЕЦОВ Олег Петрович. Родился в 1936 г.

Окончил МГУ — философский (1958) и механико-математический (1966) факультеты. Доктор технических наук, профессор. Заведующий лабораторией Института проблем управления РАН. Академик РАЕН. Ученик М. А. Гаврилова. Область научных интересов — логическое управление, прикладная логика, искусственный интеллект.

КУШНЕР Борис Абрамович. Родился в 1941 г.

Окончил мехмат МГУ (1964). Специалист в области конструктивного анализа. В настоящее время — профессор Питтсбургского университета (США).

ЛАВРОВ Святослав Сергеевич. Родился в 1923 г.

Специалист в области математического обеспечения ЭВМ и прикладной небесной механики. Окончил Ленинградскую военную воздушную академию (1944) и мехмат МГУ (1954). Доктор технических наук (1959), профессор (1963), член-корреспондент АН СССР (1966). Директор Института теоретической астрономии АН СССР (1977–1987), советник при дирекции этого института (с 1988 г. по настоящее время).

ЛЕБЕДЕВ Сергей Алексеевич (1902–1974)

Окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана (1928). Доктор технических наук (1939), профессор (1934). Академик АН СССР (1953). В 1946–1951 гг. — директор Института электротехники АН УССР, с 1950 г. — в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР, в 1953–1973 гг. — его директор. Создатель первой отечественной цифровой вычислительной машины МЭСМ и семейства машин БЭСМ (в том числе — знаменитой БЭСМ-6).

ЛЮБИМСКИЙ Эдуард Зиновьевич. Родился в 1931 г.

Окончил мехмат МГУ (1954). Доктор физико-математических наук (1974). Профессор кафедры системного программирования факультета ВМиК МГУ. Зав. отделом информационного моделирования и управляющих систем Института прикладной математики им. М. В. Келдыша. Специалист в области разработки, программирования и сопровождения сложных программных систем и баз данных.

ЛЯПУНОВ Алексей Андреевич (1911–1973)

Математик, кибернетик, основатель советской кибернетики и программирования. Член-корреспондент АН СССР (1964), заместитель председателя Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» (1959–1973). Лауреат медали «Computer Pioneer» (1996). Один из основных организаторов специального физико-математического образования в СССР. В 1962–1973 гг. работал в Сибирском отделении АН СССР.

МАРКОВА Елена Владимировна

Окончила Всесоюзный заочный политехнический институт (1960). Специалист по планированию многофакторных экспериментов. Доктор технических наук (1971). Автор более 300 научных работ, в том числе 15 монографий, а также ряда статей и монографий научно-биографического характера. С 1961 по 1981 г. работала в Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика»: ученым секретарем секции «Химическая кибернетика», заместителем председателя секции «Математическая теория эксперимента». В настоящее время — главный специалист Российского центра сертификации Госстандарта.

МАРЧУК Александр Гурьевич. Родился в 1951 г.

Окончил Московский физико-технический институт (факультет управления и прикладной математики). Доктор физико-математических наук (1993), профессор, зав. кафедрой программирования Новосибирского государственного университета, директор Института систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН.

МАТРОСОВ Виктор Леонидович. Родился в 1950 г.

Окончил математический факультет МГПИ им. В. И. Ленина в 1972 г., аспирантуру МГПИ — в 1975 г. Доктор физико-математических наук (1985), профессор (1986), академик РАО (1992), член-корреспондент РАН (2000), заслуженный деятель науки РФ (2001). С 1987 г. — ректор МГПУ. С 1980 г. работает в рамках научной школы Ю. И. Журавлёва.

НАЛИМОВ Василий Васильевич (1910–1997)

Математик, химик, философ, один из создателей математической теории эксперимента, наукометрии, вероятностного подхода к описанию внешнего мира. Доктор технических наук (1963), профессор (1965), почетный академик РАЕН (1996). Автор 18 монографий и более 170 статей. Учился на физмате МГУ. В 1936 г. был арестован и обвинен в «антисоветской агитации и активном участии в контрреволюционных анархо-синдикалистских организациях». 18 лет провел в лагерях и ссылках. В 1960 г. реабилитирован «за недоказанностью обвинения». Работал в ВИНТИ АН СССР, ГИРЕДМЕТЕ, Межфакультетской лаборатории статистических методов МГУ. Руководил секциями «Химическая кибернетика» (1961–1971) и «Математическая теория эксперимента» (1971–1979) Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика».

НИГИЯН Семен Александрович. Родился в 1949 г.

Доктор физико-математических наук, профессор. Окончил факультет прикладной математики Ереванского государственного университета (ЕрГУ) в 1971 г. С 1971 по 1974 г. — в аспирантуре у Р. И. Подловченко. Специалист в области теории программирования. В настоящее время является заведующим кафедрой системного программирования факультета информатики и прикладной математики ЕрГУ.

ОСТИАНУ Валентина Михайловна (1928–2003)

Окончила Кишиневский государственный университет (1951). Кандидат технических наук, сотрудник Института проблем управления РАН. Область научных интересов — надежность систем управления, помехоустойчивое кодирование. С 1954 по 1989 г. была ученым секретарем Комиссии по теории дискретных систем Научного совета по кибернетике. Постоянная помощница М. А. Гаврилова в организации школ и семинаров.

ПОДЛОВЧЕНКО Римма Ивановна

Окончила мехмат МГУ (1953). С 1953 по 1956 г. — в аспирантуре МГУ у А. А. Ляпунова. Доктор физико-математических наук, профессор. Специалист в области алгоритмических языков и теоретического программирования. С 1993 г. — ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского вычислительного центра МГУ.

ПОСПЕЛОВ Дмитрий Александрович. Родился в 1932 г.

Окончил мехмат МГУ по специальности «Вычислительная математика». Доктор технических наук, профессор, академик РАЕН. Специалист в области искусственного интеллекта и интеллектуальных систем. Организатор и первый президент Советской (Российской) ассоциации искусственного интеллекта.

ПОТГОСИН Игорь Васильевич (1933–2001)

Окончил физический факультет Томского государственного университета (1955). С 1958 г. — сотрудник Сибирского отделения АН СССР. Доктор физико-математических наук, профессор. Заслуженный деятель науки РФ. Заведовал лабораторией системного программирования Института систем информатики СО РАН, а также — кафедрой программирования Новосибирского

государственного университета. В 1992–1998 гг. — директор Института систем информатики им. А. П. Ершова.

РУДАКОВ Константин Владимирович. Родился в 1954 г.

Окончил Московский физико-технический институт (1978). Доктор физико-математических наук, профессор факультета ВМиК МГУ. Член-корреспондент РАН (1997). Ученик Ю. И. Журавлева. С 1982 года работает в ВЦ РАН, в настоящее время — зав. отделом.

ФЕТ Яков Ильич. Родился в 1930 г.

Окончил радиотехнический факультет Одесского института связи (1952). Доктор технических наук (1992), профессор (1995), сотрудник Сибирского отделения РАН. Область научных интересов — архитектура суперкомпьютеров, искусственный интеллект, история науки. В 60-е годы работал в Институте математики СО АН СССР под руководством Л. В. Канторовича.

ХОРОШЕВСКИЙ Владимир Федорович. Родился в 1946 г.

Окончил Московский инженерно-физический институт (1971). Доктор технических наук (1995). Член-корреспондент РАН (1996). Зав. сектором Вычислительного центра РАН. Специалист по программному обеспечению систем искусственного интеллекта. Область научных интересов — обработка естественного языка, извлечение знаний из текстов, экспертные системы, мультиагентные системы.

ЦЕЙТИН Григорий Самуилович. Родился в 1936 г.

Окончил матмех ЛГУ (1956). Доктор физико-математических наук (1975), профессор. Заведующий лабораторией интеллектуальных систем НИИ математики и механики СПбГУ. Научные интересы — в области математической логики, конструктивной математики, математической лингвистики, теории программирования.

ЧЕРЕМНЫХ Наталья Ариановна

Окончила отделение математической лингвистики гуманитарного факультета НГУ (1969). Работала в КБ системного программирования, Новосибирском филиале ИТМиВТ. В настоящее время — зав. Отделом научно-технической информации Института систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН.

ШУРА-БУРА Михаил Романович. Родился в 1918 г.

Окончил мехмат МГУ (1940). Доктор физико-математических наук (1952), профессор (1954). С 1953 г. заведует отделом автоматизации программирования Института прикладной математики АН СССР (РАН). Заслуженный профессор МГУ (кафедра системного программирования факультета Вычислительной математики и кибернетики). Основные научные интересы: логическое проектирование вычислительных машин, автоматизация программирования, алгоритмические языки.

ЯБЛОНСКИЙ Евгений Всеволодович. Родился в 1929 г.

Окончил Московский авиационный институт (1953). Инженер-механик по вертолётостроению, доктор технических наук. Лауреат государственной премии СССР (1972 г.). Заместитель главного конструктора Московского вертолётного завода им. М. Л. Миля.

