

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ СИСТЕМ ИНФОРМАТИКИ ИМЕНИ А. П. ЕРШОВА

Андрей Петрович Ершов — ученый и человек

Ответственный редактор
доктор физико-математических наук, профессор *А. Г. Марчук*



НОВОСИБИРСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
2006

УДК 007(092)

ББК 32.81

Е 80

Серия «Наука Сибири в лицах»

Основана в 2001 г.

Главный редактор серии академик А. П. Деревянко

Редакторы-составители: к. ф.-м. н. М. А. Бульонков,
к. ф.-м. н. А. А. Бульонкова, Н. А. Черемных, И. А. Крайнева

Андрей Петрович Ершов — ученый и человек / ред.-сост. М. А. Бульонков [и др.];
отв. ред. А. Г. Марчук; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т сист. информатики им.
А. П. Ершова. — Новосибирск: Издательство СО РАН, 2006. — 505 с. — (Наука Сибири
в лицах).

ISBN 5-7692-0819-8

Книга представляет собой сборник материалов, посвященных жизни и деятельности выдающегося ученого, академика Андрея Петровича Ершова.

В истории советской науки Ершов занимает особое место как пионер и лидер отечественного программирования, на становление и развитие которого он оказал значительное и определяющее влияние.

В предлагаемой книге собраны воспоминания коллег, учеников и друзей А. П. Ершова, его статьи, письма и другие архивные материалы, характеризующие его не только как ученого, педагога и общественного деятеля, но и как замечательного человека, жизнь которого была и остается примером служения науке и всему народу.

Книга адресована широкому кругу специалистов в области информатики, студентам, преподавателям и всем, кто интересуется историей отечественной науки.

Andrei Ershov — a Scientist and a Person. — Novosibirsk, SB RAS Publishing, 2006. — 505 p.

The book is a collection of materials and articles devoted to the life and work of an outstanding man of science, Academician Andrei Petrovich Ershov.

Ershov has earned his place in the history of Soviet science as a pioneer and leader of the national programming; his influence on its foundation and development was profound and definitive.

Gathered in this book are numerous memoirs of Ershov's colleagues, friends, and followers, his articles, letters and other archive materials, through which Andrei is shown not only as a scientist, a teacher and a public figure, but as an outstanding person, whose life was and remains a striking example of dedicating one's life to science and to the whole nation.

The book is addressed to a wide range of readers, from specialists in informatics to students and teachers to anyone interested in the history of national science.

Утверждено к печати Ученым советом
Института систем информатики имени А. П. Ершова СО РАН

© М. А. Бульонков, А. А. Бульонкова
Н. А. Черемных, И. А. Крайнева составление, 2006

© Институт систем информатики
имени А. П. Ершова СО РАН, 2006

ISBN 5-7692-0819-8

Предисловие редактора

Книга, предлагаемая широкому кругу читателей, посвящена одному из пионеров и основателей информатики и программирования в нашей стране Андрею Петровичу Ершову. Собранные материалы не только характеризуют Ершова как крупного ученого, талантливого организатора и блестящего оратора и полемиста, но и дают пищу для пытливого ума оценками, прогнозами, формулированием научных задач, актуальными и через много лет, когда информатика давно уже выросла в солидное научное направление.

Первый раздел называется «Четверть века в борьбе за информатику». Здесь собраны характерные документы, в основном — тексты выступлений А. П. Ершова на различных научных мероприятиях, отзывы на книги, диссертации и др.

Великолепная публицистическая статья «Альфа-рождение», опубликованная в 1964 году в газете «За науку в Сибири», являет собой популярное изложение завершенной работы по Альфа-транслятору, написанное в стиле «successful story». Прекрасная работа, популяризирующая науку и технику!

Ершова всегда интересовала проблема взаимодействия человека с машиной. Особую роль он отводил общению на естественном языке. Статья в «Комсомольской правде» «ЭВМ за партой» обсуждает этот вопрос в 1965 году, когда еще даже на алгоритмических языках общение с компьютером было в новинку.

В 1970 году Андрей Петрович готовит справку «О потребностях и обеспеченности по кадрам программистов для ЭВМ на 1970—1975 гг.». Со свойственным ему научным подходом, он делает оценку по необходимому увеличению выпуска студентов-программистов, исходя из четкой логики и простых соотношений. В большинстве документов легко просматривается государственный подход, свойственный Ершову как крупному научному и общественному деятелю. Записка для Председателя СО АН СССР академика Г. И. Марчука по просьбе председателя Межведомственной научно-технической комиссии по математическому обеспечению ЭВМ академика А. А. Дородницына, написанная в 1976 году, начинается сразу с основного тезиса: «Академия наук может внести свой вклад в преодоление отставания в области вычислительной техники только исполнением своего основного долга...». Далее четко ставятся задачи, решение которых необходимо ор-

ганизовать в Академии наук, и формулируются предложения. Как и во многих других документах, мысли А. П. Ершова сохраняют ценность и в наши дни. Аналогичная записка, но уже с межведомственной позиции, подготовлена для выступления на заседании одного из координационных комитетов и датируется 1982 годом. Оставаясь в рамках заданной темы «Цели и задачи развития ПО до 2005 года», Андрей Петрович разносторонне анализирует проблему, выдвигает для решения качественные и количественные задачи. Любопытно с сегодняшних позиций взглянуть на этот список – часть проблем была решена, часть не решена до сих пор, но их актуальность сохраняется, хотя и трансформировалась в несколько иные формулировки.

Представление о широкой международной деятельности Ершова дает выступление на панельной дискуссии Конгресса ИФИП-74 «Программирование в 1980-х годах». В нем рассматриваются наиболее существенные моменты развития науки, такие как проблемы интерфейса, перетекание центра тяжести в информационных системах от программ к данным, появление новых технологий и архитектурных стилей, вопросы образования. До сих пор выглядит актуальным и существенным тезис Ершова: «Сохранить университетский характер вычислительного образования».

В позиционном выступлении «Многообразие в вычислительной науке» на панельной дискуссии, состоявшейся на Международной конференции по математическим основам информатики в 1977 г., Андрей Петрович анализирует информатику как науку и ее связь с математикой.

В 1973 году Ершов написал доклад «Памяти Алексея Андреевича Ляпунова», с которым выступил на мемориальном заседании Сибирского математического общества. Это яркая статья о творчестве Ляпунова и его вкладе в становление программирования, написанная его учеником.

В далеком 1983 году Андрей Петрович дал интервью корреспонденту АПН «Возродить гармонию человека и природы». Корреспондент задавал, в основном, вопросы по теме «Мир 2000 года», поэтому мы имеем возможность оценить прогнозы и оценки, сделанные Программистом и Гражданином. Прогнозы не только по информатике, но и по развитию науки, геополитической ситуации, тому, что в дальнейшем было названо «устойчивым развитием».

В интервью, данном американским журналистам, в общих чертах обрисовывается ситуация с обеспеченностью компьютерами про-

мышленности и школ, а также с советской вычислительной техникой вообще.

В книге приведено несколько отзывов Ершова на диссертации своих более молодых научных коллег: В. М. Брябрина, Г. А. Звенигородского, Г. Д. Чинина, Д. Я. Левина, Н. В. Кулькова, Ю. Л. Вишневого и др. Обычно отзыв официального оппонента — довольно скучный документ весьма утилитарной природы. Но не в характере Андрея Петровича было писать казенным языком ритуальные фразы. Каждый из отзывов — это небольшая научная работа с исследованием предмета диссертации, наиболее интересных находок диссертанта, со щедро разбросанным множеством своих мыслей по этому поводу, с глубокой оценкой диссертанта как творческой личности.

Стоит отметить, что хотя и редко, но Андрей Петрович оппонировал диссертациям по смежным специальностям. Отзывы на докторские диссертации Е. В. Падучевой (филологические науки) и И. С. Ладенко (философские науки) могут рассматриваться как постановки задач для целых научных направлений в неосвоенных пограничных областях.

Отзывы и рецензии на книги тоже написаны Ершовым как научные эссе. Достаточно упомянуть рецензию на книгу Ю. И. Манина, метафорически озаглавленную «Как математика познает самое себя». В отзыве на учебное пособие Э. З. Любимского, В. В. Мартынюка и Н. П. Трифонова, кроме общей оценки рецензируемого учебника и частных замечаний, Ершов в сжатой форме представляет свое видение базового курса по программированию, видение, с которым полезно было бы сверять свои учебники и нынешним авторам.

Второй раздел книги, «Научное наследие», содержит некоторые работы академика Ершова, а также статьи коллег и учеников, тематически с ними связанные или посвященные его роли в становлении информатики.

В третьем разделе о Ершове вспоминают его коллеги и друзья. Воспоминания Ю. А. Первина, Г. В. Курляндчик, А. Ф. Рара, В. А. Евстигнеева, В. П. Ильина, М. Миякавы, А. Шеня и других написаны специально для этой книги. Кроме того, перепечатываются заметки В. Е. Котова, А. С. Нариньяни, В. Л. Каткова, Э. Х. Тыгу, Дж. Маккарти, Д. Бьорнера, Э. Дейкстры, Д. Кнута, Ч. А. Р. Хоара, Дж. Шварца, ранее опубликованные в журнале «Программирование», № 1, 1990 г.

А. В. Замулин вспоминает о роли А. П. Ершова в организации Международного colloquium по частичным и смешанным вычислениям, который состоялся в 1987 г. в Дании. Он рассказывает о том, ка-

кие трудности приходилось преодолевать в установлении международных контактов и сотрудничества по важному научному направлению. Документы из архива насыщают деталями эту впечатляющую историю об одном эпизоде научной и научно-организационной деятельности А. П. Ершова. Смело можно утверждать, что такой «детективный» характер развития событий являлся не исключением, а правилом. Достижение сильного научно-политического результата всегда сопровождалось преодолением огромного количества запланированных и спорадически возникающих трудностей.

С удовольствием читается раздел «От первого лица». Здесь приведены личные документы Андрея Петровича, дневниковые записи, биографические заметки, стихи.

Уникальные материалы размещены в разделе «Листая страницы архива». Дело в том, что А. П. Ершов, как очень систематичный человек, сохранял все свои деловые бумаги в архиве. Ныне этот архив хранится в институте имени А. П. Ершова и доступен для исследователей. Более того, его электронная копия, оформленная по современным требованиям, сопровождаемая богатой фактографической базой данных, «выставлена» в Интернет и доступна всем желающим. Работа с архивом позволяет нам найти документы, наиболее точно передающие то или иное событие, сохраняющие стиль и дух эпохи, раскрывающие комплексные события во многих деталях.

К 50-летию юбилею Ершов получил массу поздравлений, часть из них воспроизводится в книге. Особый интерес вызывают приписки к поздравительным текстам, сделанные рукой Ершова и предназначенные родным и близким. Так, например, комментарий к поздравлению от коллег из ИПМ — это мудрый взгляд на пройденный путь: «Это мои многолетние партнеры по профессии — с 1952 года... Мы долго соревновались, а сейчас уже лет 15 работаем вместе. Переход от соревнования к сотрудничеству с Институтом прикладной математики — моя самая большая моральная победа в жизни. Ее роль я по настоящему оценил только с годами».

Почти «детективная» история встает за страницами, посвященными первой поездке Ершова в США в 1965 году. Тогда еще не обремененный званиями Андрей Петрович был послан в служебную командировку в США, где участвовал в работе Конгрессе ИФИП, выступал на нескольких семинарах и посетил ряд американских научных организаций. Из этой командировки он привез множество научных материалов, включая отчеты по передовым исследованиям, ее результатом стали тесные контакты с коллегами, продлившиеся многие го-

ды. Отчет Ершова «Вычислительное дело в США» оказал большое влияние на многих исследователей и (надеюсь) чиновников.

Неприятности «свалились» позже: появилась статья в американском бюллетене «Electronic News», в которой излишне ретивый корреспондент некорректно передал смысл публичного выступления Андрея Петровича, а некоторые из наших излишне ретивых «блустителей» сочли, что оно порочит советскую науку и технику. Результатом явилось письмо президента Академии наук СССР Мстислава Всеволодовича Келдыша, которое, к сожалению, нам не удалось найти в архивах СО РАН или РАН. Впрочем, для оценки ситуации достаточно и тех документов, которые приведены в книге, в частности, это сама статья Р. Хенкеля и ответ Ершова на письмо М. В. Келдыша. Сегодня эта статья вызывает только грустную улыбку, но тогда дело было в высшей мере серьезно. Как я понимаю, Ершову грозило стать «невъездным» и на долгие годы утратить непосредственные контакты с зарубежными коллегами. Наука от этого потеряла бы очень много... Андрей Петрович с хирургической точностью формулирует свой ответ президенту, а значит, и тем инстанциям, которые в это разбирательство были вовлечены. Отточено все — и перечень вопросов, по которым даются разъяснения, и детальнейший разбор статьи (по абзацам), и, наконец, предложения, которые заведующий отделом, пользуясь «случаем», направляет президенту Академии наук. Нам трудно судить, кто хотел «покончить» с Ершовым и кто или что его спасло. Но документально доказано, что Андрей Петрович был человеком, бойцом с государственным видением, обладавшим не только высочайшим интеллектом, но и настоящей культурой и знанием психологии.

Вызывает теплую улыбку благодарственное письмо своему коллективу за проведенное празднование Нового года. Сначала текст выглядит как объяснительная записка за «содеянное», но дальше следует живое, юмористическое описание той атмосферы, которая была характерна для «капустников» 70-х.

Жизнь Андрея Петровича Ершова — образец служения Отечеству, Делу и своей Миссии. Андрей Петрович рано осознал свое предназначение и с честью ему следовал. К сожалению, он слишком рано завершил свой жизненный путь, но память о нем сохраняется.

Директор Института систем информатики
имени А. П. Ершова СО РАН,
д. ф.-м. н.

А. Г. Марчук

Академик А. П. Ершов — пионер и лидер отечественного программирования*

И. В. Поттосин

Андрей Петрович Ершов, выдающийся программист и математик, лидер советского программирования, родился 19 апреля 1931 г. в Москве. Происходил он из семьи потомственных интеллигентов. Отец был инженером-химиком, мать — библиотекарем. В его роду — типичном роду русской демократической интеллигенции — были военный врач, профессор-химик, академик — специалист по истории Византии, революционеры и партийные работники первых лет советской власти.

С 1943 г. родители А. П. Ершова живут в Сибири, в Кемерово, где в 1949 г. он закончил среднюю школу с золотой медалью. В том же году он поступает на физико-технический факультет Московского университета, собираясь стать физиком. Однако из-за нелепых запретов, которыми была полна сталинская эпоха, учиться на физика ему не дали, но разрешили перевестись на другой факультет, и в июне 1950 года Ершов становится студентом механико-математического факультета МГУ. Так совпало, что в этом же году появился макет первой советской ЭВМ МЭСМ (малая электронная счетная машина), а годом раньше в МГУ открылась кафедра вычислительной математики, руководимая академиком С. Л. Соболевым. По словам Е. А. Жоголева, однокашника и друга, «приложившего руку» к ориентации Ершова на программирование, именно интерес Ершова к физическому устройству ЭВМ и привел его на новую кафедру — единственную на мехмате, где такое устройство изучалось. Но по-настоящему он увлекся программированием на последних курсах под влиянием молодого профессора А. А. Ляпунова, читавшего основы программирования для электронных вычислительных машин. А в 1953 г., еще студентом, Ершов начал работать в Институте точной механики и вычислительной техники — организации, в которой складывался один из первых советских программистских коллективов.

* Одно из последних публичных выступлений Игоря Васильевича Поттосина (1933—2001), ближайшего соратника, ученика и друга А. П. Ершова. И. В. Поттосин прочел этот доклад на Мемориальном заседании, посвященном 70-летию А. П. Ершова, во время 4-й Международной конференции «Перспективы систем информатики» летом 2001 г. в Академгородке.

Таков был его, не совсем добровольный, путь к программированию. Выбор сферы деятельности оказался счастливым как для Ершова, так и для программирования. Действительно, А. П. Ершов был многообразно талантлив, и не вызывает сомнения, что он достиг бы значительных успехов в любой другой области, в частности, в физике, которую он первоначально выбрал. Однако именно в такой зарождающейся науке, как программирование, удивительно к месту пришлось его умение нетрадиционно мыслить, находить ясные основы интуитивно складывающегося знания, видеть перспективные точки роста. Другая, более определившаяся научная дисциплина, наверное, дала бы ему меньшие возможности приложения своего интеллектуального потенциала — и в этом было счастье его выбора. Но, с другой стороны, и программирование в то время, как никакая другая научная дисциплина, нуждалось в ученых с характером первооткрывателей — подобных А. П. Ершову — для формирования из разнородной практики начального научного и методического фундамента. Деятельность Ершова оказалась очень созвучной этим нуждам программирования. Ему приходилось быть не только исследователем, но и агитатором, и защитником, и организатором — этого требовало от него новое научное направление, нуждающееся в самоидентификации.

В 1954 г. А. П. Ершов закончил университет — это был первый в советских вузах массовый выпуск по специальности «программирование». С 1954 по 1957 г. он аспирант А. А. Ляпунова в Московском университете. Его первой статьей была опубликованная в 1955 году в Докладах Академии наук работа «Об одном методе обращения матриц», но Ершов не был бы программистом, если бы он сам не написал стандартную программу для БЭСМ, реализующую этот новый, предложенный им метод. Кандидатскую диссертацию, посвященную понятию операторного алгорифма, Ершов подготовил к 1958 г., однако в связи с настроженным отношением «чистых» математиков к новой науке защитить ее ему удастся только в 1962 г. Докторская диссертация по методам построения трансляторов защищается им в 1968 г. В 1970 г. он становится членом-корреспондентом, а в 1984 г. — академиком АН СССР.

Такое быстрое продвижение связано с тем, что уже в конце 50-х годов Ершов становится одним из ведущих советских программистов — не только благодаря своим собственным блестящим научным результатам, но и как руководитель плодотворно работающих программистских коллективов. В 1957 г. он становится заведующим отделом автоматизации программирования в только что организованном

Вычислительном центре АН СССР. В связи с созданием Сибирского отделения АН СССР по приглашению директора Института математики СО АН академика С. Л. Соболева он принимает на себя обязанности организатора и фактического руководителя отдела программирования этого института, продолжая работу в Москве.

В 1960 г. Ершов окончательно переезжает в Сибирь, возглавляемый им отдел программирования сначала входит в состав Института математики, а затем переходит в Вычислительный центр СО АН, созданный Г. И. Марчуком в 1964 году.

Сибирское отделение привлекало молодых активных ученых большими возможностями организации новых масштабных исследований, и Ершов был одним из тех, кто в конце 50-х и начале 60-х годов вместе с академиками-основателями создавал институты нового научного центра. Благодаря Ершову Академгородок становится одним из ведущих программистских центров. Он создал известную новосибирскую школу системного и теоретического программирования, исследования которой складывались из работ его учеников и последователей в различных новосибирских институтах. Сам Ершов, будучи только заведующим отделом и отделением Вычислительного центра, стал идейным руководителем и неформальным главой большого и активно работающего содружества новосибирских программистов.

Велико влияние Ершова и на развитие программистской науки и практики в стране в целом. Это влияние далеко не ограничивалось тем, что он был главой одной из ведущих советских научных школ, или его большим личным научным вкладом. С конца 60-х годов он становится в центре программистской жизни в СССР. Он был одним из основных организаторов первых национальных конференций по программированию, большого числа национальных конференций, семинаров и школ по различным проблемам системного и теоретического программирования, членом редколлегии основных советских программистских журналов, редактором (с момента его образования) журнала «Микропроцессорные средства и системы», председателем ряда национальных комиссий и рабочих групп. В 1987 г. он становится председателем Совета по кибернетике, который координирует все отечественные академические исследования по информатике и программированию.

Вообще, понимая, как важна научно-организационная работа в период становления новых научных направлений, А. П. Ершов уделял ей много внимания, и не только в национальном масштабе. Он активно участвовал в работе Международной федерации по обработке

информации (IFIP) — был членом ряда комитетов и рабочих групп IFIP, активным участником ряда конгрессов, в том числе вице-председателем программного комитета IFIP-68, приглашенным докладчиком IFIP-71, организатором рабочих конференций IFIP. В 1980 г. за свою деятельность в IFIP он был награжден знаком отличия «Серебряный сердечник» (Silver Core). Он входил в состав редколлегий таких международных изданий как «Information Processing Letters», «Theoretical Computer Science» и др. Его международные творческие и дружеские связи были обширны. Он выступал с приглашенными докладами в Европе, Японии и США. С 1965 г. он — член Ассоциации по вычислительной технике США (ACM), в 1974 г. стал почетным членом Британского вычислительного общества (BCS). В последние годы жизни А. П. Ершов уделяет много внимания информатике образования.

А. П. Ершов выступал как признанный авторитет и вдумчивый эксперт многих советских программных проектов — они задумывались и выполнялись под его влиянием. Будучи внимательным и заботливым учителем, он уделял много времени подготовке программистских кадров. Среди его учеников — большое число кандидатов наук и несколько докторов наук в различных городах Советского Союза. Собственно преподавательскую работу он начал в 1958 г. — сначала в Московском, затем в Новосибирском университете, в котором он был профессором. В Новосибирском университете он был организатором и бессменным руководителем коллектива, ведущего подготовку студентов и аспирантов в области системного и теоретического программирования.

Огромная научная, организационная и педагогическая деятельность Ершова была признана в стране. Он награжден несколькими орденами Советского Союза. В 1983 г. за теоретические работы по смешанным вычислениям ему была присуждена премия имени академика Крылова — главная премия Академии наук СССР за фундаментальные работы по прикладной математике. За все время существования этой премии А. П. Ершов был единственным программистом, получившим ее. В 1985 г. за значительный вклад в развитие методики создания больших программных систем он был награжден премией Совета Министров СССР, присуждаемой за работы, имеющие большое прикладное значение.

А. П. Ершов — один из тех ведущих мировых ученых, благодаря деятельности которых выделились и оформились такие научные направления, как теоретическое и системное программирование. Его творческое наследие обширно, оно включает более 200 книг, статей,

препринтов, не считая большого числа газетных и журнальных публикаций, обращенных к широкому кругу читателей, отзывов на диссертации, предисловий редактора к многочисленным монографиям и сборникам работ по программированию и информатике. Все это написано с литературным блеском, любой текст Ершова отличается четкостью формулировок и великолепной манерой изложения, в нем читатель найдет множество ценных идей, суждений, оценок, интересных и профессионалам, и тем, чья область деятельности только соприкасается с информатикой, и тем, кто достаточно далек от нее.

А. П. Ершов был одним из пионеров советского программирования, и поэтому естественно, что становление и развитие его научных интересов в большой степени соответствует этапам становления и развития этой науки у нас и за рубежом. Одной из важных заслуг Ершова является то, что он умел оценить текущее состояние науки и практики и наметить те реальные точки роста и перспективы исследований, которые будут определять развитие программирования.

Первой такой областью были языки и системы программирования, и в ней, начиная со своих ранних работ, Ершов занимает ведущие позиции. Он входил в число разработчиков Программирующей программы для БЭСМ — одного из первых отечественных трансляторов. Достаточно вспомнить, что он первым (во всяком случае — впервые в отечественном программировании) предложил такую языковую конструкцию как цикл и такой метод как функция расстановки (хэш-функция). В 1958 г. он опубликовал первую в мировой практике монографию по трансляции, ставшую широко известной и переведенную в дальнейшем на английский и китайский языки. Опыт и идеи задуманных и руководимых Ершовым проектов — первого оптимизирующего транслятора Альфа с языков типа АЛГОЛ, первого кросс-транслятора АЛГИБР, транслятора АЛЬФА-6 для ЭВМ БЭСМ-6, многоязыковой транслирующей системы БЕТА — стали составной частью современного фундамента трансляции.

Особое место в работах Ершова занимает проект АИСТ. Начальный его этап — АИСТ-0 — представлял собой одну из первых отечественных мультипроцессорных систем для ЭВМ М-20, снабженную богатым программным обеспечением, реализующим различные режимы обслуживания — от пакетного до разделения времени. К сожалению, эта несомненно новаторская и оригинальная работа была прекращена в связи с принятием (по-видимому, ошибочной) национальной программы развития Единой системы (ЕС) ЭВМ, клона серии ЭВМ ИВМ/360. Эдсгер Дейкстра как-то не без сарказма заметил по этому

поводу: «Тот факт, что Советский Союз перешел на архитектуру IBM, можно считать наиболее убедительной победой Запада в холодной войне».

Первому поколению программистов принадлежит честь создания понятийного аппарата, фундаментального базиса новой научной дисциплины. Они находились в положении первооткрывателей, исследователей мира, который, по выражению Киплинга, «был совсем новенький». Новые понятия и методы рождались из осмысления их собственного опыта. Ершов с его прекрасной математической школой и опытом руководства несколькими принципиально новыми проектами внес значительный вклад в формирование понятийного базиса новой дисциплины. Ряд фундаментальных терминов русского программистского языка, в их числе — «информатика», «программное обеспечение», «технология программирования» — был предложен Ершовым. Но дело, конечно, не только в придумывании термина, за этим стояла серьезная методологическая работа.

Наиболее показательной можно считать историю русского термина «информатика», инициатива применения которого в нашей стране принадлежит Ершову. Термин этот возник в 60-х годах в ряде европейских стран (Informatik — в Германии, informatique — во Франции и т. д.) для обозначения области деятельности, связанной с автоматизированной обработкой информации с помощью электронных вычислительных машин. В англоязычных странах ему соответствует computer science. Со временем, осмыслив накопленный, специфический для новой научной дисциплины багаж, Ершов делает решительный шаг и дает термину «информатика» более широкое толкование, чем традиционно вкладывалось в его английский эквивалент. В работе 1984 г. «О предмете информатики», опубликованной в «Вестнике АН СССР»¹, Ершов очерчивает контуры новой науки, ее смысл и предмет изучения. В его формулировке «информатика — это наука, изучающая закономерности и методы накопления, передачи и обработки информации на основе ЭВМ».

Ершов также ввел в обиход термин «технология программирования», что сыграло не менее значительную роль. Программисты первого поколения привыкли к тому, что создание программ есть высокоинтеллектуальный труд сродни исследовательскому. В чем-то они были правы, поначалу так и было. Ершов первым (во всяком случае, из отечественных программистов) увидел другую ипостась программи-

¹ Вестн. АН СССР. — 1984. — № 2. — С. 112–113.

рования — не исследовательскую, а производственную — как основу новой отрасли промышленности, занятой производством программного обеспечения. Стремление Ершова провести аналогию между созданием программного обеспечения и промышленным производством, ввести дисциплину, организацию, инструментирование в такой, казалось бы, нерегламентируемый творческий процесс, как программирование, встречало у многих наших коллег конца 60-х годов активное сопротивление и даже резкий протест. Отстаивая свою позицию, он иногда сознательно обострял ее — говорил о «дегероизации трансляции» в том смысле, что создание «хороших» трансляторов с известных языков пусть и сложная, но конструкторская, а не исследовательская задача, ввел термин «фабрика трансляторов». Закрепление термина «технология» в применении к программированию отражает верность такой позиции, но то, что сейчас кажется тривиальным утверждением, Ершову приходилось отстаивать в жарких спорах и дискуссиях.

Становление новой научной дисциплины невозможно без осознания ее специфики в ряду других научных дисциплин. Тем более это важно для программирования, которое за сравнительно короткое время стало одной из самых массовых интеллектуальных профессий. Громадной заслугой Ершова является то, что в своих работах он выявил и прояснил ряд существенных черт, свойственных программированию как науке и человеческой деятельности.

Замечания и суждения Ершова по этому поводу разбросаны во многих его работах, но есть несколько широко известных его статей, многократно переведенных и изданных, которые целиком посвящены не научным или техническим проблемам программирования, а чисто, если можно так выразиться, профессиональным аспектам — что есть программирование как наука и деятельность, что есть программист как специалист специфического интеллектуального труда. Это такие работы, как «О человеческом и эстетическом факторах в программировании»², «Два облика программирования»³, «Программирование — вторая грамотность»⁴.

Перу Ершова принадлежит великолепная и в чем-то уникальная книга — «Введение в теоретическое программирование (беседы о методе)». Особая значимость этой книги в том, что там ясно показывается, как на основе рассмотрения практических проблем возникают тео-

² А. П. Ершов. Избранные труды. — Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1994. — С. 41–48.

³ Там же. С. 309–313.

⁴ Настоящий том. С. 82.

ретические модели и как эти модели позволяют решать практические задачи. Книга издана в 1977 году, а программистские монографии, как мы хорошо знаем, быстро стареют. Но эта монография вне общего правила: в 1990-е годы вышел ее английский перевод.

Ершов уделял большое внимание проблемам обучения программированию. Впервые свою развернутую точку зрения по этим проблемам он изложил в выступлении на Международной конференции по надежности программного обеспечения (1975 г.). Он предложил план подготовки системных программистов в вузах, которая сочетала бы фундаментальную подготовку, глубокое изучение профессиональных курсов и реальное участие в программистских проектах. Этот продуманный план предполагал последовательность изложения содержательных — математических — языковых — технологических — системно-организационных основ программирования, непосредственно основанную на реальном опыте Ершова — профессора Новосибирского университета. Он поставил и первые годы сам читал общий курс программирования на механико-математическом факультете НГУ, руководил организацией обучения специалистов по системному и теоретическому программированию.

В дальнейшем Ершов обратился к проблеме преподавания программирования и, более широко, информатики в средней школе. Осознав принципиальную важность обучения информатике, Ершов в последние десять лет своей жизни отдал этому делу и львиную долю своей энергии, и то, что называют жаром души. Ершов был одним из создателей школьной информатики, ее признанным лидером и одним из ведущих мировых специалистов. В работе, написанной вместе с Г. А. Звенигородским и Ю. А. Первиным, «Школьная информатика. Концепции, состояние, перспективы»⁵ он определил развитие этого направления вплоть до наших дней. Ершов был одним из авторов и редакторов первого школьного курса информатики, а также методического пособия для учителей, прилагавшегося к этому курсу. Незадолго до его смерти появился новый учебник по информатике, одним из авторов и редактором которого он являлся. Он создавал телевизионный курс по этому предмету, руководил разработкой школьных систем программирования и школьного программного обеспечения

⁵ ЭВМ в школе: Опыт формулирования национальной программы// INFO 84. Plenarvortrage. — Dresden: Zentrum für Rechentechnik, 1984. — S. 53–63. — (Совм. с Г. А. Звенигородским, Ю. А. Первиным, Н. А. Юнерман).

вообще, вел большую организационную и экспертную работу. Здесь, как и во многом другом, проявились его активная жизненная позиция, высокое чувство гражданской и общечеловеческой ответственности. Преодолевая множество помех и затруднений, часто мелочных и изматывающих, ведя пропагандистскую, воспитательную, организаторскую работу, выступая в самых неожиданных, но требуемых обстоятельствами амплуа, Ершов отдал становлению школьной информатики много времени и сил.

Научные направления деятельности Ершова многообразны. В принципе это свойственно многим программистам 50-х и начала 60-х годов — можно назвать немало советских и зарубежных программистов, которым принадлежат хорошие результаты в трех — четырех различных научных направлениях. Такой характер деятельности естествен для ученых, стоящих у истоков новой научной дисциплины (и, к сожалению, мало доступен тем, кто вступает в уже сложившуюся науку с широким спектром устоявшихся направлений). Но даже на фоне первых программистов Ершов выделяется поистине «ломоносовской» широтой своих интересов и многообразием полученных результатов. Безо всяких преувеличений можно назвать Андрея Петровича Ершова и пионером, и лидером отечественного программирования. И если первое во многом определено временем, то второе — его собственными заслугами, величиной и значительностью его личности.

ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА В БОРЬБЕ ЗА ИНФОРМАТИКУ

Работы А. П. Ершова, собранные в этом разделе, можно условно отнести к жанру «научной публицистики». Помимо статей в газеты и интервью здесь представлены наиболее интересные отзывы на диссертации, рецензии на книги и т. д.

«Альфа-рождение», или как создавалась система автоматического программирования *

В отчете о научной деятельности Вычислительного центра Сибирского отделения за 1964 г. есть небольшой абзац:

«Наиболее существенным результатом по системе АЛЬФА является обеспечение производственной эксплуатации системы в Вычислительном центре СО АН СССР. В течение 1964 года составлено с помощью АЛЬФА-транслятора свыше 300 различных программ для 25 институтов СО АН СССР и других организаций... Проведенные исследования показали высокое качество автоматического программирования, приближающееся к качеству ручного программирования. Такие показатели для систем автоматического программирования с языков типа АЛГОЛ получены в практике программирования впервые. Применение системы АЛЬФА по сравнению с другими системами автоматизации программирования по крайней мере вдвое сберегает машинное время на решение того же количества задач».

В этом лаконичном тексте заключен итог более чем пятилетней упорной работы большой группы сотрудников Вычислительного центра по созданию такой системы автоматического программирования, которая могла бы состязаться в искусстве составления программ с математиками-программистами, составляющими сейчас наиболее многочисленную категорию людей, связанных с вычислительными машинами.

Начало работы над системой относится к концу 1959 г., когда автор этой статьи выступил на Всесоюзной конференции по вычислительной математике с докладом на тему «Какой должна быть следующая программирую-

* Рукописный текст с пометкой «Статья в газету «За науку в Сибири» об α -трансляторе. Написана 17.12.1964 между Загорском и Буем. Кончена 31.12.1964». Архив, папка 90, листы 184 – 203. Опубликовано 18.01.1965 г.

щая программа?». В этом докладе излагались некоторые основные идеи о построении программирующей программы с высоким качеством работы, базирующейся на богатом входном языке, не зависящем от особенностей конкретных машин, удобном для формулирования задач вычислительной математики. Этот доклад вызвал оживленную дискуссию, но в целом реакция слушателей была благожелательной, и она воодушевила нашу группу, тогда еще весьма многочисленную, на дальнейшую работу.

Первым этапом была разработка входного языка системы. Она состояла в тщательном анализе, отборе и формализации изобразительных средств языка вычислительной математики. К началу 1960 г. язык был вчерне разработан. Хотя мы в то время еще все работали в Москве, но чувствовали себя сибиряками, и поэтому новый язык получил название «Сибирского».

Тем временем в печати появилось описание нового универсального языка программирования АЛГОЛ 60. Этот язык был разработан группой ученых из нескольких стран и предлагался в качестве международного стандарта. Сравнение его с Сибирским языком обнаружило поразительное совпадение главных идей, положенных в основу языков, хотя имелись существенные различия в стилистике. После детального изучения АЛГОЛа было решено поддержать международное начинание. Летом 1960 г. Ю. М. Волошин⁶ и Г. И. Кожухин⁷ проделали кропотливую работу по приспособлению стилистики Сибирского языка к АЛГОЛу 60. В результате Сибирский язык утратил свой «национальный» колорит, превратившись просто в некоторое расширение АЛГОЛа под скромным названием «Входной язык».

Завершение работы над Входным языком позволило перейти к построению самой программирующей программы. В декабре 1960 г. Г. И. Кожухин выступил на рабочей конференции по АЛГОЛу с предварительным сообщением о проекте программирующей программы. Это сообщение продемонстрировало не только наличие серьезных идей в отношении построения системы, но также и нашу неопытность и неоправданный оптимизм: в докладе утверждалось, что вся система будет насчитывать не более 15 000 команд и будет закончена к концу 1962 г.

К началу 1961 г. отдел программирования полностью перебрався в Новосибирск. Перед началом массовой работы был составлен подробный проблемный план, который позволил распределить задания между разработчиками без боязни, что что-нибудь существенное будет упущено. В течение 1961 г. были получены основные научные результаты: И. В. Поттосин разработал алгоритмы качественного программирования циклов и нашел оригина-

⁶ Юлий Михайлович Волошин (1935–1991) — м. н. с. отдела программирования ИМ СО АН СССР. (Здесь и далее, кроме специально оговоренных случаев, — примечания составителей. Сведения о персоналиях, как правило, приводятся на момент написания документа или на время описываемых событий.)

⁷ Геннадий Исакович Кожухин (1932–1972) — м. н. с. отдела программирования ИМ СО АН СССР, ВЦ СО АН СССР, с 1970 г. заведующий отделом КБСП Минрадиопрома СССР (Новосибирск).

нальный метод усовершенствованной экономии команд; Р. Д. Мишквич⁸ и Л. К. Трохан⁹ разработали алгоритмы глобальной экономии памяти; Б. А. Загацкий¹⁰ создал методику эффективного программирования процедур на основе их предварительного анализа; Г. И. Кожухиным был найден изящный способ динамического распределения памяти; Ю. М. Волошин ввел во Входной язык комплексные числа и разработал методику операций над многомерными величинами.

Для того чтобы склотить результаты разрозненных научных исследований в единую систему, в конце 1961 года был предпринят «мозговой штурм». Он состоял в серии почти непрерывных заседаний, длившихся два месяца, во время которых в жарких спорах, сменах энтузиазма и разочарований создавалась и крепла равнодействующая разработанных алгоритмов программирования. Каждое решение записывалось в свято сберегавшуюся амбарную книгу, получившую название «Галмуд».

Наконец, удалось определить общую структуру системы, расчленив ее на блоки и выработать единообразный способ описания работы блоков. Мы занимались не только серьезными вещами и не пожалели времени на поиски более подходящего имени для нашего детища, сменив громыхающее название «программирующая программа Института математики СО АН СССР» на звучное и несколько таинственное «АЛЬФА-транслятор».

С переходом в начале 1962 г. к составлению схем блоков и программирования АЛЬФА-транслятора объем работы резко возрос. К группе присоединился ряд новых сотрудников. М. М. Бежанова¹¹ разработала блоки чистки циклов и обработки индексов. Л. Л. Змиевская¹² построила алгоритмы экономии констант и заключительной компоновки окончательной продукции транслятора — рабочей программы. Каждая четвертая команда АЛЬФА-транслятора была написана С. К. Кожухиной¹³, Г. И. Бабецкий¹⁴ разработал методику построения транслятором машинных команд и взял на себя программирование блока первичной обработки описаний.

По мере программирования АЛЬФА-транслятора наш оптимизм менялся обратно пропорционально объему проделанной работы. Длина транс-

⁸ Раиса Давидовна Мишквич (р. 1935) — м. н. с. отдела программирования ИМ СО АН СССР.

⁹ Людмила Кузьминична Трохан (1935—1993) — м. н. с. отдела программирования ИМ СО АН СССР.

¹⁰ Бернанд Анатольевич Загацкий (р. 1937) — м. н. с. отдела программирования ИМ СО АН СССР.

¹¹ Майя Михайловна Бежанова (1936—2001) — инженер отдела программирования ИМ СО АН СССР.

¹² Людмила Леонидовна Змиевская (р. 1936) — м. н. с. отдела программирования ИМ СО АН СССР.

¹³ Светлана Константиновна Кожухина (р. 1935) — м. н. с. ИМ СО АН СССР, ВЦ СО АН СССР, старший инженер КБСП Минрадиопрома СССР.

¹⁴ Геннадий Иванович Бабецкий (р. 1941) — лаборант отдела программирования ИМ СО АН СССР.

лятора перевалила за 30 тысяч команд, а конца еще не было видно. Мы намеревались ознаменовать открытие Академгородка в ноябре 1962 г. запуском АЛЬФА-транслятора, но к декабрю мы еще даже не приступали к комплексной отладке. Себя мы утешали только тем, что открытие Академгородка также не состоялось.

Новый 1963 год ознаменовался кризисом, который грозил свести на нет всю нашу работу: самый главный блок транслятора — программирование выражений, — разрабатываемый Г. И. Кожухиным, не влез в память машины. Короткий период шока сменился взлетом творческой активности, и ценою четырехмесячной задержки удалось разбить этот блок на два, работающих друг за другом. Этот важный успех позволил в мае 1963 г. приступить к комплексной отладке. «Талмуд» сменился вахтенным журналом с названием «АЛЬФА-рождение».

Комплексная отладка программы, состоящей из 40 000 команд и записанной на кое-как работающей магнитной ленте, имеет свою специфику. Машина, снабженная такой программой, ведет себя как кибернетическое устройство, несомненно одушевленное и к тому же обладающее злонамеренным характером, направленным против программиста. Научная работа выродилась в ожесточенное сражение с машиной, умело перепутывающей свои собственные неисправности с ошибками в трансляторе. За два месяца, исправив около сотни ошибок в трансляторе, просидев несколько десятков часов у машины и изведя километры магнитной ленты, мы так и не запрограммировали ни одной задачи. Рабочие записи в «АЛЬФА-рождении» сменялись крепкими выражениями по адресу машины и инженеров, унылыми стихами и детективными рассказами, сочиняемыми за долгое время ожидания окончания ремонта машины. Наши силы иссякли, и, забросив транслятор, все ушли в двухмесячный отпуск.

В сентябре 1963 г. свежие силы в сочетании с упорной работой инженеров сделали свое дело: была запрограммирована первая задача, состоявшая в вычислении дважды два. Это был решающий успех. «АЛЬФА-рождение» было сменено на «АЛЬФА-детство». В декабре были прочитаны первые публичные лекции об АЛЬФА-трансляторе и его входном языке, с 10 января 1964 г. началась опытная эксплуатация системы и прием задач на программирование от посторонних организаций.

Опытная эксплуатация обрушила на нас новые трудности. Первые запуски больших задач на трансляторе показали, что блоки глобальной экономии памяти могут стать непреодолимым препятствием на пути задачи из-за слишком большого времени работы блока и слишком малого количества доступной памяти машины. Автору этих блоков, Р. Д. Мишкович, и всем помогавшим ей пришлось проявить большую изобретательность, чтобы, внося необходимые усовершенствования, добиться возможности программировать большие задачи. Сейчас транслятор уже строит программы объемом до 2000 команд, затрачивая на это не более 15 минут работы машины.

При внесении исправлений в транслятор мы столкнулись со своеобразным принципом «кибернетической неопределенности», состоящим в том, что существует такой критический предел сложности некоторой системы, за которым любая попытка исправить некоторую ошибку вносит в систему новые ошибки из-за невозможности точно учесть все последствия какого бы то ни было изменения в системе. Пока что нам удавалось не переступать этот предел, однако не раз случалось, что исправление пустяковой ошибки надолго выводило из строя АЛЬФА-транслятор.

Однако, несмотря на все трудности, транслятор «мужал» и неуклонно увеличивал выпуск своей продукции. Хотя некоторые задачи месяцами лежали без движения в архивах эксплуатационной «АЛЬФА-группы», возглавляемой Володей Минаевым¹⁵, все больше и больше становилось задач, отдаваемых заказчику с просчитанными результатами на следующий день после поступления задачи в Вычислительный центр. Сотрудник Вычислительного центра В. Л. Катков¹⁶ с помощью транслятора решил в течение 1964 г. около 30 задач — трехгодовую норму при ручном программировании. Недавно было устроено соревнование между АЛЬФА-транслятором и одним программистом, который написал условие задачи на АЛГОЛе и отдал его АЛЬФА-транслятору, а сам стал программировать вручную. Ручная программа составлялась и отлаживалась три недели и работала 7 с половиной минут. Транслированная программа была получена через два дня и работала 5 минут 40 секунд. Тщательное сравнение качества ручного и автоматического программирования, проведенное для 20 разнообразных задач, показало, что эти результаты не являются случайными. Совсем недавно подготовлен к опытной эксплуатации «АЛЬФА-отладчик», разработанный М. М. Бежановой и Ю. И. Михалевичем¹⁷, который создаст ряд дополнительных удобств по отладке транслированных программ.

В конце января 1965 г. в Вычислительном центре состоится Всесоюзный семинар, на котором будут обсуждены основные научные итоги разработки АЛЬФА-транслятора. Вскоре после семинара система АЛЬФА начнет свою самостоятельную жизнь в вычислительных центрах страны. С нами же останутся приобретенный опыт, глубокое удовлетворение сделанной работой и бесценное чувство товарищества, родившееся и окрепшее за годы работы над системой АЛЬФА.

¹⁵ Владимир Павлович Минаев (р. 1938) — м. н. с. отдела программирования ВЦ СО АН СССР.

¹⁶ Владислав Леонидович Катков (р. 1936) — к. ф.-м. н., заведующий лабораторией ВЦ СО АН СССР, впоследствии директор НФ ИТМиВТ.

¹⁷ Юрий Игнатьевич Михалевич (р. 1943) — старший лаборант отдела программирования ИМ СО АН СССР.

«ЭВМ» за партой*

Андрей Ершов заведует отделом программирования Вычислительного центра Сибирского отделения Академии наук. Он один из авторов Альфа-языка – системы автоматического программирования. Альфа-язык, или, как его иногда называют, «сибирский язык», – большой вклад в науку, еще один шаг к «взаимопониманию» человека и машины. По просьбе «Клуба любителей» Андрей Петрович написал статью о том, как он представляет себе дальнейшее «сближение» человека с ЭВМ.

Могут ли электронно-вычислительные машины помогать человеку не только решать сложнейшие задачи, переводить иностранный текст, управлять производством – это уже их обычные профессии, но и... думать? Можно ли использовать машину для автоматизации умственной деятельности человека?

Сразу оговорюсь – никто не посягает на создание такого электронного робота из фантастических рассказов, который будет управлять человеческой волей, эмоциями, интуицией. Машина может стать лишь «подчиненным» человека-«руководителя». А это возможно.

При использовании электронно-вычислительной машины (ЭВМ) в качестве «усилителя» своих умственных способностей человек вступает с ней в сложные взаимоотношения (точнее – взаимодействия).

Мне кажется, если мы хотим видеть машину истинным партнером человека в его умственной работе, надо, чтобы она стала «очеловеченным» устройством, то есть способной к постоянному и самому непосредственному контакту с человеком, чтобы она понимала его не с помощью особых машинных команд, состоящих в основном из математических формул (так это делается сейчас), а, как говорится, с полуслова. То есть надо, чтобы машина «понимала» живую человеческую речь. Но ведь между машинным (математическим) и человеческим языком – огромная разница. Значит, первый шаг к «приручению» машины – расширение ее «языка».

Сейчас эта проблема решается с помощью так называемых трансляторов. Вместо машинного языка человек объясняется с ЭВМ на некотором формальном, так сказать, промежуточном языке. Текст-задание с помощью специальных программ (трансляторов) переводится на понятный нашему электронному помощнику машинный язык.

Казалось бы, ничто не мешает нам идти по этому пути. Можно пытаться построить формальную модель человеческого языка, скажем, русского, включающую в себя все основные грамматические конструкции и необходимый словарь. Тогда, по-видимому, в какой бы форме ни отдавал человек приказание машине, он может рассчитывать на «понимание».

* Комсомольская правда, 23.01.1965 г.

Однако если ограничиться созданием все более и более богатых формальных языков, можно прийти к одному противоречию, которое будет серьезным препятствием на пути приближения машины к человеку. Дело вот в чем: чем богаче формальная система языка, тем больше времени надо для ее изучения.

Профессиональные программисты сейчас — это «жрецы-посредники» между машинами и человечеством. Однако речь идет о том, чтобы с машиной могли свободно общаться не только специалисты-программисты, но и все люди. Как же тогда устранить это противоречие?

Предположим, что машина «владеет» некоторым входным языком, представляющим собой достаточно содержательную формализацию русского языка. Не зная этого входного языка, человек обращается к машине в той форме, которую он считает удобной для себя. ЭВМ имеет программу, которая определяет, понятен ей заданный текст или нет, или понятен только частично. Если текст понятен, машина начинает выполнять задание. Если же текст непонятен, ЭВМ, выделяя из него неясные места, задаст вам серию вопросов. Вы ответите на них опять-таки в той форме, которую сочтете более удачной. Эти ответы будут как бы перефразировкой неясных машине вопросов «другими словами». Машина, получив эти перефразировки, подставляет их в текст и опять анализирует его. Если ей еще что-то неясно, она опять задаст дополнительные вопросы, и, таким образом, между человеком и машиной завяжется диалог. В результате этого диалога человек будет все более упрощать формулировку задания, пока оно полностью не станет понятным машине. Такой разговор, пожалуй, можно сравнить с диалогом учителя и нерадивого ученика. Ученик никак не может понять, что хочет от него учитель, и задает вопросы до тех пор, пока ему, как говорится, все «не разжуют». Только здесь сложнее. Диалог человека с ЭВМ можно охарактеризовать как приспособление человека к возможностям машины, как некое «привыкание» одного к другому.

Некоторые возразят: машина может понять задание не так, как понимает человек.

Но давайте посмотрим, как это происходит сейчас. Когда человек впервые подходит к машине с обычной программой, у него совсем нет уверенности, что его программа вполне соответствует поставленной им задаче. Процесс отладки машинной программы — это, по существу, тот же диалог человека и машины, только в своеобразной форме. Аварийные остановки машины — это сигналы о непонимании заданного текста. Исправления, вносимые в программу, — это перефразировки исходного текста, стремление к тому, чтобы машина все-таки поняла нас.

Вернемся теперь к нашей аналогии с учителем и учеником. Когда учитель передает ученику новое для него задание, он не жалеет слов, чтобы точно объяснить смысл задачи. Однако когда учитель повторно дает такое же или аналогичное задание, то он, естественно, полагает, что ученик в этом случае или совсем не задаст, или же задаст вопросы, которые относятся только к отличию повторного задания от первого.

Во взаимоотношениях человека и машины надо добиться, чтобы машина с каждым новым заданием становилась все «понятливей», чтобы, получая аналогичные задания, она не задавала одних и тех же вопросов. Иначе говоря, надо, чтобы машина сохранила в своей электронной памяти «протоколы» своих бесед с человеком и свои новые знания употребляла в дальнейшей работе. Это не что иное, как обучение машины человеческому языку.

Бесспорно, обучение неодушевленной машины человеческому языку — дело сложнейшее. Машина должна «сжимать» накопленную информацию за счет выявления «общего в частном», уметь обнаруживать общие закономерности, которые содержатся в частных разъяснениях. То есть, как любой ученик, изучающий язык, она должна понять какие-то общие правила.

Как видите, наша параллель между человеком и ЭВМ, учителем и учеником подтверждается. Сотрудничество машины с человеком приобретает характер динамического двустороннего процесса взаимообучения: учитель сначала приспособляется к ограниченному языку ученика, чтобы тот его понял, а потом постепенно расширяет багаж словаря и знаний ученика, подтягивает его до своего уровня.

Расширение языка ЭВМ путем накопления «словарного запаса», как мне кажется, — это и есть та единственная реальная возможность установить «человеческие» взаимоотношения между людьми и их электронными помощниками. И, думается, время, когда машина будет понимать человека «с полуслова», не за высокими горами.

Справка*

о потребностях и обеспеченности по кадрам программистов для ЭВМ на 1970–1975 гг.

Источники: «Об уровне математического обеспечения ЭВМ» (доклад экспертной группы Междудементальной НТК МО ГКНТ СМ СССР, Москва, 1968 г.).
«Программирование за рубежом» (доклад А. П. Ершова на 2-й Всесоюзной конференции по программированию, Новосибирск, февраль, 1970 г.).

Говоря о программистах для ЭВМ, следует различать «непрофессиональных» программистов, имеющих специальную подготовку по математике или в какой-либо технической отрасли и использующих ЭВМ как инструмент в своей основной работе (программисты-пользователи), и профессиональных программистов, разрабатывающих математическое обеспечение ЭВМ и составляющих программы для автоматизированных систем управления и других крупных систем обработки информации (системные программисты).

* Машинописный текст, слева от руки дата 23.03.1970, справа пометка: «Направлена вице-президенту АН СССР М. А. Лаврентьеву». Архив, папка 350, листы 1–2.

В справке говорится о системных программистах, так как положение с этой категорией кадров является наиболее серьезным, и недостаток именно этих специалистов в наибольшей степени тормозит внедрение ЭВМ.

В США сейчас насчитывается порядка 50 тыс. ЭВМ, во внедрении которых участвует около 50 тыс. системных программистов.

В СССР сейчас имеется порядка 3,5 тыс. ЭВМ и около 3 тыс. системных программистов.

Примерное сохранение пропорций числа программистов на одну машину ничего не говорит, так как математическое обеспечение пишется сразу на все машины некоторого типа. В СССР выпускаются машины 15 типов, в США — порядка 40 типов, так что один тип машин в США обслуживают 1200 программистов, а в СССР — только 200 программистов.

Это значит, что наши машины в шесть раз хуже обеспечены программированием.

В ближайшее пятилетие в СССР намечается резко усилить темпы производства и внедрения ЭВМ. Можно предположить, что к концу пятилетки мы должны иметь порядка 20 тыс. машин. Это означает, что к концу 1975 года нам нужно иметь не менее 15 тыс. системных программистов только для народно-хозяйственных применений. В настоящее время системные программисты готовятся только в 7–8 вузах страны (МГУ, ЛГУ, КГУ, НГУ, МФТИ, МЭСИ) с ежегодным выпуском не более 200–300 человек. Это значит, что существующие методы подготовки (даже в сочетании с переподготовкой) дадут нам не более 500–600 человек в год. Это позволит довести число системных программистов только до 7–8 тыс. человек, что в два раза ниже потребности.

В США в настоящее время подготовка системных программистов ведется в пятидесяти университетах, из них не менее 30 имеют квалифицированный состав преподавателей, обеспечивающих необходимый уровень подготовки.

Памяти Алексея Андреевича Ляпунова*
(из доклада на мемориальном заседании
Сибирского математического общества 15.10.1973)

Мне посчастливилось начать специализацию по вычислительной математике в Московском университете в 1951/52 учебном году. Кафедрой вычислительной математики заведовал Сергей Львович Соболев¹⁸. Он читал у нас курс уравнений математической физики. В то же время он вел незримую

* Машинописный текст, слева от руки пометка: «Написано для газеты НГУ «Университетская жизнь» 05.11.1973». Архив, папка 532, листы 243–247. Данных о публикации нет.

¹⁸ Сергей Львович Соболев (1908–1989) — академик (1939), математик, директор Института математики СО АН СССР (1957–1988). Основные труды по теории упругих волн, уравнениям математической физики, функциональному анализу, вычислительной математике.

для нас тогда интенсивную работу в Институте атомной энергии (в то время существовавшем под скромным названием Лаборатории измерительных приборов). Курс теории функций комплексного переменного вел Мстислав Всеволодович Келдыш¹⁹. Одновременно он вел огромную организаторскую работу по созданию возглавляемого им и поныне Института прикладной математики, сыгравшего выдающуюся роль почти во всех принципиальных победах советской науки и техники в последние десятилетия.

Те годы были периодом революционных перемен в прикладной математике. Атом и ракета — эти слова довели над напряженнейшими научными, техническими и оборонными планами страны, только-только залечившей тяжелые раны минувшей войны. Новые сложные задачи требовали нового подхода к понятиям расчета, математической модели, вычислительного метода. В 20 километрах от Киева, в массивном здании бывшего Феофанийского монастыря, академик М. А. Лаврентьев²⁰, ведший там свои классические работы по кумулятивному взрыву, освободил часть комнат, чтобы предоставить производственные помещения академику С. А. Лебедеву²¹, который вместе с десятком энтузиастов начал отлаживать первую советскую ЭВМ, которая, хотя и называлась скромно «малой электронной счетной машиной — МЭСМ», сыграла решающую роль в выборе принципиального направления развития советской вычислительной техники.

Среди многих-многих решений, которые в то время приходилось принимать М. В. Келдышу и С. Л. Соболеву, было одно «рядовое» кадровое соглашение — направить в Московский университет в 1952/53 учебном году только что взятого на работу в Институт прикладной математики старшего научного сотрудника, фронтовика-коммуниста, недавно защитившего докторскую диссертацию по дескриптивной теории множеств и преподававшего высшую математику в Военной академии, Алексея Андреевича Ляпунова²². Его задачей было познакомить нашу группу, специализировавшуюся на кафедре вычислительной математики, с электронными вычислительными ма-

¹⁹ Мстислав Всеволодович Келдыш (1911–1978) — математик, механик, академик (1946), президент Академии наук СССР (1961–1974).

²⁰ Михаил Алексеевич Лаврентьев (1900–1980) — математик и механик; академик АН Украины (1939), академик (1946) и вице-президент (1957–1975) АН СССР. Инициатор создания и первый председатель Сибирского отделения АН СССР (1957–1975).

²¹ Сергей Алексеевич Лебедев (1902–1974) — академик (1953), разработчик первых вычислительных машин в Советском Союзе и основатель советской компьютерной индустрии. Директор ИТМиВТ АН СССР (1953–1974).

²² Алексей Андреевич Ляпунов (1911–1973) — математик, член-корреспондент АН СССР (1964), один из основоположников кибернетики. 1934–1953 — в Математическом институте им. В. А. Стеклова, преподавал в МГУ. С 1961 г. в Институте математики Сибирского отделения АН СССР. В 1996 г. ему присужден почетный знак «Computer Pioneer» IEEE Computer Society (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) (посмертно).

пинами и способами их использования. По существу, это был первый в СССР курс программирования, хотя в то время это слово еще не употреблялось.

С первых же лекций Алексей Андреевич полностью овладел умами слушателей. Он был идеальным проводником новых идей. Магнетическое влияние яркой внешности и редкий дар красноречия, бескорыстный энтузиазм, веселый азарт, полная доступность для студентов без грани фамильярности — все это сразу сделало Алексея Андреевича популярнейшим преподавателем. Почти половина группы взяла у него темы курсовых работ. Впоследствии эти студенты заложили основы отделов программирования в Институте прикладной математики, в вычислительных центрах АН СССР, МГУ, а позднее и в СО АН.

Впоследствии мы поняли, что к началу своего курса Алексей Андреевич знал о программировании не намного больше нас. В определенном смысле он учился вместе с нами. Однако эти крупинки знания, умноженные на блестящий интеллект и огромную общую и математическую культуру, позволили Алексею Андреевичу уже в первом же курсе постичь фундаментальный характер программирования и создать его методику.

Рождение «операторного метода программирования» происходило у нас на глазах. Между первым и вторым семестрами учебного года Алексей Андреевич уехал в командировку. Для него это был первый рабочий контакт с ЭВМ — он побывал в Феофании и работал на недавно отлаженной МЭСМ. По его возвращении мы почти физически ощущали тот огромный творческий подъем, который охватил каждого, кто впервые сталкивался с ЭВМ, и к которому столь щедро и убежденно нас приобщил Алексей Андреевич.

Вклад Алексея Андреевича в становление программирования в СССР фундаментален. Он осмыслил процесс программирования, выделив три принципиально различных по своему характеру его этапа:

- алгоритмизация задачи,
- запись схемы программы,
- синтез машинной программы.

Очень важными достижениями Алексея Андреевича были: введение понятия оператора как единицы действия при выполнении программы, универсальная классификация операторов, введение символики для представления операторов и — на ее основе — понятия схемы программы. Эти понятия позволили показать формализуемость процесса построения машинной программы, рассмотреть содержательные и формальные преобразования схемы программы и поставить на реальную основу задачу автоматизации программирования.

Еще одним очень важным качеством Алексея Андреевича как ученого и университетского профессора была его органическая и весьма авторитетная способность связывать воедино работу на переднем крае исследований в конкретной и узкой области с активным освоением сложившегося фундамен-

та классической науки и широкой осведомленностью в смежных областях. Он умело и активно осуществлял на практике известный тезис С. Л. Соболева: «Нет чистой математики и прикладной математики, а есть математика и ее приложения». Именно это счастливое качество Алексея Андреевича позволило ему сыграть основополагающую роль в формировании теоретического программирования. Технически, Алексею Андреевичу принадлежат только две небольшие заметки, непосредственно относящихся к теоретическому программированию. Важно, однако, не это, а то, что первые пять кандидатских диссертаций по теории программирования, которые вместе с двумя — тремя другими работами составили первый эшелон исследований по этой дисциплине в СССР, были защищены учениками Алексея Андреевича.

С 1961 года Алексей Андреевич Ляпунов работал в Новосибирском университете. С первых же месяцев он стал ближайшим сподвижником М. А. Лаврентьева в осуществлении его лозунга «Нет ученого без учеников». В этом Алексея Андреевича не надо было убеждать. Его талант ученого-просветителя особенно проявился в работе на летних олимпиадах школьников и в преподавательской и лекционной деятельности в физико-математической школе. Не один десяток нынешних сотрудников Сибирского отделения и других мест с благодарностью вспоминают о посредничестве Алексея Андреевича в первом соприкосновении с наукой.

Сочетание фундаментальной и прикладной подготовки было характерно для кафедральной деятельности Алексея Андреевича. Начав работу на кафедре математического анализа, Алексей Андреевич вместе с другими сотрудниками кафедры вложил много сил и методического искусства в постановку современного курса анализа, который до сих пор во многом определяет стиль математического образования в университете. Особое значение сыграла работа Алексея Андреевича на кафедре теоретической кибернетики. В определенном смысле она явилась кульминацией его научно-педагогической работы. В развитии кафедры Алексей Андреевич постарался воплотить свою мечту о создании динамичного коллектива широкого профиля, объединяющего в рамках общих методологических взглядов на роль математики и ЭВМ в естественных науках и на базе солидного общематематического фундамента актуальные направления теоретической кибернетики: дискретный анализ, исследование операций, математико-биологическое моделирование, теоретическое и системное программирование. Эти усилия Алексея Андреевича и его сотрудников принесли свои плоды: за последние годы кафедра теоретической кибернетики стала одной из ведущих выпускающих кафедр университета, подготавливая ежегодно порядка сорока выпускников на одном только математическом факультете.

Программирование в 1980-х годах*
(Позиционное выступление
на панельной дискуссии Конгресса ИФИП-74)

Я позволю себе заметить сначала, что вызов человеку выступить с тезисами на дискуссии такого рода ставит его в противоречивое положение. С одной стороны, тема дискуссии подсказывает, что ему предстоит сделать что-то вроде предсказания на десять лет вперед. Это приводит его к попытке экстраполировать ход времени и заняться спекуляциями о далеком будущем (10 лет — это в наше время поистине срок). С другой стороны, 10 лет — это не более чем всего два серьезных проекта в жизни системного программиста и, если оглянуться назад, это то, что было совсем недавно. Если мы сопоставим сегодняшний день с тем, что мы видели и слушали на Нью-Йоркском Конгрессе ИФИП²³, то мы обнаружим, что сегодняшний день был очень хорошо там представлен, за исключением, возможно, только трех концепций: систематического программирования, понимания роли минимашин и понятия распределенных вычислений, да и то ряд пророчеств в этих вещах был в то время сделан.

Эти тривиальные замечания приводят к первому моему позиционному заявлению: все, что составляет программирование сегодня, будет представлено в программировании и в 80-е годы и составит его существенную часть. Поэтому я позволю себе дать аудитории (равно как и самому себе) следующий совет: если вы хотите внести вклад в программирование 80-х годов, после этого конгресса вернитесь к своему столу и подумайте, что надо сделать, чтобы получить свои 10–20 % улучшения в вашей сегодняшней системе. Реализация идей сейчас, пожалуй, более важна для повседневного процесса, нежели поиск новой идеи просто так, в силу неудовлетворенности.

Высказанный тезис, однако, может быть воспринят серьезно только в том случае, если мы все-таки увидим, куда смещаются акценты в развитии программирования. Такое смещение, конечно, имеет место, и я хотел бы подчинить свои тезисы в этом отношении трем главным направлениям: применению, технологии, основам.

Со стороны пользователя будет иметь место нарастающая диверсификация программирования. Мир пользователей все в большей и большей степени будет выдвигать устойчивые проблемно-ориентированные группы, которые в совокупности будут требовать нарастающего разнообразия изобразительных средств. Это разнообразие потребует от системных программистов

* Напечатано в сборнике «Системное и теоретическое программирование». — Новосибирск, ВЦ СО АН, 1974. — С. 12–15.

²³ В 1965 г.

создания целого арсенала пре- и метапроцессоров, которые тем самым займут заметную долю в программном обеспечении.

Кстати, если в этом плане высказать более конкретный тезис, то я хотел бы выразить интерес, потребность и надежду, что в предстоящие десять лет будет успешно решена задача восприятия текстов на естественном языке с раскрытием их семантики, относящейся к некоторой ограниченной предметной области.

В несколько ином разрезе внешнего облика программирования акцент в нем сместится в сторону баз данных. Программирование будет в большей степени трактоваться не как проектирование замкнутой процедуры, отображающей описанный класс входов на ожидаемый класс выходов, а скорее как открытый процесс взаимодействия автора проблемы с данными (в широком смысле), которые имеют свою жизнь и свое развитие в машине.

Я думаю, что это вполне понятная мысль, однако ее реализация, особенно на стадии непрерывного проектирования базового программного обеспечения, оставляет желать лучшего.

Отмеченная диверсификация программирования требует разработки очень мощного технологического интерфейса. Вот здесь главная работа для системных программистов. Это сейчас очень модная тема для разговоров, поэтому довольно трудно высказать свежую мысль. Я, тем не менее, попробую и, в рамках технологической компоненты, выскажу следующий тезис.

Любую практическую задачу программирования сейчас приходится ставить как предоставление пользователю некоторого виртуального процессора (который фактически есть комбинация программного обеспечения и оборудования), который принимает на себя полную заботу о пользователе. В разработке такого процессора самая трудная фаза — это его интегральное проектирование. Чем бы процессор ни был: диалоговым транслятором или прикладным пакетом, системой проектирования, — он должен в интересах пользователя представить всю комбинацию функций универсальной операционной системы (при этом невидимым для пользователя способом):

- планирование ресурсов,
- управление памятью,
- работа с файлами,
- редактирование и трансляция текста,
- визуализация выхода.

Уметь быстро и эффективно комбинировать свойства оборудования, стандартного программного обеспечения и управляющих программ с разработкой дополнительных программ требует от базисного обеспечения в значительной степени иной, более открытой и гибкой архитектуры, нежели та застылость, которая характеризует многие наличные операционные системы. Здесь нам еще предстоит в сжатой форме проскочить побыстрее историю

архитектурных стилей общественных зданий от эпохи римского Колизея до того здания, в котором мы сейчас заседаем.

Теперь еще одно замечание в отношении основ. Я хотел бы высказать соображение, касающееся учебной стороны дела. Можно заметить, что, несмотря на «грибное» развитие факультетов вычислительных наук, у нас по-прежнему имеет место серьезный вакуум в отношении вычислительного образования. В отношении того, чему учить студентов, до сих пор существует слишком большое разнообразие взглядов.

Я хотел бы предостеречь против одной тенденции. Сейчас налицо определенная технизация вычислительного образования, которая делает основной упор на быстрое выращивание осведомленных и способных профессионалов. Давление в этом направлении определяется актуальными потребностями и весьма велико.

В этой ситуации я считаю весьма важным сохранить университетский характер вычислительного образования. В вычислительном образовании нужно сохранить и усилить не столько сумму конкретных знаний, сколько то, что станет частью натуры молодого человека и стилем его работы, — то, что всегда было привилегией университетского образования. В этом плане я полагаю, что в вычислительном образовании должно быть надежно представлено обучение математике вычислений и второе — пониманию социальной роли процессов обработки информации, в частности, с использованием ЭВМ.

Глубокое понимание математики обработки информации является самым надежным средством того, что будущий проектировщик сможет сохранить контроль за эффективностью и интеграцией проекта. В этом смысле я особенно восхищаюсь титанической работой Д. Кнута²⁴, который описывает «искусство программирования» с позиций математических методов.

Я плохо представляю, как учить студентов социальной роли обработки информации, и хотел бы больше услышать, чем высказать мнение по этому вопросу. Однако, чтобы не потерять ориентацию в неисчерпаемом внешнем мире, этот аспект формирования личности системного программиста представляется не менее важным.

²⁴ Дональд Э. Кнут (р. 1938) — почетный профессор информатики факультета информатики Стэнфордского университета США, почетный доктор многих университетов мира, в том числе Санкт-Петербургского. Тьюрингов лауреат (1974), член Британского вычислительного общества (1980). Основным трудом его жизни является монография «The Art of Computer Programming». Выпустив первый том в 1968 году, он до сих пор продолжает работать над новыми томами.

**Выступление на традиционном ежегодном обеде
Британского вычислительного общества
1 октября 1976 г. ***

Глубокоуважаемый господин Президент, господин Генеральный секретарь, дамы и господа, дорогие коллеги!

Безусловно, сегодняшний вечер — это кульминация моей научной карьеры. Человеку свойственно надеяться на лучшее будущее, но ваше почетное признание моего скромного вклада в область — это самая дорогая награда. Если рассматривать эту сцену как некую вершину, то надо сказать, что на пути к ней многие ступени были тесно связаны с британской вычислительной наукой.

Первая иностранная статья, которую я прочитал ради собственного научного интереса, была статья Стэнли Гилла о модификации метода Рунге—Кутты, приспособленная для программирования на ЭВМ. Моя первая статья, опубликованная за границей, была помещена в Трудах Теддингтонской конференции 1968 года «Механизация мыслительных процессов», а сама конференция была первым международным собранием, в котором я участвовал. Моя первая книга «Программирующая программа для БЭСМ» была переведена на английский язык и издана в этой стране издательством «Pergamon Press», а 200 фунтов, любезно выплаченные мне Капитаном Максвеллом²⁵, были первым моим литературным гонораром. Прошло 12 лет, и «Computer Bulletin» первым напечатал мои соображения о человеческом факторе в программировании, и вот сегодня — это событие.

Но было бы, пожалуй, двойной аберрацией говорить о сегодняшней церемонии только с позиций личных воспоминаний: слишком много об одном человеке и слишком мало об общих предпосылках, которые сделали все это возможным. Выступление советского ученого-вычислителя перед этой

* Поездка А. П. Ершова в Англию состоялась в период с 29 сентября по 20 октября 1976 г. Ее целью являлось участие в церемонии присуждения ему почетного звания Выдающегося члена Британского вычислительного общества (БВО). Звание, присвоенное Ершову Советом БВО в июле 1974 г., присуждается БВО «за выдающиеся заслуги перед вычислительной наукой и профессией». К тому времени за 18 лет существования БВО этой чести удостоились два английских и три иностранных специалиста, внесших основополагающий вклад в становление вычислительной науки (М. Уилкс, Э. Дейкстра, Г. Хоппер, К. Стрейчи, Дж. Уилкинсон). Во время «британского тура» А. П. Ершов посетил ряд университетов и научных центров Соединенного королевства, где выступил с лекциями, изданными впоследствии в Лондоне отдельной книгой под названием «Британские лекции».

²⁵ Роберт («Капитан») Максвелл (1923—1991) — британский миллионер и медиамагнат, основатель и президент издательства «Pergamon Press».

уважаемой аудиторией дает повод сделать несколько замечаний о вкладе британских ученых в вычислительную науку, как мы его видим у нас в СССР.

Быстрый и элегантный успех проф. Уилкса²⁶ и его сотрудников в разработке EDSACa стал символом послевоенного возрождения научной Европы.

Трубка Вильямса была, по существу, первым типом памяти с произвольным доступом, применявшимся, в частности, почти на всех первых советских ЭВМ и поднявшим на порядок их скорость.

Идеи и работы Уилкса и Килбурна²⁷, связанные с понятиями микропрограммирования, Б-регистров, страничной памяти, работы по КДФ-9²⁸ во многом предопределили современную архитектуру машин.

Непреодолимой заслугой Тони Брукера²⁹ были опередившие время концепции фразовой структуры в языках программирования и компилятора компиляторов.

Я не могу не упомянуть о замечательном уме — Кристофере Стрейчи³⁰, оставившем нам немало выдающихся идей — среди которых идея системы коллективного пользования.

Я надеюсь, что никто не упрекнет меня, если я, вместо продолжения этого списка, остановлю ваше внимание на одном из наиболее замечательных коллег, которых я знал, — докторе Стэнли Гилле. Из его многочисленных научных заслуг я хотел бы специально сказать об одной — подготовке и издании знаменитой Макдональдовской серии книг по программированию. Нет никакой возможности переоценить пользу недорогого и компактного чтения, которую принесла десяткам тысяч молодых людей эта серия.

²⁶ Морис Уилкс (1913) — выдающийся британский физик и математик, автор и разработчик первой вычислительной машины с хранимой программой EDSAC (1949).

²⁷ Том Килбурн (1921—2001) — профессор Манчестерского университета, выдающийся британский специалист по вычислительной технике, автор и разработчик Бэби (1948) — первой ЭВМ, использующей память с произвольным доступом, и Manchester Mark I (1949), послужившей прототипом Ferranti (1951) — первой в мире ЭВМ, поступившей в серийное производство.

²⁸ КДФ-9 (KDF9) — первая ЭВМ со стековой архитектурой, разработанная компанией English Electric в 1963 г. На ее разработку оказало влияние появление языка Алгол-60; многие новаторские решения ее создателей присутствуют и в современных стековых ЭВМ.

²⁹ Тони Брукер — британский ученый, профессор Манчестерского университета, специалист в области языков программирования и теоретических основ компиляции. Автор одного из первых в мире языков высокого уровня — автокода для ЭВМ Mark I (1954) и соавтор знаменитого компилятора компиляторов Брукера—Морриса (1960).

³⁰ Кристофер Стрейчи (1916—1975) — британский ученый, пионер в области разработки языков программирования. Наибольшую известность приобрел как автор концепции многозадачности, разработчик языка CPL и (совместно с Даной Скоттом) основоположник денотационной семантики.

Я позволю себе воспользоваться случаем и преподнести в дар БВО подборку из 14 переводов книг из этой серии, изданных в СССР и пользующихся там большим успехом.

Я хотел бы еще раз поблагодарить научный совет БВО за высокую оказанную мне честь.

**Позиционное выступление на панельной дискуссии
«Многообразии в вычислительной науке»
на Международной конференции по математическим основам информатики (MFCS 77)*
Татранская Ломница, Чехословакия, 8 сентября 1977**

Я буду трактовать буквально предмет дискуссии. Используя слово «информатика» в расширенном смысле, т. е. как буквальный перевод английского «computer science», мы посмотрим, что хорошо и что плохо в многообразии информатики.

Я верю, что концепции информации и обработки информации — это центральные концепции информатики, а категория информации является столь же универсальной научной и философской категорией, как материя и энергия. Принимая этот тезис, мы должны согласиться, далее, с тем, что предметная область информатики существенно более сложна, нежели предметная область большинства других математизированных дисциплин. Таким образом, имея за собой информационную модель мира и вселенной, информатика является внутренне многообразной. Этот главный источник многообразия актуализируется во многих более частных сторонах информатики.

Одна из них — это большое разнообразие математических методов, работающих в информатике, чего мы коснемся еще раз несколько позже.

Наиболее грандиозной системой обработки информации в мире является сам человек. Изучая его системные компоненты и его средства обработки информации, мы тем самым помещаем информатику в величайшую рекурсивную петлю науки, расширяя, таким образом, ее многообразие почти беспредельно.

В этом, можно сказать, гносеологическом многообразии информатики нет ничего плохого. Наоборот, это богатство, незамкнутость информатики придают ей оттенок загадочности, делают ее захватывающей и вездесущей наукой.

Сказанное, однако, не означает, что информатика — это полностью синтетическая наука или мета-наука. Я глубоко верю в существование фун-

* Опубликовано в Bulletin of the EATCS. — January, 1978. — № 4. — С. 37–39. Архив, папка 248, листы 24–26.

даментальных законов обработки информации, которые станут объективным базисом информатики и сделают ее более стройной наукой.

Мы сейчас очень далеки от такого состояния зрелости нашей науки, но в поисках ее мы должны преодолевать «скверное» многообразие в информатике и улучшать стиль наших исследований.

Интересно отметить, что, претендуя на роль высоко математизированной науки, информатика, тем не менее, еще остается в высшей степени субъективной дисциплиной. Почти любой активный информатик приносит на страницы научных журналов свою модель, свою терминологию и свои собственные проблемы. Это самое скверное многообразие в информатике.

Я знаю только одно, хотя и весьма эффективное, средство: концентрировать работу на решении задач, при этом задач, выдвигаемых кем-то. Это почти автоматически решает все: вы никогда не возьметесь решать чужую задачу, если она вам не интересна или если она не является знаменитой задачей; вы не сможете поставить для других свою задачу, если не выразите ее в общепринятой терминологии; ваше решение не будет понятно, если не будет найдено в рамках общей модели; если же вы изобретете вашу собственную технику, решение знаменитой проблемы автоматически оправдывает ее изобретение.

Конечно, этот тезис никаким открытием в научной методологии не является: многие естественные науки созрели в процессе такого перекрестного обмена проблемами и решениями.

Другой момент, который хотелось бы обсудить, это то, что зрелый специалист в области информатики перед лицом такого многообразия должен обладать безошибочным чутьем хорошего математического стиля.

Исчерпывающая и современная книга по основаниям математики (к сожалению, никем еще не написанная) — это, с моей точки зрения, самое нужное руководство для информатика. Явное и систематическое изучение математических основ для информатика даже более необходимо, нежели для профессионального математика.

Последний, работая внутри математики, испытывает постоянное воздействие учителей, хороших книг, вековых традиций, строгих редакторов и гораздо более однородной обстановки.

Информатик, работая в «поверхностном слое» взаимодействия математики с внешним миром, постоянно сталкивается с трудной задачей отбора подходящего математического метода, с тем, чтобы сделать свою модель адекватной проблеме. Он должен понимать разницу между дискретной и непрерывной математикой, между логическим и аналитическим подходом, между алгебраизацией проблемы и изучением индивидуальной конструкции и т. п. Все это может быть достигнуто только глубоким знанием оснований математики.

25 лет информатики в ВЦ СО АН СССР*

Информатика — одно из тех научных направлений, которые развивались в Сибирском отделении АН СССР с первых его шагов. Уже летом 1957 года член-корреспондент АН СССР А. П. Ершов, тогда еще аспирант МГУ, начал по призыву академика С. Л. Соболева предпринимать первые усилия по формированию коллектива программистов в будущем Институте математики с вычислительным центром. Сейчас информатика представлена в СО АН СССР и примыкающих к нему коллективах крупной научно-педагогической школой, насчитывающей более 500 специалистов, обладающей международной известностью и занимающей ведущие позиции в советской вычислительной науке.

Ядро этого направления образовано сейчас пятью лабораториями Вычислительного центра СО АН СССР, объединяемыми научным советом ВЦ СО АН по информатике.

Основу научного потенциала информатики в СО АН СССР составляют фундаментальные исследования математических моделей программ и вычислений, теории языков программирования и методов трансляции, выяснение логической и конструкторской природы программирования, решение проблем, возникающих при новых применениях ЭВМ.

На этом пути был получен ряд принципиальных результатов и достижений, обогативших мировую науку. Среди них можно назвать организацию поиска и хранения информации с помощью функции расстановки и ее применение в трансляторах, разработку метода оптимизирующей трансляции с языков высокого уровня, в частности, смешанной стратегии программирования и линейного по времени алгоритма экономии команд с учетом соотношений между операциями; построение полной теории глобальной экономии памяти; исследование критериев алгоритмической полноты базисных операций в программах; создание и изучение модели асинхронных параллельных вычислений над общей памятью; нахождение и доказательство эффективной разрешимости логико-термальной эквивалентности и построение для нее полной системы преобразований; обоснование трансляции на основе смешанных вычислений; разработка базового языка параллельного программирования.

Характерной особенностью Сибирской школы информатики была тесная связь теоретических и конструкторских работ по программированию. Каждое подходящее теоретическое положение проверялось конструкторской разработкой, в свою очередь теоретические постановки возникали в резуль-

* Машинописный текст, слева от руки пометка: «Написано 22–26.4.80, напечатано для ученого секретаря 28.4.80». Архив, папка 198, листы 47–51.

тате проведения эксперимента. В Сибирском отделении был выполнен ряд пионерских программных проектов, проложивших дорогу к дальнейшему развитию в СССР новых методов программирования и использования ЭВМ. Система программирования АЛЬФА была первым в мире транслятором, доказавшим реальность получения высококачественного объектного кода программ, записанных на языке программирования высокого уровня. Система АЛГИБР была первым в стране производственным кросс-транслятором. Система ЭПСИЛОН стала первым шагом к разработке машинно-независимых языков системного программирования. Экспериментальная система разделения времени АИСТ-0 содержала в своей архитектуре ряд проектных решений, вошедших впоследствии в практику систем и вычислительных центров коллективного пользования. Разработанная свыше десяти лет назад система СИГМА обещает сейчас решить некоторые актуальные проблемы разработки программного обеспечения для мини-ЭВМ и микропроцессоров. Система СЕТЛ впервые ввела в практику программирования язык высокого уровня, использующий теоретико-множественные конструкции.

Информатика в СО АН СССР, как и любое другое научное направление, развивалась в тесной связи с советской и международной наукой, связью, реализуемой с помощью публикаций и научных собраний.

Большую роль сыграли, в частности, такие конференции, как 2-я Всесоюзная конференция по программированию (1970), Международные симпозиумы по теоретическому программированию (1973) и по методам реализации языков программирования (1976), Рабочая конференция ИФИП по качественному программному обеспечению (1977).

Работы СО АН СССР по информатике пользуются широкой международной известностью. Каждая третья научная статья опубликована в международных научных журналах или переведена на иностранные языки. Специалисты по информатике более 80 раз выступали на зарубежных научных собраниях, в том числе 12 раз — на международных конгрессах ИФИП. А. П. Ершов был удостоен в 1974 году почетного звания «выдающегося члена Британского вычислительного общества».

На начальной стадии развития новых направлений наиболее прямым способом внедрения научных разработок была переработка экспериментальных систем в программный продукт. Именно так были внедрены в практику программирования такие системы, как АЛЬФА, АЛГИБР, ЭПСИЛОН и СЕТЛ. Для расширения степени воздействия научных разработок на практику надо было прежде всего решить проблему подготовки кадров по информатике в СО АН СССР. Для этой цели была организована специализация по системному и теоретическому программированию на кафедрах вычислительной математики и теоретической кибернетики механико-математического факультета Новосибирского университета, первый выпуск которой состоялся в 1964 году. Последние десять лет специализацию по матема-

тическому обеспечению ЭВМ получают ежегодно 25–30 человек, а всего было выпущено около четырехсот подготовленных специалистов по информатике.

Объединение подготовки молодых специалистов с контингентом опытных сотрудников Вычислительного центра позволило создать в конце 60-х–начале 70-х годов два конструкторских учреждения, специализированных на разработке прикладного и системного программного обеспечения: Конструкторское бюро системного программирования – 1969 г. и Новосибирский филиал Института точной механики и вычислительной техники – 1972 г. В НФ ИТМиВТ за последние годы под научным руководством Сибирского отделения уже выполнен ряд уникальных разработок, поставивших его в первые ряды программистских коллективов в СССР: язык системного программирования высокого уровня ЯРМО, оптимизирующий транслятор АЛЬФА-6, инструментальный комплекс для разработки программного обеспечения перспективной ЭВМ «Эльбрус», первая в стране производственная операционная система, спроектированная и реализованная на языке высокого уровня.

Информатические коллективы вступают во второе 25-летие Сибирского отделения, существенно расширяя круг исследований. К традиционному кругу проблем, связанных с построением общей теории автоматической обработки программ, охватывающей синтез, трансляцию, оптимизацию и верификацию программ, а также изучение их структуры, за последние годы добавились такие крупные проекты, как поиск новой архитектуры многопроцессорных вычислительных систем (проект МАРС), разработка автоматизированных рабочих мест для интеллектуальной деятельности, связанной с переработкой текстовой информации, в частности, подготовкой печатных изданий (проекты САПФИР и РУБИН), создание лингвистических процессов для общения с ЭВМ на естественном языке (проекты ЗАПСИБ и ВОСТОК), а также многолетняя программа внедрения ЭВМ в школьное и среднетехническое образование.

Все эти исследования ведутся в тесном взаимодействии с мировой наукой и вычислительным делом в СССР. Лаборатории информатики поддерживают научные связи и обмен результатами исследований с 25 организациями в СССР и 50 зарубежными коллективами. Ряд тем выполняется в рамках программ двустороннего научного сотрудничества, в частности, учеными Болгарии, Чехословакии, ГДР, Польши, Франции и США, а также многостороннего сотрудничества по линии СЭВ.

**Комплексная программа
научно-технического прогресса СССР
в части системного П<рограммного> О<беспечения>***
Выступление на заседании ККВТ 1 ноября 1982 г.

Из-за недостатка времени я позволю себе опустить обоснование и аргументацию, ограничив свое выступление формулировкой целей развития ПО и номенклатурой средств достижения этих целей.

Цели и содержание развития ПО концентрируются в трех контрольных цифрах, которые должны быть достигнуты к 2005 г.

Ежегодное производство программного обеспечения (системного и прикладного) вычислительной техники и систем управления — 15 гигабайтов (15 тысяч мегабайтов).

Повышение производительности профессионального программирования, примерно в 5 раз.

Повышение надежности программного обеспечения, примерно на два порядка, в 100 раз.

Два слова о соотношении системного и прикладного ПО. Сейчас принято считать, что между СПО и ППО существует некая качественная разница. Даже если это и так, то в дальнейшем эта разница будет стираться. Более правильно будет считать СПО как то ПО, которое тиражируется вместе с моделью ЭВМ, а ППО — как то, которое тиражируется вместе с системой проблемно ориентированной обработки информации. С течением времени доля универсального применения отдельной ЭВМ будет постоянно падать.

Достижение указанных целей требует решения кадровых, тематических и организационных проблем. Естественно, что эти проблемы взаимосвязаны.

Кадровая проблема

Слияние системного и прикладного ПО приводит к слиянию, более точно, к выравниванию квалификации системных и прикладных программистов. С позиций подготовки кадров грубо можно сказать — системных программистов готовят университеты, а прикладных — вузы. В определении соотношения системных и прикладных программистов следует учитывать постоянную миграцию системных программистов в прикладные области. Грубые оценки подсказывают, что при соотношении ППО к СПО как 8 к 2

* Машинописный текст, слева пометка: «Составлена между 30.10.1982 (Киев, Феофанья) и 01.11.1982 (Москва, ГАН)». Архив, папка 235, листы 256—263.

А. П. Ершов состоял членом Проблемной комиссии «Вычислительная техника и средства управления в СССР» Научного совета по проблемам научно-технического и социально-экономического прогнозирования АН СССР и ГКНТ.

соотношение выпуска прикладных и системных программистов должно быть как 6 к 4.

Оценки показывают, что в СССР в первые десятилетия XXI века должно быть не менее 600 тыс. профессиональных программистов с годичным выпуском порядка 40 тыс. человек. Такой массовости этой очень трудной профессии можно достичь, только если будут решены следующие проблемы:

а) технологии программирования должен быть придан стабильный рецептурный характер с четкими процедурами, превращающими программирование в обучаемую и контролируруемую дисциплину;

б) курс программирования в вузах должен стать такой же базовой дисциплиной, как курс высшей математики;

в) фундаментальные основы программирования должны перейти в среднюю школу; квалификация программиста должна стать достоянием среднетехнического и, со временем, среднепроизводственного образования.

При соотношении младших и старших программистов 2 к 1 получаем следующие контрольные цифры выпуска специалистов по профессиональному программированию в 2005 году:

- университетский выпуск системных программистов — 6 000 человек;
- вузовский выпуск прикладных программистов — 9 000 человек;
- выпуск профессиональных программистов со средним образованием — 25 000 человек.

Вузовские показатели соразмерны с сегодняшним днем, но требуют проведения в 90-е годы полной переподготовки преподавателей на современную методику и технологию программирования, среднеобразовательные показатели требуют серьезной и интенсивной работы по формированию новой профессии и нового раздела среднего образования.

Тематическая проблема

Говоря о развитии программирования как человеческой деятельности хотел бы, прежде чем касаться отдельных компонент СПО, назвать три комплексные проблемы, которые будут особенно характерны для предстоящего двадцатилетия. Это

- методология и технология программирования персональных ЭВМ;
- организация и разработка ПО встроенных ЭВМ;
- (уже упомянутое) повышение стабильности и надежности ПО на два порядка.

Актуальность и трудность первых двух проблем состоит в том, что, с одной стороны, эти проблемы отражают новые формы использования вычислительной техники, с другой стороны, эти формы уже в близком будущем должны стать самыми массовыми видами применения вычислительных средств (наши оценки на 2005 год — это 200 млн встроенных ЭВМ и микропроцессоров и 25 млн персональных ЭВМ — профессиональных и бытовых).

Трудность третьей проблемы очевидна, ее актуальность усугубляется резким ростом тиражности ПО и невозможностью сохранения его сопровож-

дения с такой затратой человеческих ресурсов и в таких организационных формах, которые характерны для сегодняшнего дня.

Еще одна характеристика предстоящего развития программирования в целом — это увеличение числа уровней существования ПО.

К существующим уровням ПО — микрокоманды, логические команды, автокоды и ассемблеры, алгоритмические языки — вошедшим в жизнь в разное время от 1950 до 1970 годов, снизу появится уровень функциональных СБИС (примерно 1990), а сверху — спецификации (1995) и затем базы знаний (2000).

Основой развития СПО до 2005 г. будут рост его номенклатуры и углубление уже сейчас присущих ему функций. Многие из того, что сейчас разрабатывается в виде ППП (пакетов прикладных программ) или экспериментальных программ, со временем будет входить в базовое программное обеспечение.

Назову номенклатуру СПО по состоянию на 2005 г., указывая для отдельных компонент ПО ориентировочную дату его перехода в базу:

– система программирования	1960
– операционная система	1970
– СУБД	1985
– система машинной графики	1990
– система обработки текстов	1990
– система сетевых протоколов	1995
– система факсимильных текстов	2000
– объединенная система протоколов передачи и обработки	2000
– система общения на ЕЯ	2005
– система речевого общения	2005

У меня нет времени характеризовать ступени прогресса по каждой из компонент СПО. Поясню лишь отдельные моменты.

Суть объединенной системы протоколов передачи и обработки информации состоит в том, чтобы иметь в СПО любой персональной и универсальной ЭВМ средство сопряжения с ЕАСС³² с тем, чтобы ЭВМ или ее терминал могли бы стать абонентским пунктом ЕАСС. В перспективе, более далекой, чем 2005 г., должно произойти фактически слияние связной и вычислительной аппаратуры с числом точек подключения к ЕАСС, достигающим несколько сот миллионов.

В отношении СУБД отмечу лишь актуальную задачу создания семейства унифицированных СУБД, закрывающих расширяющийся спектр типов ЭВМ и областей применения, промышленное решение задачи создания больших и высоконадежных баз данных и научного освоения баз знаний.

В отношении операционных систем следует подчеркнуть, что функциональная номенклатура ОС, формат команд и экстракодов становятся во-

³² ЕАСС — Единая автоматизированная система связи.

площением архитектуры ЭВМ, обеспечивающей стабильность и переносимость ПО. Поэтому актуальной задачей является выработка семейства унифицированных ОС для всей гаммы ЭВМ массового производства, стабилизирующих разработку ПО на период не менее 10–15 лет. Очень важной задачей станет повышение живучести ОС.

Прогресс систем программирования должен идти по следующим направлениям:

- (1) освоение новых архитектур ЭВМ, в частности, суперЭВМ, персональных, встроенных и программируемых СБИСов;
- (2) полная формализация сложившихся приемов программирования, обеспечивающая доказательность процесса построения программ;
- (3) решение проблемы сборочного и конкретизирующего программирования, основанного на использовании библиотек модулей и заготовок, а также на адаптации универсальных многопараметрических программ к конкретным условиям их применения;
- (4) разработка методов «непрофессионального» программирования, в частности, в терминах содержательных понятий предметных областей;
- (5) разработка интегральной технологии программирования, основанной на переносе на ЭВМ всех его стадий на срок всего жизненного цикла программного продукта.

Для прогресса программирования крайне нужно решение конкретной **технической проблемы** — создание к концу 1980-х годов профессиональной персональной ЭВМ с мегабайтной памятью, с винчестерским диском на 50 мегабайтов, с дисплейным растром на миллион точек и другими соразмерными свойствами, способную производиться и продаваться сотнями тысяч штук.

И совсем кратко о некоторых **организационных** проблемах.

В течение ближайших десяти лет на базе ВЦ необходимо развернуть не менее 5 институтов программирования в Академиях наук, не менее 5 — в Минвузе и не менее 10 — в отраслях, как производящих, так и потребляющих, особенно машиностроительных.

Необходимо учесть кадры системных программистов, оценить уровень их квалификации и разработать планы выпуска и переподготовки с формальной системой сертификации их профессионального уровня.

Необходимо решить давно назревший вопрос о создании НТО по информатике и о создании до конца 80-х годов массового научно-технического журнала, скажем, под названием «ЭВМ», с доведением его тиража к 2005 г. до нескольких сот тысяч.

Возродить гармонию человека и природы*

Корр.: Чем характерным, на Ваш взгляд, будет отличаться первый день 2000 года от нынешнего дня? Какие приобретения и какие потери будут к тому времени у человечества?

А. П. Ершов: К сожалению, прежде чем фантазировать на тему о том, каков будет первый день 2000 года, приходится думать о том, чтобы он вообще наступил. Нет сейчас большей заботы, нежели необходимость отодвинуть границы балансирования между трудным, но продуктивным будущим и практическим самоуничтожением.

Тем не менее, мечтаю дожить до 2000 года и очень надеюсь, что главным отличием того дня будет возросшая уверенность человечества в завтрашнем дне.

Корр.: Какое научное открытие, по значению, скажем, равное законам Ньютона или теории относительности Эйнштейна, ожидаете Вы в обозримые годы?

А. П. Ершов: Думаю, что крупнейшие открытия в недалеком будущем произойдут в физике элементарных частиц (природа вещества и единство материи и ее сил), в космогонии и в молекулярной биологии (расшифровка генетических программ и происхождения генетического кода).

Корр.: Значительную часть своего гения отдала наука богу войны Марсу; многие на Западе изображают ее как «ящик Пандоры». Так что же — счастье, благо или неисчислимы страдания — принесет в будущем наука нашей планете?

А. П. Ершов: Я твердо верю в полезность и необратимость роста научного знания. Всегда, однако, остается проблема соразмерного социального развития общества, но правильное направление этого развития — это опять-таки — научная проблема, проблема общественной науки.

Корр.: На решение каких острейших проблем на Земле или важнейших научных задач Вы направили бы (представьте, что Вам это доверили) средства, освободившиеся при разоружении?

А. П. Ершов: Мне представляется самой острой проблемой — возродить гармонию между человечеством и природой в широком смысле этого понятия. Нельзя, чтобы одна половина населения планеты была бы на ижди-

* Машинописный текст. Архив, папка 179, листы 162–164.

В ноябре 1983 г. Агентство печати «Новости» (АПН) проводило опрос ведущих ученых Советского Союза, социалистических и капиталистических стран на тему «Мир 2000 года». Цель — познакомить мировую общественность с различными точками зрения на пути решения глобальных проблем современности. С член-корр. АН СССР А. П. Ершовым беседовал корреспондент АПН в Новосибирске Ю. В. Тюрин.

вении или в услужении у другой, лучше, чтобы в каждом географическом районе, где живут люди, складывалась бы обстановка, побуждающая человека к продуктивной работе, вызывающая у них желание жить и работать здесь постоянно.

Корр.: Как можно предотвратить ядерное самоубийство, угроза которого все более усиливается? Может ли быть спокойной совесть ученого в условиях, когда все зависит от прикосновения (может быть даже случайного) к кнопке войны?

А. П. Ершов: Непрестанной и упорной работой на понижение уровня ядерного противостояния. Мы приблизились достаточно близко к краю пропасти, чтобы понять, что нам грозит. Этого чувства, думаю, уже достаточно, чтобы держаться вообще подальше от войны как средства решения глобальных проблем?

Корр.: Догонят ли страны 3-го мира развитые страны по уровню доходов на душу населения; есть ли у Вас какой-то рецепт?

А. П. Ершов: Нет, полагаю, что не догонят. И это будет вторым (после атомного оружия) тяжелым наследием 2-го тысячелетия. Это очень, подчеркиваю, трудная проблема, и для нее нет единого рецепта. Национальное самосознание растет в пределах государственных границ, а технический прогресс, к сожалению, приходит в развивающиеся страны в виде деятельности транснациональных компаний, которые служат интересам эксплуатируемого меньшинства. Есть — полуфантастический. Транснационализировать транснациональные корпорации, обратив их в собственность Организации Объединенных Наций.

Корр.: Потребление информации в мире растет с каждым днем. Изменится ли что-либо, на Ваш взгляд, в начале 3-го тысячелетия? Будет ли создана единая информационная сеть (и как она будет устроена)?

А. П. Ершов: Рост потребления информации будет продолжаться еще очень долго. Средний человек еще очень ограничен по сравнению с реально существующей взаимозависимостью людей, и рост информированности еще себя не исчерпал. Мировая информационная сеть, благодаря спутниковой связи, существует уже в наши дни, однако информационная связь типа каждый с каждым и каждый со всеми в 2000 году будет еще существенно недостаточной, прежде всего в силу национальных и, что более существенно, социально-политических границ между основными экономическими системами.

Корр.: Что бы Вы хотели пожелать человеку XXI века?

А. П. Ершов: О достижении гармонии во взаимоотношениях человечества и природы я уже говорил, пожелаю еще хорошего знания истории и искусства прошлого.

Интервью с академиком А.П. Ершовым*

А. П. Ершов: Несколько слов о компьютеризации в нашей стране. Весной 1985 года было принято постановление Политбюро ЦК КПСС о введении компьютерной грамотности. С нового учебного года (1985–1986) в школах появился новый предмет — основы информатики и вычислительной техники. Предстояло организовать специализированные классы. Необходимо было разработать соответствующие машины и программы, подготовить преподавателей. Была поставлена задача — ввести 400–500 тыс. ЭВМ за пятилетку. Возникла необходимость выпустить учебники как для школьников, так и для учителей.

Корр.: Принимали ли Вы участие в составлении учебников?

А. П. Ершов: Да. Их всего 4, 2 — для учителей и 2 — для учеников девятых и десятых классов.

Корр.: Если я правильно понял, постановление было принято весной 1985 года, а осенью того же года в школах уже появился новый предмет?

А. П. Ершов: Да, здесь мы проявили оперативность, и учителя проходили подготовку летом. Учебники составляли с февраля до июля 1985 года.

Корр.: Сколько компьютеров находится сейчас в школах?

А. П. Ершов: В пределах 10 тыс. на 60 тыс. средних школ. К концу этой пятилетки мы планируем иметь кабинеты, оснащенные компьютерами, в каждой третьей школе.

Корр.: Это компьютеры отечественного производства?

А. П. Ершов: В основном, да. Но мы также покупаем машины за рубежом. В прошлом году, например, порядка 3 тыс. компьютеров ЯМАХА (Япония). Сейчас ведутся переговоры о новых поставках. Но мы считаем, что надо развивать главным образом вычислительную технику, которая отвечала бы запросам именно нашей страны. Например, система ИВМ признана во всем мире, но ее распространенность носит характер, если можно так сказать, технического империализма в смысле проникновения во все страны и подавления национальных технических школ и систем производства компьютеров, которые оказываются не в состоянии с ней конкурировать.

Корр.: Есть ли другие причины для развития национальной промышленности ЭВМ?

* Американские журналисты Ч. Озгуд и Р. Монгурфд из газеты «Chicago Tribune» взяли это интервью у академика Ершова во время их пребывания в Новосибирске 31 июля 1986 г. Машинописный текст. Архив, папка 322, листы 175–178.

А. П. Ершов: Да. Это политическая ситуация, многочисленные ограничения, налагаемые американской стороной на обмен научной информацией, технологией, специалистами.

Корр.: В Западной Европе бросается в глаза, что компьютеры прочно вошли в жизнь людей. Они установлены в большинстве контор, учреждений. О вашей стране этого сказать нельзя.

А. П. Ершов: Не секрет, что мы пока отстаем. Но вычислительная техника внедряется довольно быстро. Над этим сейчас трудятся многие организации. В течение этой пятилетки планируется ввести 1 100 000 ЭВМ. О темпах компьютеризации говорит, например, такой факт. Два года назад в нашей стране начал издаваться журнал «Микропроцессорные средства и системы». В 1984 г. он имел 5 000 подписчиков (в основном, инженеры, разработчики новых приборов и систем); в 1985 г. — 21 000, в 1986 г. — 53 000. Эти цифры о чем-то говорят.

Корр.: Внедряются ли ЭВМ в промышленность?

А. П. Ершов: Безусловно. В промышленности занято более 100 000 ЭВМ. Ежегодный выпуск вычислительной техники приближается к 8 млрд рублей. Мы сейчас стремимся к тому, чтобы выработать общую для страны систему, которая обеспечивала бы гибкость промышленному производству, быстро перераспределяла технические и человеческие ресурсы, внедряла новые методы и системы.

Корр.: Можете ли Вы пояснить это на конкретном примере?

А. П. Ершов: Сейчас существует временный коллектив, в который входят специалисты Академии наук СССР и промышленности из Москвы, Таллина, Новосибирска. Эта группа имеет договор на три года на закупку оборудования, выплату жалований. В течение этого времени она должна разработать комплекс устройств и систем, приближающий нас к компьютерам пятого поколения. В этот временный коллектив входит более ста человек. Кроме того, больше должно делаться в самой Академии наук. Для этого Академия наук должна установить тесные связи с промышленностью или иметь собственные производственные резервы.

Корр.: Существует ли проблема консерватизма?

А. П. Ершов: Да, приходится бороться с бюрократией, но это уже скорее социальный, чем экономический фактор. Здесь мы сталкиваемся с родом людей, неохотно принимающих все новое. Однако уверен, что их сопротивление преодолимо. Дело в том, что в нашей стране многие важные инициативы, компьютеризация в том числе, исходят от коммунистической партии. Во многом помогают средства массовой информации, формируя сознание

людей, делая его более гибким. Ведь люди в чем-то консервативны, а в чем-то могут чутко реагировать на новое, проявлять гибкость. К тому же, если новое становится законом, то выполнение его просто обязательно.

Корр.: Что Вы можете сказать о сотрудничестве в области компьютерной техники со странами СЭВ?

А. П. Ершов: Сотрудничество это весьма обширно и разнообразно. В нашей стране известны микропроцессоры, производимые в ГДР, болгарские дисковые накопители, польские принтеры, венгерские дисплеи. С другой стороны, наши системы для управления производством и сбора информации экспортируются в Болгарию.

Корр.: Я видел ваши системы в Болгарии, Венгрии. Надо сказать, что их уровень ниже, чем аналогичных устройств в Западной Европе.

А. П. Ершов: В целом, да. Хотя уже есть системы, которые отвечают мировым стандартам. В принципе, соревнование в области компьютеризации — для нас не самоцель. Главное — разработать системы, удовлетворяющие запросам нашего народного хозяйства.

Корр.: Не думаете ли Вы о создании Министерства ЭВМ? Кто в настоящее время занимается компьютеризацией?

А. П. Ершов: Сейчас за производство ЭВМ отвечают четыре Министерства: радиопромышленности, электронной промышленности, производства средств связи и приборостроения. Сейчас мы заняты организацией Комитета по информатике и вычислительной технике, со своим штатом и кругом полномочий, который размещал бы заказы на производство компьютеров, закупал ЭВМ, руководил их эксплуатацией и составлением программ.

Корр.: Не думаете ли Вы, что компьютеризация может иметь и отрицательные последствия?

А. П. Ершов: Возможно, но здесь компьютер не специфичен. Такое массовое явление, как телевидение, например, всегда имело сторонников и противников, плюсы и минусы, но оно прочно утвердилось в нашей жизни. Аналогично, компьютеризация тоже может иметь какие-то негативные стороны, но в целом приход ее неизбежен!

Как математика познает самое себя*

История науки знает немало примеров, когда молодой ученый, добившись крупных успехов в конкретной научной дисциплине, ощущает по достижении зрелого возраста потребность «остановиться, оглянуться», осмыслить свою науку в целом, понять ее связь с другими науками, ее место в мире человека. Такая работа обычно сначала проделывается «для себя», продолжая линию самоопределения, свойственную каждому взыскательному ученому. Если же специалист при этом ощущает свое общественное призвание и обладает определенными способностями к его реализации, то в результате у него появляется серия ярких сочинений, вносящих вклад в то, что можно назвать конкретной философией науки, т. е. философских методологических положений, окрашенных личным опытом автора.

Заметим, что появление подобного рода сочинений реализует не только потребность авторов. В еще большей степени это явление отражает потребность читателя, при этом не только молодого человека, стремящегося получить ориентацию и приобщиться к мудрости старшего, но и ровесника — коллеги из смежной науки, ощутившего необходимость преодолеть цеховую ограниченность и совладать с неделимостью объекта исследования с помощью синтеза идей из разных наук. Научно-популярная литература уже давно перестала быть всего лишь пищей ненасытной любознательности подростков или гимнастикой от лени у ума. Все в большей степени она помогает движению идей из одной науки в другую, противопоставляя единству мира единство научного метода.

Вышедшая недавно в издательстве «Советское радио» книга Юрия Ивановича Манина³³ под названием «Доказуемое и недоказуемое», как мне кажется, убедительно подтверждает сделанное выше общее наблюдение. Автор книги, старший научный сотрудник Математического института Академии наук СССР и профессор Московского государственного университета, по праву считается одним из наших ведущих математиков. Достаточно сказать, что Ю. И. Манину в 1968 году в его 30 лет была присуждена Ленинская премия за выдающиеся работы в области алгебраической геометрии.

Позволю себе сказать несколько слов об этой «основной» специальности автора. Конечно, было бы натяжкой буквально выводить предмет книги общего содержания из, как принято говорить, узких профессиональных интересов автора. Однако можно сказать без боязни ошибиться, что алгеб-

* Рецензия на книгу Манин Ю. И. Доказуемое и недоказуемое. — М.: Советское радио, 1979. Несколько сокращенный вариант опубликован в журнале «Природа». — 1980. — № 7. — С. 119—122. Машинописный текст, слева от руки дата 31.01.1980. Архив, папка 230, листы 157—164.

³³ Юрий Иванович Манин (р. 1937) — математик, член-корр. РАН (с 1990), директор Института математики имени Макса Планка в Бонне, продолжает оставаться в штате Математического института им. В. А. Стеклова РАН (с 1960).

раическая геометрия, одна из наиболее «реальных» и синтетических математических дисциплин, сформировавшая свой предмет на весьма наглядных представлениях, за последнее время претерпела существенную перестройку на основе аксиоматических теорий и «неклассических» полей. Тем самым она дает богатый материал для размышлений о сущности и единстве математического метода, о силе и пределах математического знания.

Приступим теперь к обзору книги. Прежде всего обращаем внимание на компактность книги (три главы объемом чуть меньше 10 печатных листов) и на ее оформление, характерное для массовых научно-популярных изданий. Это настраивает взявших книгу в руки на легкое чтение, что было бы заблуждением, от которого хотелось бы предостеречь с самого начала. Уже бегло пролистав книгу, мы увидим, что ее основу составляет математический текст — о его особенностях мы еще поговорим, — при этом очень далекий по стилю от «жвачки», к которой нас приучают кое-какие вузовские учебники.

Охарактеризуем с приближительностью, извинительной для краткой рецензии, математическое содержание книги. Ее основную часть (половина 2-й и вся 3-я глава) составляют доказательства двух знаменитых теорем современных оснований математики: теоремы Геделя о неполноте любой развитой математической теории и теоремы Геделя—Козна о независимости континуум-гипотезы от аксиоматики теории множеств.

Поясним сначала содержание теоремы Геделя. Любая строгая математическая теория — это формальный язык, позволяющий записывать некоторое множество символических формул, каждая из которых выражает определенный математический факт. В этом языке выделяется исходное множество формул-аксиом, а также определяются правила вывода, т. е. закономерного получения одних формул (теорем) из других (теорем и аксиом).

Для того чтобы придать реальной смысл формальной теории, или, как говорят, дать ей интерпретацию, для нее строится модель — некоторая система «конкретных» объектов, свойства которых могут быть проверены какими-то средствами, внешними к формальной теории. Например, свойства фигур из евклидовой геометрии можно описывать числовыми формулами. Тогда, скажем, теореме, выражающую свойство суммы углов треугольника, можно как доказать на основе аксиом, так и проверить, получив тригонометрическим путем нужную формулу.

Многие выдающиеся математики, от Лейбница в XVII веке до Гильберта в XX, видели высшую цель математики в создании такой всеобъемлющей формальной теории, в которой выражались бы все математические факты и были бы доказуемы все теоремы, истинность которых проверяется в подходящих моделях. Гедель нанес сокрушительный удар по таким слишком прямолинейным представлениям о всемогуществе математики, доказав, что уже в арифметике натуральных чисел, как бы ни строилась ее формальная теория, всегда будут существовать утверждения, истинность которых может быть проверена, но которые будут недоказуемы в этой теории.

Теперь несколько слов о континуум-гипотезе. Любые два множества сравнимы по мощности: либо они равномощны, либо одно «больше» другого. Мощность конечного множества равна числу его элементов, и добавление к нему уже одного элемента увеличивает его мощность. Для бесконечных множеств это не так: объединение даже счетного количества счетных множеств дает в результате множество той же мощности — счетное. Множеством заведомо большей мощности, нежели данное, является множество всех его подмножеств, или степень множества: это известная теорема Кантора. Им же и была высказана гипотеза, что мощность степени множества M — это ближайшая мощность вслед за мощностью M . Эта гипотеза получила название континуум-гипотезы потому, что из нее, в частности, следует, что континуум, т. е. множество действительных чисел, — это «наименьшее» несчетное множество.

С континуум-гипотезой произошла история, до некоторой степени аналогичная постулату о параллельных прямых в геометрии. После нескольких десятков лет тщетных попыток доказать или опровергнуть эту гипотезу Геделем и Коэном была доказана независимость континуум-гипотезы от аксиом теории множеств. Гедель построил систему так называемых конструктивных множеств, в которой континуум-гипотеза выполняется, а Коэн, с другой стороны, разработал метод «форсинга», или вынуждения, для построения моделей теории множеств, обладающих рядом замечательных свойств, в том числе содержащих несчетные множества мощности, меньшей континуума.

Доказательства указанных теорем требуют основательной подготовительной работы. Этим автор занимается в первых полутора главах: описывается формальный язык для аксиоматического построения математических теорий (язык предикатов первого порядка). Этот язык тут же применяется для описания двух формальных теорий, используемых в книге: арифметики (аксиоматика Пеано) и теории множеств (аксиоматика Цермело—Френкеля). На весьма скромной «жилплощади» автор без больших пробелов размещает основные факты теории моделей и доказательств, т. е. связи между формальными теориями и их интерпретациями, между выводимостью (доказуемостью) и истинностью. Изложение доводится до теоремы Геделя о полноте исчисления предикатов и теоремы Левенгейма—Сколема о существовании счетных подмоделей. В качестве основной модели теории множеств автор описывает систему множеств, известную под названием «универсума фон Неймана».

Неотъемлемую (а для некоторых читателей, возможно, и главную) часть книги составляют авторские «отступления», в которых он дает общенаучный и философский комментарий к излагаемому материалу, говорит о математическом методе и о математике в целом в ее связи с другими науками и ее роли в построении картины мира. Среди этих отступлений несколько особняком стоит экскурс в квантовую физику. Показанная в этом отступлении теорема о несуществовании скрытых параметров в квантово-

механической теории дает богатую пищу для размышлений о том, как математика предотвращает от произвольности взгляда на действительность.

Книга Ю. И. Манина представляет интерес уже одним своим появлением. Советские ученые не остались в стороне от формирования современных оснований математики, и ими получен ряд выдающихся результатов. Однако на книжной полке по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов до последнего времени переводная литература заметно теснила оригинальные тексты. Поэтому выход подобного рода книги, к тому же адресованной достаточно широкому кругу читателей, обращает на себя внимание.

Объективная подача материала является основой научной литературы, однако даже в математике может быть «авторская книга», как в искусстве, скажем, «авторский кинематограф». Жанр рецензируемой книги определить непросто, однако ее авторский характер — первое, что хочется о ней сказать. Автор вносит в нее, прежде всего, характерный стиль современной математической литературы: сжатый, упругий текст, в котором символы без всякой избыточности грамматически входят в связную речь; легкий синкопированный ритм изложения, несколько угловатого на первый взгляд, но зато очень экономного и «задиристого». Эта особенность авторской речи, естественно, наиболее заметна в отступлениях, говорит ли он о социальном акте «принятия доказательства», о «внутреннем» (интуитивном), «внешнем» (строго математическом) и «реалистическом» (физическом, природном) аспектах семантики математического текста или же знакомит нас с древнеисландскими кеннингами, предвосхитившими косвенную адресацию в современных языках программирования.

Чтение этой книги — дорогое удовольствие, что-то вроде горных лыж: при беззаботном подходе можно не только сильно потратиться, но и потерять здоровье. Если текст книги — это айсберг, то первое и беглое чтение «Доказуемого и недоказуемого» — это даже не обследование его надводной части, а только взгляд с самолета перед высадкой. Зато укрепившись на поверхности, пройдя ее вдоль и поперек и продравшись сквозь покров необозначенных ссылок и необъясненных терминов к внутренней структуре книги, мы сможем оценить четкость мысли, прозрачность изложения и глубину материала. Книга Ю. И. Манина — это не учебник, компромисс двух «обязанностей»: студента, которому надо освоить материал, и автора, который должен изложить его удобным для студента способом. Эту книгу прочитает тот, кто заранее захочет это сделать и кто готов приобщиться к авторскому видению материала и способу его подачи. Возможно, что сделать это будет не просто, но работа над книгой не только обогатит читателя знанием ряда коренных проблем математики, но и поможет ему в преодолении какого бы то ни было школярства при чтении математической литературы.

Признание за автором права написать книгу так, как ему хотелось, не мешая, тем не менее, оценить, как же он справился с им же поставленной задачей. Если взять за данное допустимый объем книги, за конечную цель —

теоремы Геделя и Коэна и за девиз — «никакой профанации», то тогда надо сказать, что книга в целом удалась. С особым искусством, по-моему, изложены теорема Геделя о полноте и вся третья глава, посвященная континуум-гипотезе. В то же время книге, на мой взгляд, не хватило некоторой скрупулезности в редакционной подготовке. Я не в претензии за недостаток перекрестных ссылок (книга невелика) или необъясненность ряда понятий (можно порыться в литературе). Мало того, при увлекательной подаче материала в целом, сама недосказанность ряда моментов играет свою побудительную роль, обращая читателя к продолжению знакомства с предметом по другим источникам.

В книге, однако, есть ряд технических погрешностей, которые не объяснить авторским замыслом: неполнота указателя, отсутствие списка обозначений, использование леммы Цорна без ее формулировки, внесение в оглавление звучного, но не объясненного в тексте слова «форсинг» и, наоборот, исчезновение из оглавления приложения об универсуме фон Неймана и т. п. К сожалению, типография не справилась с набором: в тексте много опечаток, к счастью, в основном исправимых, а кванторы всеобщности и существования, свисающие со строки вниз головой, вызывают к жалости. Есть в книге и ребусы. Я убивался с полчаса над обозначением x_i (которое на стр. 113 называлось i -й проекцией, а на стр. 120 i -й координатой), где i — элемент несчетного множества, а x — функция на этом множестве, пока не понял, что x_i — это константная функция, тождественно равная $x(i)$.

Надеюсь, что моя критика не отвратит потенциального читателя от знакомства с этой своеобразной и побуждающей к размышлению книгой. Специалисты по логике и основаниям математики найдут здесь немало полезного в способе изложения нескольких фундаментальных теорем и, надо полагать, не без интереса воспримут убедительную реализацию права каждого глубокого математика формировать и излагать свое понимание сущности математики и ее метода.

Для коллег-математиков эта книга — прямой и экономный способ познакомиться с развернутым и методологически полноценным изложением выдающихся достижений их собственной науки, представление о которых становится неотъемлемой компонентой математической культуры и кругозора.

Для учителей и преподавателей неторопливая и углубленная проработка этой книги станет благодарным трудом, который приобщит их к глубоким основам математики, укрепит их способность к чтению современной математической литературы.

Надеюсь видеть в качестве наиболее многочисленной категории читателей молодых специалистов из смежных наук и областей — инженеров, программистов, научных работников, которые, освоив вузовский курс наук, хотели бы перед лицом математизации их области деятельности сформировать собственное представление о сущности, силе и границах математического метода на основе непосредственного и активного знакомства с тем, как математика познает самое себя.

ОТЗЫВ*

об учебном пособии «Программирование»

Э. З. Любимского³⁴, В. В. Мартынюка³⁵, Н. П. Трифонова³⁶
М., «Наука», 1980, 604 с.

Московский государственный университет является наиболее авторитетным, в равной степени, создателем и хранителем форм и традиций преподавания многих новых учебно-научных дисциплин, отражающих и реализующих поступательное движение науки. Это в полной мере относится и к преподаванию программирования и других основ информатики. Курс принципов программирования, прочитанный профессором А. А. Ляпуновым в 1952/53 учебном году, заложил основы операторного метода и предопределил дидактику и структуру практически всех учебников программирования «первого поколения». Появившийся в середине 60-х годов учебник Е. А. Жоголева³⁷ и Н. П. Трифонова «Курс программирования» стал первым массовым учебником, ведущим обучение на основе алгоритмического языка, и воспитал не одно поколение программистов. С конца 60-х годов, сразу после формирования новой учебной специальности «прикладная математика» академик А. Н. Тихонов³⁸, возглавивший факультет вычислительной математики и кибернетики, с большой энергией и размахом побуждает своих преподавателей к написанию учебников по полному курсу прикладной математики, отражающих структуру и программы всех дисциплин учебного плана. Отрадно видеть, что в ряд этих учебников стал теперь и новый учебник программирования.

В этом учебнике отражена та область знания программирования, которая охватывает процессы машинной реализации, отладки и выполнения программ, выраженных на алгоритмических языках. Здесь почти не говорится о том, как надо составлять программы на пути от спецификации задачи к тексту на алгоритмическом языке. Было бы, пожалуй, неправомерно ставить в вину авторам отсутствие в этом учебнике таких новшеств, как спецификация,

* Машинописный текст, вверху слева от руки дата – 2.12.80, справа пометка – по просьбе Э. З. Любимского. Архив, папка 230, листы 200–202.

³⁴ Эдуард Зиновьевич Любимский (р. 1931) – д. ф.-м. н., профессор, зав. отделом ИПМ им. М. В. Келдыша. Специалист в области разработки, программирования и сопровождения сложных программных систем и баз данных.

³⁵ Виктор Владимирович Мартынюк (р. 1935) – к. ф.-м. н., с. н. с. ИПМ им. М. В. Келдыша.

³⁶ Николай Павлович Трифонов (р. 1925) – к. ф.-м. н., зав. кафедрой ВМК МГУ.

³⁷ Евгений Андреевич Жоголев (1930–2003) – д. ф.-м. н., профессор кафедры системного программирования факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ. Студенческий товарищ А. П. Ершова.

³⁸ Андрей Николаевич Тихонов (1906–1993) – академик, математик, специалист в области решения задач математической физики. Работал в ИПМ со дня его основания (1953) и до последних дней своей жизни. Профессор МГУ.

рекурсивные программы, абстрактные типы данных, модули, инварианты, пред- и постусловия, — этот материал, излагаемый в основном в спецкурсах, еще ждет надлежащей стабилизации и новых авторов. В то же время материал, вошедший в учебник, составляющий, так сказать, внутреннюю кухню программирования на ЭВМ, всегда будет нужен, особенно системным программистам.

В соответствии с авторской установкой значительную часть учебника составляют описания двух алгоритмических языков — Алгол 60 и Фортран и подробное изложение наиболее распространенных и устойчивых систем команд. Базовым языком учебника является Алгол 60. Существенно, что этот язык вводится раньше, нежели язык машины. Это позволяет не только более точно описать выполнение команд в виде фрагментов алголовских программ, но и, вообще, говорить собственно о программировании как о задаче реализации тех или иных языковых конструкций. Наличие отдельной главы (кстати, абсолютно правильно также вынесенной в начало учебника) о структуре данных не только сообщает читателю совершенно необходимые сведения, но и позволяет в дальнейшем весьма лаконично, не в ущерб ясности, дать представление о работе трансляторов и других системных программ, образующих математическое обеспечение ЭВМ. Весьма подробно описываются правила программирования на ассемблере и принципы его работы, хотя, возможно, не все преподаватели будут довольны ориентацией автокода на трехадресную систему команд. Несколько более фрагментарно выглядит последняя глава об операционной системе.

Главная ценность этого учебника — это его соответствие типовой программе двухлетнего курса программирования на ЭВМ. Материал, разрозненный ранее по разным источникам, объединяется общим подходом, хорошо проверенным в течение нескольких лет. Изложение материала почти везде простое и ясное, делающее учебник полезным для самостоятельного чтения. Особым достоинством является неторопливая и достоверная авторская интонация прямого обращения к читателю, основанная, прежде всего, на большом опыте и изложении материала из первых рук.

Можно было бы пуститься с авторами в спор по поводу тех или иных мест в тексте, могущих вызвать критические замечания, однако рецензент, который себя относит скорее к пишущим, нежели критикующим, считает их не очень уместными перед лицом общей положительной оценки этого большого труда. Авторы справились с задачей, которую себе поставили: кто может — пусть сделает лучше!

О рукописи Г. А. Звенигородского «Первые уроки программирования»^{*}

Автор данной книги, Геннадий Анатольевич Звенигородский³⁹, несмотря на свою молодость, является одним из еще немногих в СССР специалистов, обладающих реальным и глубоким опытом обучения детей подросткового возраста основам современного программирования. За его плечами десять лет кружковой работы, пять интенсивных курсов на всесоюзных летних школах юных программистов и, наконец, трехлетний опыт активного участия в рубрике «искусство программирования» в «Кванте», включая заочную школу программирования, которая вовлекла в активные занятия более тысячи ребят со всего Советского Союза.

Особенностью подхода автора является то, что, основываясь на минимальнейших языковых средствах, он сразу концентрирует внимание начинающего читателя на самых фундаментальных понятиях программирования: команда, имя, процедура, управление (последовательность, ветвление, рекурсия). Другим очень важным методологическим постулатом является диалоговый характер программирования, когда и создание и исполнение программы объединяются в общий процесс взаимодействия программиста и машины-робота. Третье существенное положение автора — это внимание к визуализации результатов работы машины в виде графической информации. Наконец, четвертое и, возможно, самое главное достижение автора в том, что он решительно преодолевает числовую маскировку ЭВМ, показывая широкую применимость машины в самых разнообразных обстановках и ситуациях для решения самых разных задач. Ребятам, обучающимся по Звенигородскому, отличает необычайная хваткость и безбоязненность, с которой они берутся за решение задач на ЭВМ. В то же время у них сохраняется критическое отношение к своим возможным ошибкам — уже просто в силу бескомпромиссности машины, которая, как необъезженная лошадь, сбрасывает программиста с хода решения задачи, не прощая ни малейшей ошибки.

Хотел бы подчеркнуть глубокую продуманность построения книги: когда Г. А. Звенигородский четыре с половиной года назад приехал ко мне в аспирантуру, его концепция обучения подростков программированию уже, по существу, сложилась. Тем более отрадно отметить, что этот подход оказался очень близким установкам одного из виднейших психологов и педагогов старшего поколения профессора С. Пейперта⁴⁰ с его языком ЛОГО для начального обучения.

^{*} Машинописный текст, слева от руки дата 01.06.1982. Архив, папка 230, листы 258–259.

³⁹ Геннадий Анатольевич Звенигородский (1952–1984) — м. н. с. отдела программирования ВЦ СО АН СССР.

⁴⁰ Сеймур Пейперт — профессор Массачусеттского технологического института (MIT), математик, один из пионеров создания искусственного интеллекта, один из

Я думаю, что дети (да и не только дети) будут читать книгу Г. А. Звенигородского с большим интересом и удовольствием. Она написана в форме прямого обращения к читателю, которому не потребуется больших усилий, чтобы ощутить себя в состоянии прямого контакта с автором и его работами.

Текст книги, возможно, потребует некоторой подработки в период редакционной подготовки, но эти поправки будут носить локальный характер.

Одобрив рукопись в целом, рекомендую ее для публикации в «Библиотеке Кванта».

В качестве возможного титульного редактора я предполагаю написать к книге предисловие, которое будет по структуре близко к этому тексту.

Отзыв*
о научной деятельности
старшего инженера Института прикладной математики
Сергея Сергеевича Камынина

Я знаю С. С. Камынина⁴¹ по его публикациям и лично с 1953 года. Работая в той же области науки, что и он, я имел благоприятную возможность быть свидетелем, а иногда и партнером, всех его наиболее существенных работ, внесших большой вклад в становление и развитие отечественного программирования.

Я позволю себе остановиться не на всех интересных работах С. С. Камынина, а лишь на тех, которые, выдержав испытание временем, оказали наиболее заметное влияние на идейный багаж и практику программирования.

В 1953–54 годах С. С. Камынин был одним из инициаторов и ведущим разработчиком первой в СССР «Программирующей программы». Это был также первый в мире транслятор, в котором осуществлялась определенная оптимизация объектного кода. В этой системе С. С. Камынин придумал и реализовал ряд существенных алгоритмов трансляции, но, пожалуй, наиболее важной была сама идея программирующего процессора — замкнутой программы, принимающей на себя всю заботу по получению и размещению в машине объектной программы, отправляясь от закодированного символического представления алгоритма — «схемы программы». Выполнив эту работу, С. С. Камынин вместе с другими авторами ПП-2 не только вошел в ис-

главных участников консультативного совета, занимавшегося созданием облика развивающей детской игры — конструктора LEGO.

* Машинописный текст, слева от руки дата 26.05.1978. Архив, папка 230, листы 46–47.

⁴¹ Сергей Сергеевич Камынин (1927–1986) — ст. инженер, с. н. с. ИПМ АН СССР, специалист в области информатики, один из основоположников таких ее направлений, как автоматизация программирования, искусственный интеллект, робототехника.

торию науки в качестве одного из пионеров автоматизации программирования, но и создал многолетнее научное направление по разработке систем программирования, хорошо послуживших как сотрудникам Института прикладной математики, так и многим другим программистам. В ряду этих систем следует особенно отметить транслятор с Алгола ТА-2, в котором, помимо многого прочего, была впервые в СССР систематически применена идея прагматов – интерпретируемых примечаний, улучшающих качество трансляции.

В середине 60-х годов С. С. Камынин совместно с Э. З. Любимским выдвинул идею универсального машинно-ориентированного языка, нашедшую свое воплощение в создании языка АЛМО и серии трансляторов как на этот, так и с этого языка. Идея подобного языка была к этому времени дискредитирована неудачей американского проекта Ункол, преследовавшего примерно те же цели. Тем более существенным было значительное достижение С. С. Камынина и его товарищей, которые не только преуспели в создании языка и в реализации ряда базовых трансляторов, но и создали на их основе первую в СССР практическую систему построения трансляторов, получившую название «Универсальной системы программирования».

Успех технологии построения трансляторов на основе языка АЛМО придал конкретность старой проблеме переноса программного обеспечения с одной машины на другую. Здесь мне хотелось бы отметить очень важную идею С. С. Камынина «внутренних диалогов в системе программирования» – очень гибкое и эффективное средство универсального и в то же время «прицельного» учета особенностей машины в процессе трансляции. Эта идея, реализованная в ряде систем, носит фундаментальный характер и находит свое применение не только в трансляторах.

В настоящее время С. С. Камынин успешно ведет работу по созданию программного обеспечения автоматических устройств, способных к планированию собственной деятельности и достаточно сложному взаимодействию с окружающей средой.

Научная деятельность С. С. Камынина неотделима от выдающихся работ Института прикладной математики в области применения ЭВМ и создания их программного обеспечения. Для всех этих работ показателен их коллективный характер. Это отражает не только организационные особенности любой большой работы по программному обеспечению, но и индивидуальные особенности научного стиля С. С. Камынина. Выдвигая идею, он прежде всего делает ее достоянием коллектива ближайших сотрудников, а после того как работа «становится на ноги» и набирает темп, концентрирует свои усилия на внутренней поддержке работ либо переключается на новые задачи.

Счастлив тот коллектив, который имеет в своей среде таких работников, хотя мы не можем не признать, что такая форма «внутреннего участия» в работе, особенно важная для многих разделов современной науки, не всегда соответствует некоторым сложившимся формам научного признания, тре-

бующим авторского подчеркивания и отсеивания от общего итога личного вклада.

Я позволил себе сделать это персональное наблюдение в адрес С. С. Камынина, потому что мне кажется, что в отношении этого заслуженного и авторитетного специалиста необходимо найти такую форму научной оценки его многолетней и плодотворной работы, которая не требует инициативы с его стороны.

Считаю, что С. С. Камынин безусловно достоин присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук «Гонорис Кауза».

Отзыв*

научного руководителя о диссертации
Д. Я. Левина «Система СЕТЛ — экспериментальная
реализация языка весьма высокого уровня»

Диссертации по системному программированию традиционно считаются трудными, вдвойне трудными — те, которые воплощаются в развитом и действующем программном продукте. Когда выдвигается на защиту работа, в основе которой лежит оригинальная реализация языка нового поколения объемом в 70 тыс. команд, это само по себе внушает определенное уважение.

Все же, характеризуя диссертацию, я хотел бы прежде всего отметить ту непринужденность, с которой была выполнена эта работа. В этом, конечно, прежде всего, заслуга автора, но мне хотелось бы сказать кое-что о предпосылках и контексте, в котором был достигнут этот успех.

Д. Я. Левин⁴² кончил НГУ, имея в качестве научного руководителя Алексея Андреевича Ляпунова, получив вкус к научной работе и первый опыт реализации системы программирования.

Вместо аспирантуры Д. Я. Левин отслужил два года в армии, что, с моей точки зрения, повлияло очень положительно на формирование характера и зрелость мышления диссертанта.

Д. Я. Левин начал работу над СЕТЛом в разгар принятия принципиальных проектных решений по системе БЕТА. Это была азартная коллективная работа с попытками решить сразу все проблемы, со столкновениями мнений, с разноплановостью исследований и прочими положительными и отрицательными сторонами большого проекта с активными участниками. Было самое время для свежего человека противопоставить этому конгломерату мобильный и компактный проект с одним руководителем и одним исполнителем. В то же время диссертант обратил себе на пользу ряд важных положений, сложившихся в проекте БЕТА: расчлененность конструкции трансля-

* Машинописный текст, слева от руки дата 05.04.1979. Архив, папка 230, листы 100—101.

⁴² Давид Яковлевич Левин (р. 1947) — зав. НИГ отдела программирования ВЦ СО АН СССР.

тора; хорошо описанные интерфейсы, выделяемые в отдельные компоненты системы, тщательное выделение машинно-зависимых частей, наличие нескольких языковых уровней и языковых входов.

В сочетании с выбором языка ЭПСИЛОН в качестве языка реализации это привело, в частности, к тому, что систему было легко писать и легко переделывать или развивать.

Первым результатом была высокая продуктивность работы: система была запущена в опытную эксплуатацию в очень короткий срок. Хорошая организация системы и ее отладки позволяли иногда делать до 15 продуктивных заходов на машину за день в пакетном режиме.

Вторым и весьма неожиданным результатом оказалась сравнительно высокая эффективность системы. На БЭСМ-6 с очень скромными ресурсами система СЕТЛ работала так же быстро и производительно, как и параллельная реализация СЕТЛа в США на машине CDC 6600. Результат этот имел значение почти политическое.

В течение 4-х лет система СЕТЛ на БЭСМ-6 является единственной реализацией языка весьма высокого уровня, находящей полезное производственное применение (от лингвистических процессоров до обучения школьников программированию). В свое время успех этой работы сыграл существенную роль в продлении соглашения о сотрудничестве с США на новый срок.

Еще одной особенностью хороших работ по системному программированию является их комплексность, многофакторность. Не всегда бывает легко указать главный результат работы: перечисление часто становится дробным. Надеюсь, тем не менее, что диссертант в сотрудничестве с оппонентами проведет для ученого совета такого рода анализ.

Мне кажется, что главным объективным результатом работы (хотя он и не ставился в качестве цели вначале) является то, что разработка системы СЕТЛ в совокупности с рядом других разработок в СССР сделала реальностью появление систем программирования нового поколения с входными языками высокого уровня, с органической способностью к диалоговой работе, с новыми алгоритмами трансляции, высоким темпом разработки и другими свидетельствами научно-технического прогресса.

Официальный отзыв*

о диссертации В. М. Брябрина

«Исследование и реализация систем диалогового взаимодействия человека и ЭВМ», предъявленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук

Перестройка деятельности, входящей в компетенцию ВАКа, оставив за советами роль молчаливых судей в процедуре защиты, задала много новой работы соискателям и оппонентам. В целом об этом увеличении нагрузки

* Машинописный текст, слева от руки дата. Архив, папка 230, листы 116–125.

жалеть не приходится, разбор работы соискателя становится более обстоятельным, процедура защит, полностью сохранив все свойства человеческих отношений, в то же время отодвигает проблему личной научной карьеры соискателя не то что бы на второй план, но делает ее как бы естественным следствием из стремления дать объективный анализ проделанной работы, отторгаемой от автора в виде статей, конструкции, и наконец, текста диссертации. Хорошая защита — это небольшой праздник науки, оставляющий у всех участников чувство глубокого удовлетворения. Я начинаю свой официальный отзыв с выражением уверенности, что работа В. М. Брябрина⁴³ и ее оценка научной общественностью оставят свой след в истории вычислительного дела в СССР.

Прежде чем говорить о конкретном содержании работы, кажется уместным очертить общие контуры исследования. Это тем более надо сделать, что вопрос о теме диссертации с самого начала станет, по-видимому, предметом определенной дискуссии с ее автором. Претензии к диссертанту — в том, что названием диссертации и подачей материала в аннотации и начале введения он создает впечатление предъявления читателю всеобъемлющего исследования по диалоговым системам. Только по мере продвижения по тексту встречаешь мимоходом сделанные оговорки или умолчания, которые ограничивают предмет работы. Конечно, здесь нет речи о том, что автор, замахнувшись на большое, не справляется с материалом. Просто диссертант, находясь в своей стихии, не тратит особых усилий, чтобы идентифицировать предмет исследования в каком-то одном месте. В работе отсутствует ряд важных определений, и об этом мы поговорим отдельно.

Можно попытаться определить тему диссертации одной фразой, хотя она и будет, естественно, несколько громоздкой: исследование и реализация универсальных систем диалогового текстового взаимодействия человека и ЭВМ в условиях крупных вычислительных центров с многокомпонентным программным обеспечением.

Такой подход оставляет за бортом очень многое: графические диалоговые системы, целевые системы на минимашинах, взаимодействия человека с процессорами реального времени, монопольные системы и кое-что еще. В одном месте автор очень выразительно формулирует сверхцель своей работы: «В идеале мы стремимся создать диалоговую систему, которая будет понятливым, трудолюбивым и аккуратным партнером человека, способным к выбору и принятию самостоятельных решений». Описываемый в данной диссертации вариант является одним из подходов к решению поставленной задачи. Разработка и опытная эксплуатация системы служит, с одной стороны, целям проверки научной теории, а также обеспечивает практические

⁴³ Виктор Михайлович Брябрин (р. 1937) — в 70-е годы сотрудник ВЦ АН СССР, в 80-е — руководитель проекта Спектр, ныне совладелец и директор по технологии компании Broad Street Software Group (Мэриленд, США).

нужды повышения производительности, функциональных возможностей и комфорта пользователей, общающихся с ЭВМ в режиме диалога.

Провозглашая такие цели, очень важно не забывать, что защита диссертации — это не только подведение итогов, но и трамплин для последующих работ. Вот почему определение границы исследования не менее важно, нежели раскрытие его содержания.

Говоря с другой стороны о предмете работы, я хотел бы, не откладывая, отметить, что диссертация, можно сказать, идеально соответствует проблематике специальности 01.01.10 — «Математическое обеспечение вычислительных машин и систем». Автор уверенно и безошибочно находит свое место в кругу специалистов по языкам программирования, операционным системам, математическим моделям языков и вычислений, искусственному интеллекту, выступая, прежде всего, в качестве конструктора математического обеспечения, режиссера-постановщика вычислительных работ в пестром ансамбле пользователей, системных программистов и аналитиков вместе с их проблемными областями и программно-аппаратными средствами. Это означает, и об этом надо сказать не стесняясь, — что большинство высказанных положений и принятых решений в диссертации носят интуитивный характер. Работая на стыке между математической моделью и реальностью, автор не столько выводит, сколько угадывает путь к успеху, опираясь на критерий практики в качестве главного средства обоснования. Различая искусство и целеустремленность конструктора и доказательную силу теоретика, я опять-таки хочу привлечь внимание членов ученого совета к тому, чтобы не смешивать разнохарактерные критерии при оценке работы по каноническим показателям актуальности, достоверности, новизны и научной ценности.

Наконец, я хотел бы высказаться о предмете работы, отталкиваясь на этот раз от собственно содержания диссертации. Автор разделил текст диссертации на две части (1) «Диалоговые системы: анализ и классификация используемых методов и средств» и (2) «Практическая реализация диалоговых систем на ЭВМ БЭСМ-6». Если слишком буквально следовать некоторым авторским формулировкам, можно опять-таки сместить акценты и ожидания в сторону от, как мне кажется, истинного центра тяжести работы. Может сложиться представление, что первая, основная часть содержит исследовательскую, чисто научную часть работы, а вторая — служит ее конкретным применением, доказательством практичности теории. Сам автор высказывается о соотношении 1-й и 2-й частей довольно расплывчато: «Предметом исследования в данной работе являются программные средства и методы построения универсальных и специализированных систем для обеспечения диалогового взаимодействия пользователей и ЭВМ. Одновременно с анализом возможных подходов к построению диалоговых процессоров равной мощности и универсальности дается описание практических систем, разработанных под руководством и с участием автора для машин БЭСМ-6 и PDP11/46».

Эта расплывчатость позволяет переносить акцент с одной части на другую, хотя, с моей точки зрения, если высказанную выше трактовку содержа-

ния работы принять всерьез, это делает позиции автора при чтении 1-й части весьма уязвимыми.

Я сам считаю собственно разработку двух описываемых систем, ПУЛЬТ и ДИЛОС, главным содержанием и достижением работы, ценным самим по себе, а не в качестве иллюстрации к чему-то другому. Не желая поэтому сражаться с врагом, которого, возможно, и не существует, я хочу лишь коротко сказать, почему 1-ю часть нельзя считать главной частью диссертации.

Во-первых, в ней сравнительно мало оригинального авторского материала, если не считать, конечно, авторского вклада в отбор и способ изложения. Материал, в основном, написан как вторичный, специально для диссертации, после разработки систем, и слабо пересекается с авторскими публикациями, в которых, кстати, достаточно много обосновательного материала, но непосредственно обслуживающего авторские разработки математического обеспечения. Для достаточно глубокого анализа диалоговых систем 1-я часть недостаточно полна: нет определений таких фундаментальных понятий, как диалоговая система, универсальная диалоговая система, диалоговый процессор, модуль данных, модель реального мира, хотя эти понятия постоянно используются, как сами по себе, так и их разные атрибуты. Не вычленено явно то, что можно было бы назвать концептуальными моделями диалоговых систем; в то же время у автора была соблазнительная возможность применить его методологию моделей внешнего мира к самому себе и описать свою базу знаний о диалоговых системах в виде серии более или менее четких фреймов. Местами складывается впечатление, что автору просто надоедает писать в общих терминах то, что все равно будет излагаться во 2-й части, и он либо сразу отсылает к разделам 2-й части, либо заполняет швы риторическими возгласами вроде «работа с текстовыми редакторами немыслима без использования какой-либо формы архива или базы данных» (стр. 59). В целом 1-я часть выглядит как добротный конспект спецкурса по диалоговым системам с несколькими вырванными страницами.

В то же время все становится на свои места, если считать, что 1-я часть носит служебный характер обзора и сводки архитектурных концепций автора, предваряющих основную часть работы. В таком качестве определенная выборочность изложения становится не только приемлемой, но и более целесообразной. Придерживаясь этой интерпретации, отметим в качестве достоинств 1-й части полноту обзора, интересную классификацию пользователей, хорошо организованную таблицу средств и объектов диалоговой работы. Лучшая глава 1-й части — третья, посвященная организации взаимодействия программ в диалоговом режиме, 4-я обзорная глава может служить примером компактного и в то же время весьма информативного введения к проблеме представления знаний и общения с ЭВМ на естественном языке.

Очевидной недоработкой 1-й части при ее суженной трактовке является недостаточный системный анализ размещения и работы с данными в диалоговых системах и отсутствие содержательного анализа языков реализации.

Система ПУЛЬТ достаточно хорошо известна, поэтому в отношении этой системы и ее изложения в диссертации я ограничусь лишь квалификационными комментариями. Будучи весьма начальным и подтвержденным многим внешним влиянием этапом в продвижении автора к конечной цели, она в то же время является неотъемлемой основой диссертации. И не только потому, что ДИЛОС реализован на системе ПУЛЬТ. Именно при разработке и развитии ПУЛЬТа автор проявил свои высокие качества исследователя, конструктора и организатора работ, принесшие ему репутацию одного из ведущих специалистов в СССР задолго до предъявления этой диссертации к защите. К выполнению этой работы и ее описанию у меня практически нет критических замечаний. Она развивалась единственно возможным (в своих условиях) способом «снизу вверх». В ней реализована масса удачных конструкторских находок. Перечислим лишь наиболее существенные, на мой взгляд, из них:

- правильно сформулированные и достоверно реализованные основные принципы разработки (стр. 101);
- удобная связь с подсистемами;
- хорошо продуманный интерфейс редактирующих программ с конкретными клавиатурами и соглашениями о кодировках;
- удобство диалогового взаимодействия с трансляторами;
- весьма эффективное управление оперативной памятью.

Бесспорным свидетельством успеха в разработке системы ПУЛЬТ является ее самостоятельная жизнь, развитие и обогащение вторичными системами, при этом в условиях достаточно активной конкуренции в развитии диалоговых систем для БЭСМ-6 и с участием разработчиков, не обязательно из круга близких сотрудников автора. Об успехе этих разработок говорит хотя бы перечень 8 кандидатских диссертаций по работам, либо выполненных на основе ПУЛЬТа, либо впоследствии с ним состыкованных. Очень интересной компонентой системы является подсистема СУБД-МАРС.

Автор описывает систему ПУЛЬТ весьма объективно, дает о ней четкое представление. В то же время исследовательская компонента диссертации могла бы быть усилена, если бы в ней были приведены и проинтерпретированы статистические данные о реальной жизни системы (системная статистика, интенсивность подкачек, интерфейс с пакетом, употребление языков и редакторов и многое другое). Можно было бы пожелать определенного сопоставительного анализа системы ПУЛЬТ с рядом зарубежных систем разделения времени, в частности, с пионерской разработкой CTSS, системами MULTICS и TSO. Это сопоставление помогло бы обоснованию ряда конструкторских решений в пульте, а также дало бы читателю дополнительную ориентацию в предмете. На уровне систем отладки был бы важен анализ ПЛ-овского отладочного компилятора.

ДИЛОС — это система, устремленная в будущее, и здесь я сразу же хотел бы отметить большую важность этого направления, начатого и развиваемого автором с большим подъемом и смелостью. Заимствовав ряд фундамен-

тальных идей и опыт первых систем, разработанных за последний десяток лет в США, автор в то же время вносит свой вклад в развитие диалоговых систем нового поколения.

Главный вклад автора состоит в ориентации этих систем на практическое применение. Первые системы в США были прежде всего орудием исследования или экспериментами типа «чтобы посмотреть». Указанная ориентация приводит к тому, что у автора ДИЛОСа выходят на первый план и получают оригинальное решение вопросы системной организации. Системотехника программных систем еще только начинает складываться, и поэтому мне самому трудно в сжатой и общепонятной форме охарактеризовать успех автора. К этому кругу вопросов я отношу общую структуру системы, выделение основных процессоров, выбор структурных объектов и определение степени их разнообразия, выработку иерархии объектов и программных процессов, градации переходов от проблемной ориентации к машинной зависимости, выделение внутренних уровней системы — в рассмотрении всех этих вопросов высшей сложности автор обнаруживает глубокую интуицию, умение «увидеть» работу системы во времени и пространстве, убедительность предлагаемых решений.

Очень серьезным достижением автора является конкретизация понятия фрейма. Из других аспектов ДИЛОСа я хотел бы отметить разделение базы данных на две компоненты, различающиеся по степени однородности заключенной в них информации, способность к формированию супер- и подструктур для каждого вида структурных объектов, точную методологическую трактовку различия в сцеплениях схем объектов и их конкретных «экземпляров», структурную избыточность, создающую основу для гибкости (но зато и требующую дальнейшего анализа), четкое выделение уровней взаимодействия с пользователем, отличающихся частотой и степенью изменчивости контекста, способ включения произвольных действий в качестве побочных эффектов или регламентированных вхождений.

Неотъемлемой компонентой ДИЛОСа и ему подобных систем являются логический процессор и процессор естественного языка. Очевидно, их положение в индивидуальных усилиях автора несколько периферийное, поскольку каждый из них представляет совершенно самостоятельные области исследований. Однако и здесь нельзя без похвалы отозваться о способности автора найти достаточно простые решения, находящиеся в хорошем балансе с общими возможностями системы. Мне особенно понравилось, как логический процессор, обрабатывая цепочки закономерностей, создает дерево действий.

В то же время в этой части диссертации есть ряд недосказанностей. Надо было бы больше места уделить обоснованию и развитию понятия фрейма, а также обсуждению перечня структурных объектов. Автор постоянно говорит о внутреннем Ф-языке, но не дает его явной спецификации, заставляя вообще думать о нем как о некотором «виртуальном» языке. Говоря о транзитивных сетях (кстати, перевод «transition network» как транзитивная сеть не

вполне удачен), надо было бы сослаться на коллегу Вельбицкого⁴⁴, который весьма активно развивает этот подход в качестве универсального метода обработки информации. Перечисляя внедренческие работы по ДИЛОСу, автор не раскрывает в диссертации собственного опыта использования и анализа этой системы.

Заключая анализ работы, можно заметить следующее.

Актуальность темы не подлежит сомнению. Диалоговый способ использования вычислительных средств сейчас становится основным способом работы на ЭВМ и является одним из главных компонентов государственных программ научно-технического прогресса.

Приведенный автором в заключении перечень результатов носит для меня в целом **достоверный** характер с отдельными оговорками, сделанными в предыдущей части отзыва. Достоверность подтверждается изучением текста диссертации, знакомством с публикациями автора, а главное, фактом реального существования и интенсивного использования созданных автором и его сотрудниками систем.

Созданные автором системы являются в целом новыми, не имеющими ни прямых предшественников среди систем математического обеспечения, созданных в СССР, ни прототипов за рубежом. Более конкретно элементы новизны отмечены выше по тексту отзыва.

На стр. 14 введения автор, в соответствии с требованиями ВАКа, был вынужден сам сформулировать научную и практическую ценность работы в трех пунктах.

Я не согласен с буквальной формулировкой 1-го пункта заключения, касающегося 1-й части, по причинам, изложенным выше. Этот пункт можно сформулировать в ослабленной форме, подчеркивающей вспомогательный характер 1-й части.

Я согласен со 2-м и 3-м пунктами заключения автора, хотя и не согласен, что через несколько лет системы типа ДИЛОСа уже должны будут стать **важнейшими** компонентами.

От себя я бы добавил в качестве очевидной компоненты научной ценности работы разработку архитектурных принципов построения базовых и проблемно-ориентированных текстовых диалоговых систем, подтвержденных рядом практических разработок.

Изложение работы в диссертации в целом безупречно. Автор демонстрирует большое искусство в подаче материала, его структурировании, подборе примеров, в способе описания сложных конструкций. Не проявляя никакой снисходительности и читая текст довольно внимательно, я нашел всего 18 мелких опечаток и порядка 20 погрешностей стиля.

Основные результаты диссертации опубликованы в ведущих всесоюзных и ряде международных журналах и сборниках и доложены представительным научным собраниям.

⁴⁴ Игорь Вячеславович Вельбицкий (р. 1930) — д. ф.-м. н., зав. отделом ИК АН УССР.

Автореферат, в пределах своего объема, достоверно раскрывает содержание диссертации.

Усилиями автора решена крупная научная проблема исследования и реализации универсальных систем диалогового текстового взаимодействия человека и ЭВМ в условиях крупных вычислительных центров с многокомпонентным программным обеспечением, при этом как на уровне базового, так и проблемно-ориентируемого и переносимого математического обеспечения. Эта проблема имеет важное народнохозяйственное значение.

Работа «Исследование и реализация систем диалогового взаимодействия человека и ЭВМ» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Виктор Михайлович Брябрин, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.10 – «Математическое обеспечение вычислительных машин и систем».

Телеграмма*

Москва В-333 ВЦ АН СССР,
Ученому секретарю А. И. Зенкину⁴⁵

Не имея возможности прибыть на окончание заседания совета, прошу зачитать телеграмму и приобщить ее к протоколу в качестве выступления в дискуссии.

Я уже отмечал, что работы и диссертация Брябрина стали заметным событием в развитии программирования в СССР, серьезно обсуждаемым как на заседании совета, так и за его пределами. Характер этого обсуждения побуждает меня, подтвердив основные положения моего отзыва, изложить дополнительные соображения в пользу положительного заключения.

Во-первых, работа обладает объективной установленной ценностью, особенно, в ее первой части. Объективность оценки проявляется в признанном улучшении способов работы на БЭСМ-6 в результате разработок диссертации, в широте их использования, в заметном количестве новых работ, выполненных на ее основе.

Оценка второй части работ требует определенной экстраполяции проработки, описанной в диссертации. Такая экстраполяция, однако, всегда необходима, если мы хотим судить о перспективности нового направления. Представление знаний на основе фрейма практически повсеместно признается многообещающим подходом, удачно сочетающимся с другими разделами ИИ. Особая ценность работы Брябрина в том, что она является одной из

* Машинописный текст, слева от руки дата 30.10.1979. Архив, папка 230, лист 138.

⁴⁵ А. И. Зенкин – к. т. н., ученый секретарь Специализированного совета по защите Д002.32.02 при ВЦ АН СССР.

первых разработок, придающих достоверность и конкретность гипотезе о фреймах.

Эти два основных результата являются крупным и признанным научным достижением, объем, значимость и способ изложения которого, по моему убеждению, вполне достаточны, чтобы удовлетворить в целом квалификационным требованиям к докторским диссертациям.

Критические замечания моего отзыва касаются способа изложения, трактовки отдельных положений, стыковки с некоторыми другими работами — т. е. наиболее подвижных и легко исправимых сторон работы. Там же, где критика касается сути дела, она носит характер пожеланий, отражающих актуальность темы и интерес к работе. Диссертант, возможно, облегчил бы себе жизнь, сосредоточившись на вещах, относящихся к сложившимся, отходящим с переднего края разделам науки. Такой подход, однако, не применим к интенсивно развивающимся научно-техническим направлениям, в которых продвижение вперед требует комплексного подхода, большого объема «черновой» работы по постановке эксперимента и движения по непроторенным направлениям.

Очень хотелось бы, чтобы неравнодушная и деловая критика не помешала бы высокому совету оценить по достоинству эту незаурядную, полезную и перспективную работу.

Отзыв официального оппонента*
о диссертации Иосафа Семеновича Ладенко⁴⁶,
представленной на соискание
ученой степени доктора философских наук

Я не знаю, часто ли специалисты-«предметники» приглашаются на философские форумы, но для меня — это первое выступление перед аудиторией профессиональных философов, с тех пор как я 24 года назад сдал экзамен кандидатского минимума по философии. В то же время мой предмет — вычислительное дело, создание и применение ЭВМ — не только в высшей степени нуждается в хорошей философской подкладке, но и сам, своим существованием и развитием оказывает сильное обогащающее влияние на философию на основе признания того факта, что понятие информации и ее обработки становится в ряд наиболее фундаментальных философских категорий.

* Машинописный текст, слева от руки дата 12.11.1979, справа от руки пометка: «Написан 10–11.11.79, напечатан 11.11.79, проверен 11.11.79, передан диссертанту 11.11.1979, передан в Совет 12.11.1979. Архив, папка 230, листы 141–148.

⁴⁶ Иосаф Семенович Ладенко (1933–1996) — д. ф. н., профессор, сотрудник ИЭиОПП СО АН СССР.

Это обстоятельство приводит к некоторой двойственности в моей позиции на этой защите: с одной стороны, я заинтересован в предмете и занимаю активную позицию по ряду вопросов, обсуждаемых в диссертации; с другой стороны, я не могу ни в коей мере признать себя специалистом-философом, даже если говорить о философии информатики так же, как говорят, скажем, о философии физики. Конечно, я постарался подвергнуть прочитанный мною текст научному анализу, но анализу, прежде всего с позиций моей науки, прибегая к философской терминологии не более чем в стиле и рамках «стихийного» материалиста и диалектика.

В частности, я заведомо не смогу помочь ученому совету в сопоставлении работы диссертанта с другими работами и учениями, имеющими отношение к предмету исследования. В моей оценке диссертационной работы главным будет эффект узнавания — т. е. подтверждения тех эмпирических наблюдений или конкретных положений, которые составляют основу моего профессионального мировоззрения.

Приступим к обзору основных положений диссертации. Прежде всего я хотел бы подтвердить актуальность темы, поднятой диссертантом. Затрагивая, в рамках классификации основных разделов философии, главным образом теорию познания, она, тем не менее, получила свое специфическое развитие прежде всего благодаря новой реальности, пришедшей на сцену вместе с появлением ЭВМ. Автор и сам говорит об этом во многих местах. По существу, диссертация пытается охарактеризовать в терминах философских категорий общий контекст, в котором применяются ЭВМ. Никакое другое техническое средство не пронизывает так много видов человеческой деятельности и не взаимодействует с ними так тесно, как вычислительная машина. Эта универсальность делает ЭВМ, одновременно, очень своеобразным, в то же время неспецифичным, орудием труда, придавая тем самым всем аспектам своего применения самый фундаментальный характер. И если мы можем говорить о «машинной» математике, об «искусственном» интеллекте, то я совершенно не представляю себе «машинной» философии. Тем самым, в дополнение к признанию актуальности работы, я подтверждаю безошибочность ее отнесения к основной проблематике диалектического материализма.

Далее, я хотел бы отметить фундаментальный характер работы. Автор ввел в литературу весьма широкое и новое понятие интеллектуальной системы, существенно обогатил такие важные философские категории, как модель и моделирование, и подверг эти понятия весьма подробному анализу, в сопоставлении как с разными формами человеческой практики, так и с основными категориями и понятиями теории мышления. Работа, безусловно, затрагивает коренные вопросы теории познания и проливает свет на некоторые недостаточно изученные и в то же время весьма актуальные проблемы, например, переход от знания к умению, от концептуальной модели к операциональной — что имеет прямое отношение к тезису о науке как о непосредственной производительной силе.

Все принципиальные положения автора содержатся во введении. Написанное непривычным для свежего читателя высоким, но быстро вызывающим к себе уважение стилем, введение четко вкладывает концепции автора в общее русло теории познания диалектического материализма. Наиболее важными положениями диссертации я полагаю следующие:

- (1) Трактовка процесса познания и применения знаний как оперирования с моделями.
- (2) Понятие интеллектуального процесса как целенаправленной деятельности, вовлекающей логические, семиотические и физические средства.
- (3) Органическое объединение в концепции интеллектуального процесса человеческого интеллекта и технических средств с выделением семиотической системы как общей сети, охватывающей взаимодействие человека и машины.
- (4) Трактовка имитационного моделирования как особой формы познавательной деятельности.
- (5) Однопорядковость, историческая относительность сочетания естественных и технических средств в процессе познания, находящая свое выражение в существовании гибридных интеллектуальных процессов.
- (6) Трактовка стремления к исчерпывающему знанию как смены моделей, составляющих последовательные приближения, и связанных с этими моделями версий интеллектуальных процессов.

Отдельно я хотел бы выделить положение, которое в равной степени можно считать и основанием, и приложением диссертационной работы, — это рассмотрение самого процесса познания в принятой автором структуре интеллектуального процесса, представленное в схематической форме в последней главе.

Охарактеризую, далее, более частные положения, развиваемые автором в главах диссертации.

В главе «Гносеологическая структура имитационного моделирования интеллектуальных процессов» главным содержанием является развернутая аргументация тесной связи имитационного моделирования с познавательной деятельностью и полезности трактовки интеллектуальных процессов как имитационных моделей. В разделе 1.2, в частности, хорошо раскрыта инструментальная роль имитационной модели, которая, с одной стороны, превращает знание в действие, а с другой стороны, служит уже в сугубо познавательной деятельности каналом, по которому реализуется критерий практики. Весьма выразительно представлена цепочка перехода от содержательного анализа проблемы к использованию модели: понятие — формализация — символизация — уравнение — модель — инструкция к применению. Заслуживает одобрения настойчивость автора в подчеркивании «всепроницаемости» знаковых систем во все уровни мыслительной деятельности.

Вторая, третья и четвертая главы, по существу, посвящены понятийному анализу познавательных и, вообще, мыслительных процессов в рамках системы представлений об интеллектуальных процессах и имитационном моделировании. Часть этого материала, по-видимому, содержит как бы переизложение ряда фактов с использованием понятийного аппарата автора. Часть материала выглядит как отголоски некоторых менее известных мне дискуссий, например, о том, изучает ли логика мышление или нет. В то же время, по-видимому, многие положения автора являются новыми.

Я хотел бы обратить внимание на систематичное и целеустремленное проведение принципа заменимости (естественно, в четком контексте рассматриваемой модели) человека и устройства; трактовку системного подхода как взаимодействия нескольких семиотических систем (2.1); весьма точный и ясный для любого программиста анализ соотношения именованности и замещенности (2.2); правомерность изучения логической формы задач (это сейчас целый раздел в программировании) (2.4); поучительную пропорцию «интуиция/дискурсия = эвристика/алгоритм» (3); учение о наглядности как предпосылке логического анализа (3.1); различение осмысленной и неосмысленной формализаций (3.3).

О роли пятой главы, в которой дается схемное представление ряда познавательных процессов, я уже говорил. Для меня также было интересно обнаружить систематическое употребление понятия «программа» как операционального носителя знания и средоточия связей между интеллектом, семиотическими средствами мышления и составом физических средств в имитационной системе (5.4).

Заканчивая, так сказать, согласительную часть отзыва, хотелось бы отметить, что многие положения автора побуждают к обширной дискуссии. Конечно, большая часть вопросов, которые можно было бы поднять, связана с тем, что материал диссертации, несмотря на свою многомерность и насыщенность, в общенаучном плане лишь приоткрывает дверь в почти нетронутую область философии. Вспомним, что диалектический материализм сложился через двести лет после Ньютона и Лейбница, через сто пятьдесят лет после Эйлера, через сто лет после французских просветителей, на плечах Фейербаха и Гегеля.

Сейчас же контуры научно-технической революции еще только складываются, учение о развитом социализме зреет у нас на глазах, а если говорить ближе к теме, то история вычислительной техники едва насчитывает 30 лет. В то же время масштаб и динамика современных процессов несколько не уступают масштабам обстановки XIX века. Поэтому и обсуждаемая диссертация — это всего лишь конспект той новой главы теории познания, написание которой потребует усилий не одного десятка людей. Поэтому, хотя, как я уже сказал, новизна и масштабность работы провоцируют читателя на размышление и дискуссию, я ограничу свои замечания лишь вопросами, на которые можно надеяться получить ответ в ходе защиты.

Говоря во введении о методологии исследования, автор ограничился ссылками на ряд созвучных ему положений классической литературы. В то же время диссертант не сформулировал явно одно из своих основных методологических положений, состоящих в том, что он исследует интеллектуальные системы методом логического анализа. Соответствующие методологические положения рассеяны почти по всему тексту диссертации, само слово «логика» и, в особенности, «логический» используются постоянно и не всегда в одном и том же смысле. Более четкая и явная трактовка логического метода углубила бы рельефность изложения.

Во введении не вполне удачно, на мой взгляд, разделены цели и задачи исследования. То, что автор называет задачами, более естественно назвать содержанием исследования.

У меня сложилось впечатление, что иногда автор слишком жестко разграничивает сферы влияния психологического и логического подходов к изучению процессов мышления. Может быть, это оговорка, но у него сказано (стр. 110):

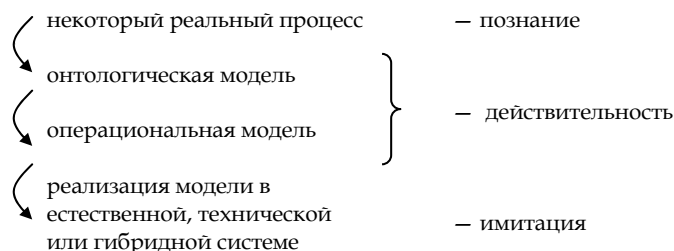
«...В логических моделях представляются такие свойства мышления, которые не зависят от его психологических, физиологических и иных свойств, связанных с функционированием нервной системы человека». Мне же кажется, что психология, так сказать, отрабатывает не только свойства нервной системы человека, но и многие черты его поведения, обусловленные социально и интеллектуально. А с другой стороны, даже если говорить о машинных системах, то в них возникают своеобразные психологические проблемы, например, «психологический» образ машины в диалоге.

В четвертой главе автор, говоря об эволюции интеллектуальных систем, создает впечатление, что адаптация состоит в усложнении и обогащении системы (стр. 223). В то же время нередко более глубокое знание упрощает модель. Этому можно найти немало примеров в истории науки.

Диссертант во введении постоянно говорит об интеллектуальных процессах в решении «научных и управленческих» задач. Конкретизируя ряд интеллектуальных процессов в последних главах диссертации, автор приводит в качестве иллюстрации познавательные и другие научно-исследовательские процессы, практически нигде не говоря о процессах управления, т. е. процессах применения знания. Для меня, как практика, эта связь видна, и, фактически, автор говорит о них, затрагивая операциональный уровень интеллектуальных процессов. Надо было бы, однако, подвергнуть это понятие более явному анализу.

Как ни странно, в диссертации помимо термина «логический» есть еще один термин, употребление которого не всегда ясно. Этот термин «имитационный». Автор, правда, во введении предупреждает читателя о двойственности в употреблении этого термина. Я в процессе чтения сконструировал для

себя модель, которая была для меня однозначной и удовлетворительной. А именно:



Если реальный процесс — это, скажем, экономическое развитие, то реализация модели — это обычная система имитационного моделирования. Если реальный процесс — это игра в шахматы, то имитация — это шахматная программа. Если реальный процесс — это процесс мышления, то реализация операциональной модели мышления — это имитационная система в смысле автора.

Мне было удобно с такой версией понимания, пока на стр. 210 я не прочел, что имитационные системы моделей являются **разновидностью** онтологических.

Еще одно замечание по тексту в целом. Большой объем материала и желание осветить исследования всесторонне привели к тому, что в тексте остались почти исключительно общие положения.

Очень мало примеров, очень мало иллюстраций. В результате, несмотря на высокую систематичность изложения, текст диссертации становится доступен только тому, кто уже сам думает всюду над этими вопросами и к тому же в сходных терминах. Я думаю о многом из того, о чем пишет автор, но все же и мне не все оказалось доступно в этой работе, в частности, раздел 3.4 о рефлексивном моделировании. Иногда автор предпочитает, если можно так выразиться, осторожные формулировки, без особой нужды увеличивая глубину ссылок в оборотах. В качестве примера могу привести фразу из предисловия: «Такие представления являются методологическими предпосылками целенаправленного развития и применения моделирования интеллектуальных процессов в качестве метода научного исследования и управления». Все правильно, но уровень рассмотрения иногда теряется. Такой «отступ» от конкретности, возможно, является характерным для уровня общности, на который претендует философское сочинение, но, с другой стороны, иногда делает язык сочинения пресным и не стимулирующим читателя.

Сделанные замечания, однако, не влияют на общую положительную оценку диссертации. Отдельные недочеты изложения легко исправимы, а поднятые вопросы могут быть сняты в ходе дискуссии.

Работа в целом носит творческий характер, представляет собой солидное исследование, вносящее существенный вклад в теорию познания диалектического материализма, отвечает актуальным потребностям философского осмысления процессов автоматизации интеллектуальной деятельности, характерных для современной научно-технической революции. На основе разработанных автором концепций можно ожидать как дальнейшего углубления ряда вопросов теории познания, так и проведения прикладных исследований, касающихся более конкретных философских проблем применения ЭВМ. Я не знаю, признаны ли работы диссертанта в качестве самостоятельного направления в философских кругах, но в моем представлении и на основе знакомства с работами И. С. Ладенко в течение последних 10 лет могу с определенностью охарактеризовать его работы как оригинальные, содержащие не только рассмотрение ряда вопросов, но и постановку новых проблем, ранее не обсуждавшихся в известной мне философской литературе.

Полагаю, что работа «Методологический анализ моделирования интеллектуальных процессов» удовлетворяет требованиям инструкции ВАК СССР, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Иосиф Семенович Ладенко, заслуживает присуждения ученой степени доктора философских наук по специальности «диалектический и исторический материализм».

Отзыв научного руководителя*
о диссертации Звенигородского Г. А.
«Математическое обеспечение школьного учебного процесса
(средства формирования операционной обстановки)»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.01.10 «Математическое обеспечение
вычислительных машин и систем»

Так уж повелось, что на нашем совете преобладают кандидатские диссертации, в основу которых положены исследование и разработка большого объема, подытоживающие протяженный период работы соискателя, выполненной, так сказать, на его рабочем месте. Работа Г. А. Звенигородского по своему калибру не выделяется из этого ряда, но тем более хотелось бы подчеркнуть, что эта богатая содержанием диссертация выполнена совсем молодым человеком, только что окончившим очную аспирантуру, в которую он поступил вскоре после окончания института. Невзирая на молодость, Г. А. Звенигородский пришел в аспирантуру со вполне сложившимися интересами, будучи весьма воодушевленным опытом кружковой работы со

* Машинописный текст, слева от руки дата 25.01.1981, справа от руки пометка: «Совету по защите». Архив, папка 230, листы 207–208.

школьниками в Харьковском дворце пионеров. Это определило, так сказать, предметную область исследования.

В целом диссертация Г. А. Звенигородского относится к исследованиям новых, перспективных применений ЭВМ. Естественно, что в таких случаях ряд предпосылок к работе носит гипотетический характер. Хотел бы сформулировать некоторые заданные диссертанту гипотезы, относя их выдвижение к ответственности научного руководителя.

Гипотеза первая. В перспективе наступит такое время, когда вычислительный класс в средней школе будет так же обычен, как спортзал, физический кабинет, химическая лаборатория или мастерская.

Гипотеза вторая. Программирование должно быть не только и столько учебным предметом, сколько органическим **средством** учебного процесса (операционная обстановка — по выражению, используемому диссертантом).

Гипотеза третья. Программирование должно быть не только инструментальным средством учебного процесса, но и источником некоторых фундаментальных понятий, навыков и умений, образующих то, что называют операционным мышлением.

В справедливости первой гипотезы я чувствую себя довольно твердо. Что до второй и третьей, то здесь, кроме чисто профессиональных аргументов, должны быть представлены серьезные аргументы специалистов по психологии развития и педагогов. Не отнимая времени у ученого совета, могу лишь сказать, что большой интерес педагогов и психологов к роли ЭВМ и фундаментальных понятий информатики в воспитании молодого человека был не только приятен, но и удивителен. Могу лишь заметить, что один из часовых докладов (профессора Пейперта) на последнем Конгрессе ИФИП 81 был посвящен исключительно этой теме. Другим, очень интересным совпадением было обнаружение того внимания, которое педагоги и психологи уделяют учебному процессу младших школьников, подчеркивая необходимость выработки умения у ребенка формировать **теорию** предмета обучения (см., например, выступление президента АПН проф. Столетова в «Литературной газете» от 21 января с. г.).

Мне думается, что с задачей обоснования проектирования, разработки и испытания общего математического обеспечения школьного учебного процесса **в рамках указанных гипотез** автор справился превосходно.

Естественно, не так просто делать в настоящем работу, направленную в будущее. Нужно не только развивать идеальную схему, но и приспособлять ее к условиям эксперимента, проводимого в сегодняшних условиях. Также естественным является то, что созданное программное обеспечение является лишь фрагментом мыслимого состава программной поддержки школьного учебного процесса. Тем более я считаю сильной частью работы ее обосновательную аналитическую часть, в которой автор отважно пытается рассмотреть проблему в целом. Это может сделать отдельные положения диссертации более уязвимыми для конкретной критики, но зато и дает диссертанту

преимущества более полного владения предметом, что весьма важно на будущее.

Я очень надеюсь, что ученый Совет поддержит эту интересную диссертацию, расширяющую наши представления о роли ЭВМ.

Отзыв научного руководителя*
о диссертации Николая Васильевича Кулькова⁴⁷
«Организация многомашинного вычислительного комплекса
и анализ его работы»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Я поддерживаю работу Н. В. Кулькова прежде всего по конечному результату: в Сибирском отделении эффективно работает один из крупнейших в СССР уникальный вычислительный комплекс, стабильно предоставляющий разнообразные информационно-вычислительные услуги большому кругу пользователей. В этот комплекс входят многомашинная система коллективного пользования общего назначения на базе нескольких ЭВМ БЭСМ-6, система вывода графической информации и система обработки аэрокосмических изображений. Решающая роль Н. В. Кулькова в создании этого комплекса для меня несомненна.

Появление подобного рода комплексов, интегрирующих многие научно-технические достижения и радикально улучшающих способы использования вычислительных средств, всегда фиксировало ступени прогресса вычислительной техники в СССР. Достаточно вспомнить крупнейшие вычислительные системы ОИЯИ (Дубна), Института кибернетики Украинской академии наук (Киев), Института прикладной математики и Московского государственного университета (Москва), Вычислительного центра и ЦАГИ и другие. Создание таких комплексов — это итог коллективной работы многих специалистов и использование многих научно-технических результатов, однако успешное преодоление трудностей разработки, безошибочный учет многих специфических факторов всегда выделяли в среде коллектива ведущих конструкторов, заслуженно претендующих на общественное признание их большого личного вклада в общее дело.

Организация вычислительных работ в ВЦ, ставшая возможной в результате обсуждаемой разработки, настолько естественно вошла в наше представление о Вычислительном центре, что нам даже трудно представить, что многое здесь могло бы быть совсем другим и значительно менее удобным для

* Машинописный текст, слева от руки дата 15.06.1981, справа от руки пометка: «Совету по защите (ИМ)». Архив, папка 230, листы 234–235.

⁴⁷ Николай Васильевич Кульков (р. 1938) — главный инженер ВЦ СО АН СССР.

работы, как это, к сожалению, имеет место во многих вычислительных центрах.

Это эффективное функционирование ВЦ стало возможным в результате серии нетривиальных технических решений, рассмотренных в диссертации и подкрепленных интенсивной практикой использования комплекса и необходимыми измерениями. Я лично к ним отношу следующие основные положения. В части системы коллективного пользования — это успешное объединение пакетной и терминальной обработки и организация операционного зала как пример весьма удачного учета человеческого фактора в организации вычислительных работ. В части системы графического вывода — это безбоязненное внедрение автономного режима использования графических устройств при сохранении достаточно высокой степени оперативности и универсальности их применения. В части системы обработки изображений — это демонстрация высокой квалификации автора, позволившая задействовать большой объем разнообразного оборудования и обеспечить его постоянную связь с центральным вычислительным комплексом, опять-таки без заметной потери производительности последнего.

Хотя система в целом является уникальной, однако многие технические решения, подкрепленные положительным опытом их эксплуатации, могут уже в рецептурном стиле быть использованы в аналогичных разработках.

Как научный руководитель и член ученого совета я призываю моих товарищей по совету поддержать эту интересную и полезную работу в качестве диссертации.

Способность ученых советов объективно оценивать и продвигать подобного рода работы придаст их конструкторам дополнительные стимулы к тому, чтобы находить темы для диссертаций в реальном деле, а не наоборот, смелее внедрять новые научные идеи и интересные технические решения, избегать шаблонных приемов в решении трудных задач, усилит проектное начало в прикладных академических исследованиях.

Отзыв научного руководителя^{*} о диссертации Ю. П. Вишневого⁴⁸

«Аппаратные и программные компоненты вычислительных комплексов с развитой терминальной сетью»

В основе диссертации лежат две конструкторских разработки: мультиплексор ввода-вывода для БЭСМ-6 и кольцевая магистраль для комплексации ЭВМ друг с другом и с внешними устройствами. Одна из них (мультиплексор) вошла в состав терминальной сети, развернутой сначала в ВЦ СО АН

^{*} Машинописный текст, слева от руки дата 06.09.1981. Архив, папка 230, листы 242–244.

⁴⁸ Юрий Леонидович Вишневецкий (р. 1937) — с. н. с. ВЦ СО АН, затем ИСИ СО РАН.

СССР, а затем в НФ ИТМ и ВТ вокруг БЭСМ-6, и стала, тем самым, ключевым моментом в обеспечении режима коллективного пользования этой машиной; другая (магистраль) — явилась экспериментальной работой, прошедшей натурные испытания. Уместно сказать наперед, что придало этим разработкам исследовательский характер, закономерно воплотившийся в данной диссертации.

Во-первых, работа автора неразрывно связана с общей целью разработок, определивших развитие вычислительных средств в ВЦ СО АН и повлиявших на ряд других проектов в академии, вузах и промышленности. Приставка к М-20, автооператор, АИСТ-0, многомашинный комплекс на «Уралах», производственный комплекс БЭСМ-6 на общем поле дисковой памяти, ВЦКП СО АН, проект МАРС — уже сам факт работы автора в таком интенсивном контексте побуждал его к сознательно выбранному, критически осмысленному подходу к своему делу.

Вторым обстоятельством, усугубляющим сложность стоявших перед диссертантом задач, но в то же время помогающим избегать произвольных решений, явилось то, что базой и объектом его разработки были серийные вычислительные средства, слабо приспособленные к организации терминальной работы и в то же время не допускающие внесения в их конструкцию существенных переделок.

К этим двум внешним предпосылкам диссертации следует добавить несколько черт, характеризующих собственный стиль работы диссертанта.

Здесь прежде всего хотелось бы отметить свободное владение диссертантом разными приемами и компонентами конструкторской работы. Несколько упрощая, можно сказать, что в создании мультиплексора автор успешно продемонстрировал способность к «чистому» конструированию в стесненном окружении серийной машины, а в разработке кольцевой магистрали проявились архитектурные способности при проектировании многокомпонентного изделия и умение хорошо использовать стандартные узлы КАМАКа. Затем, каждая из этих разработок показала, что автору в равной степени подвластны как аппаратные, так и программные решения. Наконец, хозяйское владение этими приемами и компонентами дало возможность диссертанту применять их в свободном сочетании, ограничиваемом лишь чистыми обстоятельствами эффективности и целесообразности.

Обращает на себя внимание щепетильная добросовестность автора в обосновании принимаемых проектных технических решений и оценке их целесообразности. Не все из этого анализа нашло свое отражение в тексте диссертации, но сказанное подтверждается, в частности, тем, что даже в каком-то смысле побочные или, точнее, вторичные результаты работы получили самостоятельную жизнь за пределами объекта разработки. Здесь достаточно указать на управляющий КАМАК — процессор и серию подпрограмм в ОС ДИСПАК.

Мне нет необходимости анализировать и оценивать конкретное содержание диссертации. Скажу лишь, что лично мне больше всего нравится часть

работы, посвященная кольцевой магистрали и связанным с ней компонентам. Это наиболее оригинальная и целостная часть, в которой в наибольшей степени воплотились способности автора к комплексному подходу в программно-аппаратной реализации проекта, а конструкция узла кольцевой магистрали (УКМ) просто красива! Можно полагать, что идеи автора, вложенные в эту разработку, получат в будущем свое дополнительное воплощение и развитие.

Хотел бы только отмежеваться от совершенно неудачного термина «рекорд», выбранного автором для обозначения буфера обмена данными с терминалами.

Представленная ученому совету диссертация отражает более чем десятилетний период исследовательской и конструкторской деятельности Юрия Леонидовича Вишневого. Накопленные им за это время научный потенциал и опыт позволили ему в последние годы стать одним из ведущих конструкторов перспективного процессора нового поколения, разрабатываемого в рамках проекта МАРС. Нет никаких сомнений, что диссертация Ю. Л. Вишневого достоверно отражает этот потенциал и заслуживает полного одобрения.

Отзыв*
о диссертации Г. Д. Чинина⁴⁹
«Разработка системного программного
обеспечения языковыми средствами высокого уровня»

Поскольку предполагается выступить с этим отзывом в контексте общей дискуссии, я позволю себе ограничиться лишь некоторыми оценочными суждениями.

Работа Г. Д. Чинина является одной из немногих, которые реально меняют и наш окружающий мир, и наше отношение к нему. Изменение окружающего мира состоит в создании программного обеспечения большого объема, достаточно надежного и эффективного с невиданной ранее для нашей практики продуктивностью. Созданные программные комплексы не только дееспособны, они реально и интенсивно используются, осуществляя опять-таки невиданное у нас ранее опережающее создание математического обеспечения.

Изменение нашего отношения к миру состоит в том, что мы сегодня точно знаем то, о чем вчера могли лишь предполагать. Мы теперь точно знаем, что **можно** построить «идеальный» язык системного программирования,

* Машинописный текст, слева от руки дата 17.02.1982. Архив, папка 230, листы 264–265.

⁴⁹ Геннадий Дмитриевич Чинин (р. 1940) – директор НФ ИТМиВТ.

что **можно** использовать изобразительные средства высокого уровня и одновременно видеть их машинную реализацию, сохраняя тем самым контроль над эффективностью. Мы теперь знаем, что **можно** переделывать программу, добиваясь улучшения ее эффективности, не боясь вывести программу из строя или нарушить ее целостность. Очень важно при этом, что наработанное знание касается не периферийных деталей, а самой сути системного программирования.

Хотел бы подчеркнуть побудительную роль этого знания даже для тех, кто ищет других технических решений на пути повышения эффективности программирования. Например, в Вычислительном центре СО АН партия паскалистов не без успеха обнаруживает скрытые возможности языка Паскаль и его системы программирования для того, чтобы приблизиться к эффективности ярмовских программ: сама эта деятельность никогда бы не началась без провоцирующего успеха систем ЯРМО.

Диссертант является директором крупного программистского института. Околонаучный фольклор хранит десятки разных историй о директорских диссертациях. Хотелось бы в данном случае, в дополнение к ее научным достоинствам, подчеркнуть этически безупречный характер работы Г. Д. Чинина: обсуждаемая диссертация завершает серию прекрасных тематически взаимосвязанных защит младших сотрудников и партнеров Г. Д. Чинина, уже получивших одобрение научной общественности и утвержденных ВАКом. Работая в этом институте и имея прямое отношение к этому циклу работ, я могу засвидетельствовать, насколько искренним и широким было «отторжение» идей и советов Г. Д. Чинина в пользу более молодых диссертантов.

При всей своей нестандартности, этот многолетний научный гамбит принес и свои плоды: диссертант выходит на защиту, уже являясь беспорным формироваателем и руководителем научно-технического направления, оказывающего позитивное влияние на целый сектор нашей вычислительной индустрии, связанной с разработкой серии машин ЭЛЬБРУС.

Если бы наш совет был профессионально чуть более однородным и если бы научные результаты и, прежде всего, сам язык ЯРМО были бы чуть шире опубликованы, мы могли бы с большой надеждой на успех рекомендовать эту диссертацию на перезащиту в качестве докторской.

За эти два последних года в Новосибирском филиале ИТМиВТ защищено или представлено к защите одиннадцать диссертаций по программированию. Это один из замечательных итогов, демонстрирующих силу союза науки и производства, характерного для Новосибирского научного центра. Диссертация Г. Д. Чинина достойно венчает начальный этап становления первого в нашей стране института системного программирования, а ее научные итоги закладывают основы последующего развития этого уникального профессионального коллектива.

Отзыв*

об автореферате диссертации Е. В. Падучевой⁵⁰
«Референциальные аспекты высказывания»,
представленной на соискание ученой степени
доктора филологических наук

В поисках профессионального самоутверждения я выработал у себя обычай не высказываться по диссертациям, а тем более по авторефератам, не относящимся к моей узкой специальности программиста. И все же время от времени приходится сталкиваться с работами, которые по тем или иным причинам выходят за рамки строго названной темы исследования и оказывают влияние на смежные науки, возбуждая ум, оплодотворяя новыми идеями область, высушенную инерцией мысли, расширяя кругозор, снова и снова подтверждая принцип единства мира и научного метода. Работа Елены Викторовны Падучевой вызвала у меня острый интерес благодаря обилию материала, который в познавательном плане может быть полезен специалистам по теоретической информатике и программированию.

Формальный, искусственный язык программирования — это живой естественный язык программиста в его дискурсе с машиной. Человек хочет общаться с ЭВМ так же непринужденно и продуктивно, как и с человеком. Природа этой непринужденности не только и не столько в том, что собеседник подобен говорящему, сколько в удивительной емкости, гибкости и четкости языковых средств, позволяющих, в частности, точно определять уровень общения, степень конкретности, тонко градуировать оттенки модальности, избегать повторений, безошибочно определять контекст, — говоря языком диссертанта, позволяющих распорядиться богатейшим арсеналом референциальных свойств языка.

Коренной проблемой программирования как языковой практики является проблема соотношения семантики языка с семантикой отдельной программы, соотношения потенциальных информационно-логических связей, заложенных в программе, со связями, реализуемыми в конкретном вычислении. Важным разделом теории программирования является проблема оперирования с анонимными объектами, что во многом параллельно употреблению местоименных слов в естественно-язычном дискурсе.

Я мог бы, просто следуя тексту автореферата, отметить немало точек соприкосновения предмета исследования диссертанта с проблемами программирования и других видов дискурса с ЭВМ. К сожалению, все эти примеры в их нынешнем виде могут быть лишь поверхностны и спекулятивны, потому что к научному анализу сходств и различий дискурсов человек — че-

* Машинописный текст, слева от руки дата 17.04.1983. Архив, папка 230, листы 317—319.

⁵⁰ Елена Викторовна Падучева (р. 1935) — к. ф. н., научный сотрудник ВИНТИ АН СССР, специалист в области автоматической обработки текста.

ловек и человек — ЭВМ мы только-только собираемся приступать. Но именно сознание необходимости такого анализа побуждает меня воздать должное исследованию Елены Викторовны.

Я позволю себе коротко охарактеризовать содержание диссертации с этих позиций.

Первая часть диссертации представляется важным вкладом в построение общей системы понятий, связанных с референцией. Думается, что компоненты этой системы могут практически с сохранением терминологии быть спроецированы на дискурс с ЭВМ. Хотел бы солидаризироваться с положением автора о недостаточности идеи сведения значения к референции. В материалах первой части много интересных данных о связи кванторов с референтными неопределенностями, классификации именных групп по референтным свойствам, интересно учение о пропозициях и т. д. Овладение этим богатством даст проектировщикам дискурса с ЭВМ правильную методологическую установку: от содержательного, более точно, целевого, прагматического анализа функций диалога переходить к подходящим формальным моделям, а не наоборот, ограничив свое воображение заученными интерпретациями логических связок и других априорных формализмов, пытаться увидеть через них, что же нужно человеку в общении с машиной. Для меня лично был очень интересен материал 4-й главы, в которой изучена связь референции и коммуникативной структуры высказывания.

Анализ местоимений, проделанный во II части, вообще, вызовет восторг любого любителя русской словесности. Здесь мое мнение, скорее всего, мало отличается от оценки «человека с улицы», но все же я могу оценить по достоинству искусство сжатого и убедительного изложения основных положений диссертации, особое место в котором играют изумительно подобранные примеры. Мне представляется очень интересным тонкий анализ неопределенных местоимений и наречий, показывающий, кстати говоря, большую выразительную мощь русского языка, компенсирующую отсутствие артиклей. Из общего, очень насыщенного материала несколько выпадает лишь XI глава, в которой семантика вопроса затронута, как показалось, довольно бегло.

Заключая, хотел бы отметить, что работа Елены Викторовны Падучевой представляет собой выдающееся исследование, заслуживающее присуждения докторской степени.

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ

Статьи А. П. Ершова, его коллег и учеников дают представление о роли Ершова в становлении информатики и о широком круге его научных интересов. Тексты ранее публиковавшихся статей приводятся в соответствии с их последней редакцией.

Программирование — вторая грамотность*

А. П. Ершов

Решив так назвать свое выступление, я сознаю, что это — метафора, которая многим покажется рискованной. По одну сторону нашего уравнения — экзотическая, хотя уже и весьма массовая профессия, требующая способности и длинного обучения, а по другую — общее достояние, фундаментальнейшее свойство современного человека.

Тем не менее, я постараюсь продемонстрировать поучительность и плодотворность этой метафоры. Не желая ни убивать читателя длинными силлогизмами, ни поражать его фокусами, объясню заранее схему раскрытия основного положения.

Во-первых, нам будет легче сравнивать программирование с грамотностью, если мы вспомним, что грамотность — это историческая категория, имеющая свое предначало, возникновение и развитие. СССР — страна практически сплошной грамотности: уже 10 лет назад грамотные в ней составляли



* Одно из самых известных выступлений А. П. Ершова прозвучало на Третьей всемирной конференции ИФИП и ЮНЕСКО по применению ЭВМ в обучении и было опубликовано на английском языке в Трудах этой конференции: Programming, the Second Literacy// Computer and Education: Proc. IFIP TC-3 3rd World Conf. on Computer Education — WCCE 81. — Lousanne, Amsterdam, 1981. — Part 1. — P. 1—17. Затем оно неоднократно перепечатывалось на русском и других языках. Здесь мы впервые публикуем текст вместе с оригинальными рисунками художника М. М. Златковского.

99,7 % общего числа населения в возрасте от 9 лет и старше. 100 лет назад этот процент был чуть выше 20. Еще сейчас на Земле насчитывается порядка 800 млн неграмотных.

Во-вторых, как в основе грамотности, так и в основе программирования лежит техническое изобретение: печатный станок и ЭВМ соответственно.



Если развитие и распространение книгопечатания привело к всеобщей грамотности, то развитие и распространение ЭВМ приведет ко всеобщему умению программировать.

В-третьих, как грамотность, так и программирование являются выражением органической способности человека, т. е. способности, подготовленной организацией его нервной системы и присущей человеку

во всех его социальных функциях: в общении друг с другом, в труде, в созерцании природы и в борьбе с ней.

В-четвертых, и это, пожалуй, самое главное: грамотность и программирование не только выстраиваются в параллель, соединяясь мостиками аналогий, но и дополняют друг друга, формируя новое представление о гармонии человеческого ума.

Этот тезис заслуживает того, чтобы, хотя и без подробностей, но быть раскрытым немедленно.

Мы привычно понимаем грамотность как способность человека воспринять и выразить знание в текстовой форме. С детства мы слышим простые и емкие слова Максима Горького: «Любите книгу, источник знания». Однако остается проблема: как перейти от знания к действию. «Сообразуйте действие со словом, а слово с действием», — говорит один из героев Шекспира. Вот здесь и возникает программирование.



В докнижный период единство слова и дела осуществлялось естественно и постоянно. Накопление опыта и знания было совмещено с прямым и постоянным контактом старшего учителя и младшего ученика.



Конечно, это была не оптимальная схема обучения, так как при этом сужалась база для формирования общих понятий и построения теории предмета обучения, но зато и не возникало проблемы перехода от знания к действию, поскольку момент истины ощущался не умственным озарением, а достижением цели. Как мы сказали бы сейчас, обучение было предметным.

Появление книги нанесло сильнейший удар единству слова и дела, отделило процесс накопления знаний от их применения, создало новые формы жажды и знаний и новые ощущения постижения истины.

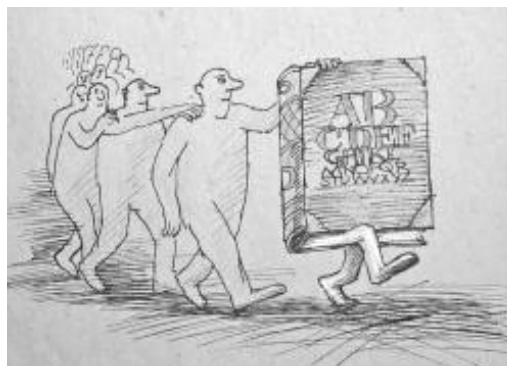
Во всех языках появились специальные определения для людей, которые в своем стремлении к знанию отдавали предпочтение книге. Во всех этих выражениях, от «книжного ума» до «яйцеголовых», был оттенок пренебрежения, в целом несправедливого, но иногда и заслуженного.

Как сказал Монтень уже в XVI веке: «Ученость чисто книжного происхождения — жалкая ученость!» Действительно, обнаружилось, что книжное накопление знаний требует новых подходов к формированию исполнительных механизмов человека. Это означает, что задача программирования появилась задолго до появления ЭВМ. ЭВМ актуализировало проблему



программирования так же, как книгопечатание актуализировало проблему грамотности.

Если вторая проблема привела к появлению Яна Амоса Каменского и его «Великой дидактики» и «Материнской школы», заложивших основы современной школы, то первая проблема — это вызов нашей аудитории, и я горячо надеюсь, что она выдвинет великого учителя, который вооружит поколение, вступающее в XXI век, видением школы будущего.



Грамотность и способность к действию сами по себе еще ничего не значат. Развитие только одной из них еще не решает проблемы. В этом противопоставлении трудно сказать, от чего мы страдаем больше: от невежества или бездеятельности. Еще Гете предупреждал: «Нет ничего страшнее деятельного невежества», однако наш опыт подсказывает, что оно произрастает только при

дефиците активной жизненной позиции образованных и культурных людей. Мы знаем, что грамотность — это не только умение читать, но и воспитание интеллигентного человека.

Похоже, теперь нам нужно потребовать от образования большего. Вот почему я позволю себе закончить введение дополнительным тезисом о том, что вторая грамотность — это не только умение писать команды для машин, но и воспитание человека, решительного и предусмотрительного вместе.

Мир книги

Вернемся снова к отправной точке раскрытия нашей метафоры, книгопечатанию, более точно, к ее продукту — книге. Я позволю себе сделать небольшую выдержку из энциклопедического словаря, поскольку лаконичность его текстов придает им особую выразительность:

«**Книга**, печатное произведение (в старое время также и рукопись) в форме сброшюрованных и переплетенных вместе печатных листов...

В средние века книги переписывались в монастырях монахами и имели, главным образом, религиозный характер. С развитием городов сменившие монахов городские писцы переписывали и светские книги. Настоящий поворот в книжном деле произведен книгопечатанием, изобретенным в середине 15-го века... Отливка шрифтов, изобретение скоропечатающей машины, стереотипы, применение наборной и ротационной машин превратили книгу в могучее средство распространения знаний и подъема культуры» (Малый энциклопедический словарь, Москва: Советская энциклопедия, 1936 г.)

Мне бы хотелось верить, что наше трудное дело создания ЭВМ и их программирования когда-нибудь будет подытожено далеким потомком в столь лапидарных и эпических строчках. Мне довелось прочитать несколько сочинений, посвященных истории книги и развитию грамотности. Это в высшей степени интересная глава в истории нашей цивилизации. Несмотря на то, что становления книгопечатания и вычислительной техники разделены периодом в пять столетий, их сопоставление, особенно если выровнять временные масштабы с учетом разницы скоростей и пропускной способности коммуникационных каналов, обнаружит много сходства и технического, и социального характера. В способах книгопечатания мы найдем смену поколений, основанную на изменениях производственной базы и технологических процессов. Так же, как и в вычислительном деле, мы познакомимся с историей становления больших производящих компаний со всеми типичными компонентами массового производства: неустанная ассимиляция технических новшеств и их переплавка в общепринятые технические стандарты, организация рынка и сбыта, драматические столкновения в сочетании с неотъемлемостью сосуществования большого и малого бизнеса, появление вторичной индустрии исходных материалов и компонент.

С историей технической идет рука об руку история социальная: появляются авторы и издатели, книготорговцы и читатели. Возникает понятие интеллектуальной продукции и вместе с ней новые виды собственности. Информация становится товаром. Особенно интересной и — как ни странно — слабо изученной с позиций современных представлений главой социальной истории книгопечатания является формирование массового пользователя — читателя. Взаимообусловленность развития книгопечатания и необходимой для него всеобщей грамотности, совокупное их влияние на становление и реализацию концепции всеобщего образования, массовый характер всей этой деятельности — вот тема, ждущая своего исследования, вот те процессы, которые нам предстоит пережить в связи с внедрением ЭВМ во все сферы человеческой деятельности.

Приведем лишь некоторые данные, которые характеризуют темп, размах и взаимообусловленность развития книгопечатания и грамотности.

Появление первых изданий изобретателя печатного станка Иоганна Гутенберга датируется 1445 годом (латинская грамматика «О восьми частях речи» Элия Доната и знаменитая «42-строчная» Библия). Еще не истек XV век, а уже в мире работало свыше тысячи типографий, выпустивших около 10 млн экземпляров книг, почти мгновенно превысив наличный фонд рукописных книг. В 1962 г. во всем мире было напечатано 10 млрд книг. Характерным является то, что не видно никаких реальных признаков насыщения книжного рынка.



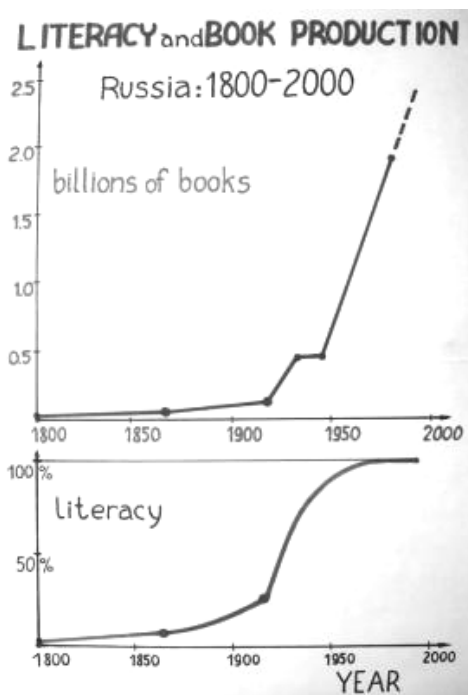
Данные 1962 г. говорят, что каждый житель Земли приобрел в среднем две книги. Средняя семья в СССР покупает в год около 30 книг и готова покупать больше. Простая экстраполяция этих цифр дает оценку потенциального книжного потребления для нынешнего населения в 40 млрд книг в год.



Есть, как мне кажется, глубокие аналогии между книгой и ЭВМ как продуктом и их общие отличия от остальных изделий. Все остальные изделия носят специализированный характер, рассчитаны на некоторую функцию. Отношение объема производства такого продукта к числу потребителей выражается малой константой. С книгами и ЭВМ дело обстоит по-другому. И книги, и вычислительные машины являются носителями информационной модели внешнего мира во всем его разнообразии и изменчивости. Здесь не приходится рассчитывать на то, что пытливость и любознательность человека найдут свой предел.

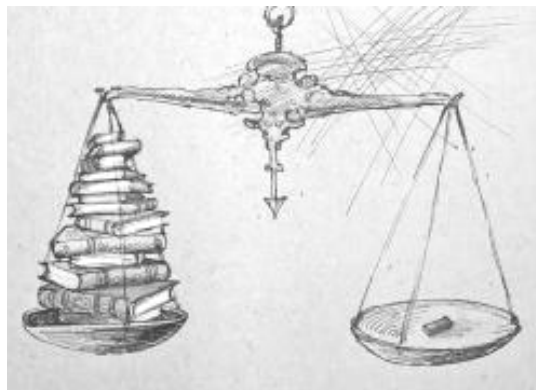
Я позволю себе еще раз коснуться опыта СССР, чтобы показать взаимозависимость между грамотностью и книгопечатанием за последнее столетие (данные по изданиям «Советской энциклопедии»).

Если мы поверим в справедливость наших аналогий, то тогда анализ этой таблицы даст нам некоторое представление о размахе и объеме работы, которую надо предпринять для подготовки встречи мира ЭВМ с миром людей.



Мир ЭВМ

Средства массовой информации, научно-популярные издания и рекламные проспекты, несмотря на короткий век ЭВМ, уже создали у нас некоторое клише, привычное видение вычислительной машины. Его атрибуты — экран и клавиатура дисплея, бобины магнитных лент, кружево перфоленты, полотно длинных выдач с АЦПУ, мигающие огоньки инженерного пульта,



угловатые шкафы, забитые электронными деталями. На техническом языке все это объединяется одним термином: установка (mainframe). Если, однако, думать о месте ЭВМ в мире человека на основе этого представления, это будет не только поверхностно, но и ошибочно. Машина будущего — это не только и не столько гигантский электронный мозг, заполняющий охраняемое здание планирующего центра, промышленной дирекции, банка или командного пункта, а прежде всего, крошечный срез кристалла кремния в миниатюрной рамке, опутанной паутиной тончайших проводов, вставленный в укромное место практически любого промышленного изделия.

Естественно, вы поняли, что речь идет о микропроцессорах, которые, хотя и появились всего чуть больше десяти лет тому назад, но уже производятся десятками миллионов штук в год. Первое наиболее очевидное их применение — выпуск разнообразных карманных калькуляторов. Но это только надводная часть айсберга. Появление и развитие микропроцессоров, по моему глубокому убеждению, самое революционное техническое новшество XX века. Вот некоторые аспекты и последствия, которые в наибольшей степени соответствуют линии нашего анализа.



Появление и развитие микропроцессоров, по моему глубокому убеждению, самое революционное техническое новшество XX века. Вот некоторые аспекты и последствия, которые в наибольшей степени соответствуют линии нашего анализа.

- Информационно-вычислительная мощность с показателями: по скорости — 100 тыс. операций в секунду, по емкости оперативной памяти — 5 тыс. чисел (слов) и по емкости внешней памяти в число знаков, образующих книгу средней величины, помещается в объем величиной со спичечный коробок, стоит примерно один человекодень труда и может производиться практически в неограниченных количествах.

- Микропроцессор, сопряженный с промышленным изделием – потребительским товаром или средством производства, – придает ему совершенно новые качества и сильно влияет на характер взаимодействия человека с изделием.
- Не менее сильно включение микропроцессора в схему изделия влияет на способ его проектирования, во время которого должны быть найдены, осмыслены и реализованы отмеченные выше новые качества изделия.

Время не позволяет мне раскрывать подробно эти положения, хотя, возможно, это и была бы наиболее увлекательная часть моего выступления.



Специальная литература полна анализом новых проблем, лавиной обрушивающихся на специалистов по организации производства, проектантов рабочих мест, инженерных психологов, конструкторов, собственно говоря, всех инженерно-технических работников. Тысячи профессий меняют свое лицо. Миллионы людей – операторов производства, наладчиков, машинистов, банковских служащих, продавцов-контролеров, библиотекарей, монтажников, секретарей, сборщиков на конвейере – садятся за полностью переоборудованные рабочие места, на которых ЭВМ становится их партнером и собеседником. И если даже этот партнер дружелюбен и надежен, у работника должна произойти глубокая психологическая и квалификационная перестройка для того, чтобы сохранить свою целостность и достоинство в этой новой обстановке. Мы уже сейчас говорим о миллионах людей, вовлеченных

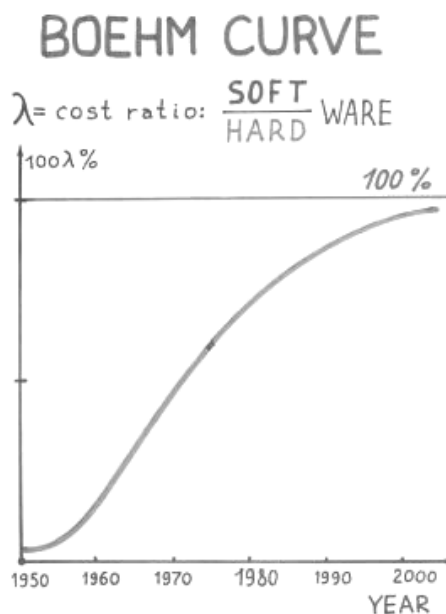
в этот процесс (в одной Западной Европе число терминалов ЭВМ и линий передачи данных приближается к миллиону), а через пару поколений это коснется практически каждого человека, вовлеченного в общественное производство.

На пути этого экспоненциального развития, подстегиваемого самыми разнообразными факторами, возникает, однако, одно принципиальное препятствие. В настоящее время способность человека к передаче знаний машине безнадежно отстает от способности создать эту машину. Если затраты общественного труда на создание микропроцессора исчисляются в человекочасах, то затраты на создание программного обеспечения до сих пор выражаются в человекомесяцах, даже с учетом тиражирования программ. Логистическая кривая Барри Боэма, показывающая динамику соотношения затрат на оборудование и программы при проектировании системы обработки информации, стала благодаря бесчисленным повторениям настолько привычной, что уже не вызывает никакого беспокойства. Конечно,

специалисты по программированию трудятся вовсю, чтобы сделать труд программиста более производительным. Однако даже если мы примем гипотезу десятикратного увеличения производительности труда при производстве программ, элементарные расчеты показывают, что для того чтобы через двадцать лет запрограммировать все производимые микропроцессоры, нам надо будет посадить за программирование все взрослое население земного шара.

К сожалению, в настоящее время значительная часть перегруженных заботами организаторов промышленности отмахнется от подобных расчетов как от еще одного парадокса, к которым в нашем сложном мире не привыкать. До сих пор сохранилось еще немало самоуверенных руководителей, привыкших к тому, что спрос порождает предложение и на хорошие деньги профессионалы всегда найдутся. И опять параллели с грамотностью помогут нам в разрешении этого парадокса. Артур Кларк, уже побывавший силой своего предвидения в XXI веке, сказал:

«В будущем всякий человек, полностью несведущий в естественных науках, окажется, честно говоря, необразованным. И если он будет, как делают это сейчас некоторые, кичиться своей неосведомленностью,



он окажется точно в таком положении, как неграмотные средневековые бароны, гордо заявлявшие, что счетом и письмом у них занимаются секретари...»

Средневековые бароны и их потомки ушли в небытие, считать и писать научился каждый, а у секретарей появились новые хозяева и новые обязанности.

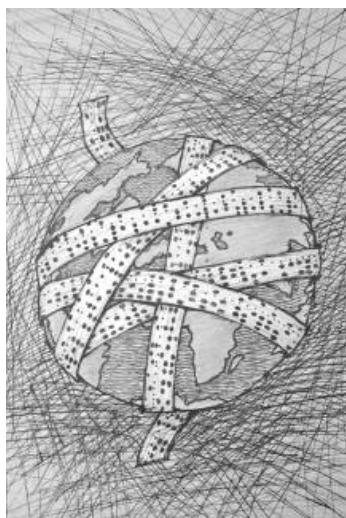
То же должно произойти и с программированием: руководители, не имеющие представления об ЭВМ и программировании, уйдут в небытие, профессиональные программисты станут системными аналитиками и системными программистами, а программировать сумеет каждый, что я и называю второй грамотностью.

Таким образом, мы переходим от мира машин к миру программ.



Мир программ

Герой Мольера, месть Журден, был в высшей степени удивлен, когда узнал, что всю жизнь говорил прозой, не подозревая этого. Благодаря появлению ЭВМ и вызванному этим появлением возникновению вычислительной науки, или информатики, человечество оказывается в положении месье Журдена, с удивлением обнаруживая, что оно живет в мире программ и что продуктивность информационных моделей внешнего мира придает новый смысл библейскому высказыванию «Вначале было слово».



Да, мы живем в мире программ, и сами постоянно программируем, не сознавая этого.

Можно спорить о том, что является самым выдающимся открытием XX века. Но если взять первую пятерку, даже первую тройку открытий, то, думаю, можно будет уговорить каждого, что в этот узкий круг входит открытие того, что развитие организма есть выполнение генетической программы, записанной в его геномном наборе. Не имея возможности говорить об этом подробно, хотел бы только заметить, что использование программистских терминов является не метафорой, а выражает суть внутриклеточных процессов роста и развития, по отношению к которым молекулярные структуры и химические процессы являются своего

рода элементной базой и способом реализации микрокоманд. Программами буквально напичкан наш организм. Все без исключения физиологические процессы – это огромная, тщательно отлаженная и сложно устроенная библиотека программ, в которой анализ структуры программ (программисты сказали бы «граф вызовов») и информационных связей позволяет делать далеко идущие выводы и прогнозы о поведении организма.

Практически вся область производственных отношений, особенно непосредственно в производственном процессе, – это работа по программам. Устойчивый производственный процесс всегда внутренне формализован, его эффективность зависит от степени отлаженности программ, выполняемых людьми. Даже если процесс стохастичен (например, охота или вождение автомашины), случайность и непредсказуемость сказывается лишь на выстраивании цепочки ситуаций, но не на реакциях на эти ситуации, которые осуществляются по программе, почти всегда выполняемой в автоматическом режиме.

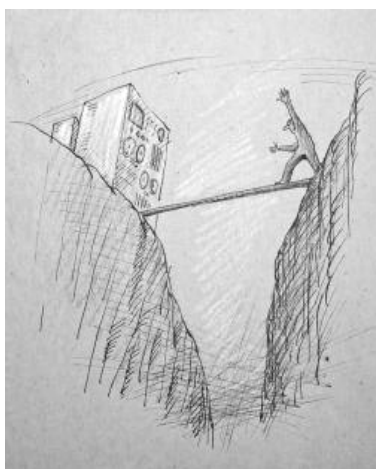
Даже обучение, то есть приобретение знаний или, скорее, способности что-то сделать, – это программирование. Лет десять назад профессор Массачусеттского технологического института Сеймур Пейперт, один из первых психологов и педагогов, взявший на вооружение концепции программирования, в серии своих работ убедительно показал, что ребенок научается что-то делать только после того, как он поймет, как это делается. Только после выработки такого понимания повторная тренировка достигает успеха. Заметим, что это касается не только программ, представляющих собой цепочки логических реакций на заранее известные стимулы, но и программ реального поведения, включая всяческую моторику (спорт, музыка, игры и т. п.).



Повседневная жизнь человека, особенно городская, – это деятельность по программам. Каждый человек, придерживающийся режима, с гордостью почувствует себя программистом, если вспомнит свои заполненные до предела утренние процедуры, начиная от звонка будильника и кончая началом работы. Поразмышляйте над процедурой уборки в квартире, и вы увидите, что разработка этой программы сделает честь любому профессиональному программисту – составителю пакетов прикладных программ.

Мы жалуемся на социальные болезни века, в частности абсентеизм, пассивность, ратуем за формирование активной жизненной позиции. Что это такое? Попросту говоря, это способность выработать программу действия и следовать ей.

Таким образом, мир программ — это далеко не только начинка памяти ЭВМ. Это прежде всего огромный запас операционного знания, накопленный человечеством и теперь лишь актуализируемый вычислительными машинами, роботами, автоматическими устройствами. Еще более огромный запас программ хранится в генофонде всего живого: его расшифровка и использование в значительной степени составляют предмет биологии и ее новых разделов, включая генную инженерию. Психология развития и теория поведения тоже в значительной степени формируют новые представления, сближающиеся с понятиями программирования. Но если это так, то мы естественно приходим к проблеме фундаментализации программирования, выделению в нем некоторых «натуральных» сущностей, позволяющих сблизить мир машин и мир живого, программы природы и программы, составленные человеком. Если же мы хотим сделать эти натуральные сущности осознанным достоянием человека, то у нас нет иного пути, как отразить их в структуре и содержании всеобщего образования.



Хотелось бы подчеркнуть, что речь идет не о том, чтобы навязать детям новые, несвойственные им навыки и знания, а о том, чтобы проявить и сформулировать те стороны мышления и поведения, которые реально существуют, но формируются стихийно, неосознанно.

Рассмотрим, каковы же предпосылки и препятствия к осуществлению этого плана?

Общая задача обучения программированию

Итак, мы хотим учить детей законам программирования. Еще не зная их, мы понимаем, что они неизбежно будут выражены в сумме некоторых достаточно специфических приемов. Нам еще предстоит разобраться, в какой мере они сильны детям, но общие наблюдения таковы, что интеллектуальный и операционный потенциал детей далеко не исчерпан. Посмотрите, как помолодели за последние годы технические виды спорта, в особенности, плавание, гимнастика. Не знаю, как



на Западе, но у нас автомашины еще дороги и люди зачастую накапливают деньги для их покупки, когда уже, как говорится, лучшие годы позади. Многие с горечью спрашивают, сколько жизней, потерянных из-за дорожных происшествий, мы сэкономили бы, если бы все без исключения научились водить машину в 14–15 лет.

Нет, однако, никакой возможности нагружать детей конденсатом всего жизненного опыта, которым обогащено человечество. В этих попытках нас подстерегают и другие опасности. Каждый человек в СССР знает детскую песенку, которую поет Алла Пугачева, о горестной жизни школьника:

*Нагружать все больше нас
Стали почему-то.
Нынче в школе первый класс
Вроде института.
Не бываю я нигде,
Не дышу озоном,
Занимаюсь на труде
Синхрофазотроном.
То ли еще будет,
То ли еще будет,
То ли еще будет, ой-ой-ой.*

Все также знают романтическую историю Р. Киплинга о Маугли, мальчике, выросшем у волков, а потом вернувшемся к людям. В теплых странах похожие вещи иногда случались, но с гораздо более печальным исходом, и психологи называют «эффектом или синдромом Маугли» невозможность для ребенка восстановить свои позитивные возможности, погубленные чужеродной средой или перенапряжением душевных сил в раннем детском возрасте.

Этот импринтинг детских лет происходит, естественно, со всеми; можно сказать, что каждый из нас является Маугли своего детства, все дело в том, что с нами происходит и чему нас учат в эти годы.

В последние десятилетия психологи развития сделали немало важных наблюдений, подчеркивающих критическую важность раннего возраста в процессе обучения. Вопрос о том, как учить детей способности планировать свои действия и их последствия, какая операционная обстановка при этом нужна, очень далек от тех методических альтернатив, которые мы обсуждаем,





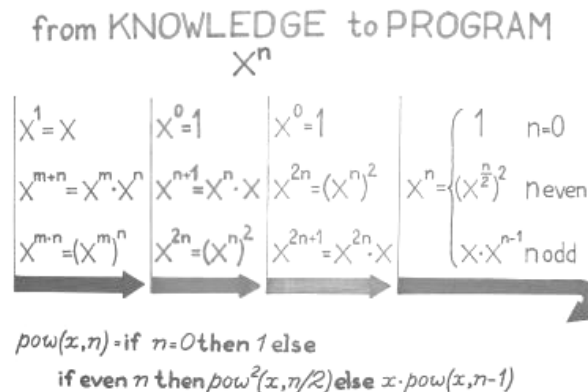
например, при профессиональном обучении программированию. С одной стороны, мы должны сделать эту обстановку естественной для ребенка, с другой стороны, она должна быть достаточно богатой для того, чтобы он мог, как говорят психологи, сам создавать теорию познаваемого явления.

Законы программирования, законы обработки информации, по моему убеждению, существуют. С одной стороны, они появляются в форме операционных правил, отражающих непосредственный опыт человечества. Все мы знаем знаменитое римское изречение

«Разделяй и властвуй», воспринимая его, главным образом, как образец политического цинизма. Однако лишь только современная математика и программирование придали ему (в виде метода ветвей и границ) совершенное выражение мощного по своей силе и продуктивности эвристического принципа решения задач. Каким бы случайным этот пример ни оказался, он иллюстрирует важное положение о глубокой и нерасторжимой связи операционного знания и алгоритмического мышления с другими компонентами образования.

Таким образом, с другой стороны, законы программирования смыкаются с математическим образованием, образуя единый, но еще не построенный фундамент воспитания операционного и комбинаторного мышления, способности к абстракции, рассуждению и действию.

На меня всегда производит сильное впечатление один простой пример задачи на программирование как демонстрация перехода от знания к действию. Я выпишу последовательные этапы перехода от спецификации, выражающей знание, к программе, выражающей действие, для задачи возведения числа x в целую степень n :



Предлагаю каждому дать свою интерпретацию того, какие законы и какое знание он применяет при переходе от этапа к этапу, для того чтобы перейти от очевидного знания к весьма нетривиальной программе. Хочу лишь сказать, что если бы мы умели в таком стиле строить любую программу, да при этом, рассуждая вслух, комментировать это построение, то это и была бы та фундаментализация программирования, о которой мы мечтаем.

ЭВМ в школе

Сейчас, после появления микропроцессоров, вопрос о том, быть или не быть ЭВМ в школе, становится схоластикой. ЭВМ уже есть в школах и будут приходить туда в нарастающих количествах. От нас требуется активная интеллектуальная и организационная работа, чтобы придать этому процессу управляемый и педагогически мотивированный характер.

Есть, конечно, очень активно высказываемое мнение, что ЭВМ с программой это то же самое, что и задача с известным решением, и появление электронного помощника воспитает леность ума и ничего больше. Одна из лучших, на мой взгляд, юмористических картинок последних лет (журнал «Нью-Йоркер») изображает бедного Джонни, уныло глядящего на кучку карманных калькуляторов перед ним, и не менее измученную маму, терпеливо повторяющую свой вопрос: «Ну, посмотри, если у тебя пять карманных калькуляторов, и я возьму два, то сколько у тебя останется?..»



Предостережения от опасности «кнопочного образования» раздавались и раньше, однако обширный опыт, подкрепляемый и нашими экспериментами работы с детьми разных возрастов, подтверждает обратное: активность, пытливость, а с ними и способность ребенка сильно возрастают. Но очень важна организация операционной обстановки, которая должна быть побудительной.

Методы и приемы активизации обучения с помощью ЭВМ неисчислимы: они ограничиваются только пределами нашей фантазии и степенью конкретного знания детской психологии.

В школе № 130 Новосибирска половина класса выучила исторические даты наизусть, когда один из юных программистов спроектировал для ЭВМ базу данных по историческим датам и загрузил ее, а другой, подвергнув учительницу экзамену с помощью ЭВМ, поймал ее несколько раз на неточностях.



Какая-то компания выпустила на рынок игру-компьютер, которая проверяет спеллинг английских слов. С помощью синтезатора речи слово произносится, ребенок набирает это слово по буквам, машина проверяет и реагирует. В карманную игру трудно вложить хороший синтезатор речи, но авторы обратили его недостаток в достоинство, сделав его очень похожим на голос Буратино. Представляете себе восторг детей, когда игрушка пищит им голосом Буратино: «Пробуй снова, пробуй снова, ты не знаешь это слово!».

Еще одно очень интересное наблюдение. На конкурсных вступительных экзаменах в вуз для абитуриентов установили консультационную инфор-

мационную систему, реализованную на ЭВМ. Около терминалов всегда толпилась очередь. В интересах ребят рядом посадили двух преподавателей, чтобы разгрузить машину. Преподаватели сидели без дела, а у терминала по-прежнему была очередь. Почему? «А мы не стесняемся перед машиной обнаружить свое незнание, а перед преподавателем стесняемся», — объяснили ребята. Действительно, по многим показателям ЭВМ является гораздо более удобным для детей источником и контролером знаний. С одной стороны, это всезнающий партнер, а с другой — всего лишь орудие, вещь. ЭВМ создает игровую обстановку, которая в обучении гораздо ценней реальной жизни тем, что из игры можно выйти, не утратив достоинства. Примеры подобного рода можно было бы умножить.



Есть и более серьезные предпосылки к продвижению ЭВМ в школу. Я уже упоминал о работах профессора Сеймура Пейперта, работающего в Лаборатории искусственного интеллекта Массачусетского технологического института. На недавнем конгрессе ИФИП-80, состоявшемся в Японии и Австралии, профессор Пейперт выступил с докладом «Детство по-новому: присутствие ЭВМ как эксперимент в психологии развития». Этот доклад привлек всеобщее внимание.

Профессор Пейперт предсказывает всестороннее вторжение ЭВМ в мир ребенка, когда машина станет интеллектуальным орудием, применяемым ребенком с той же непосредственностью, с какой он использует перо и карандаш, но с гораздо большим разнообразием. Интерпретируя наблюдения Ж. Пиаже над тем, что ребенок совершает большинство своих интеллектуальных открытий самостоятельно при условии, что окружающий его фон достаточно богат, — профессор Пейперт показал, что компьютеризация этого фона создаст новую, невиданную ранее операционную обстановку, которая потребует новых представлений в психологии развития. В качестве примеров им



было приведено значительное ускорение овладения алфавитным языком и более раннее развитие комбинаторных способностей, что позволяет детям овладеть этими фундаментальными умениями практически до вступления в подростковый возраст. Одним из положительных последствий этого изменения может стать преодоление инфантилизма и чувства зависимости, столь характерных для современного городского общества.

Собственно говоря, этот позитивный вывод профессора Пейперта может быть взят в качестве кульминации нашего анализа. Не нужно большого воображения, чтобы понять, к каким большим сдвигам в образовании приведет реализация подобной педагогической задачи.

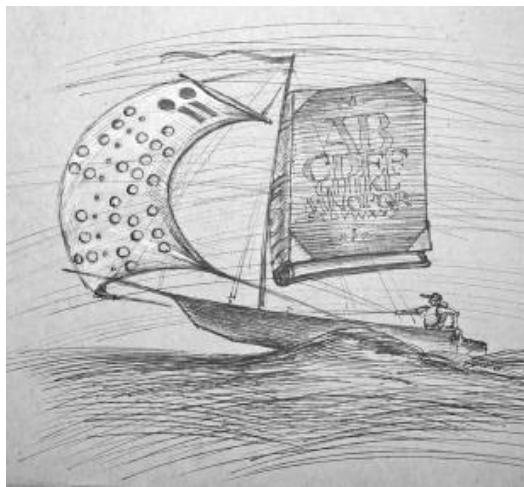
Заключение

Я начал свое выступление с метафоры. Сейчас мы можем раскрыть ее конкретное содержание. Мы стоим на пороге практически беспредельного развития и распространения электронной вычислительной техники в обществе. Машина становится интеллектуальным орудием и партнером практически во всех сферах жизни и деятельности человека. Необходимость актуализировать в виде программ информационную модель мира, постоянное усложнение окружающей



среды требуют и одновременно делают возможным существенно повысить интеллектуальную силу человечества. Значительное место в этом поступательном развитии человеческого интеллекта должны занимать законы обработки информации, способы перехода от знания к действию, способность строить программы, рассуждать о них и предвидеть результаты их выполнения. Сумма знаний по этим вопросам должна подвергнуться тщательному концептуальному анализу и в объединении с математическими и лингвистическими концепциями стать фундаментальной компонентой общего образования.

Вычислительная машина станет не только техническим орудием учебного процесса. Она приведет к формированию нового интеллектуального фона, новой операционной обстановки, органически и естественно используемой ребенком в его развитии в школе и дома. Возможности, предоставляемые машиной, и новые задачи образования неизбежно окажут заметное влияние на основные положения психологии развития, сложившиеся дидактические принципы и формы обучения.



Их реализация ускорит интеллектуальное созревание ребенка, повысит его активность, сделает его лучше подготовленным к профессиональной деятельности, в частности, к осуществлению второй индустриальной революции, вызванной появлением ЭВМ и новых форм автоматизации.

Другими словами, программирование — это вторая грамотность. Это по-прежнему метафора, но которая, как мне кажется, наилучшим образом фокусирует цели и содержание нашей конференции.

Как специальные конструкции трансляции могут порождаться универсальными процессами смешанных вычислений*

М. А. Бульонков, А. П. Ершов

Введение

Фундаментальная связь между трансляцией и смешанными вычислениями задается проекциями Футамуры [1]. Пусть $mix(P, X, Y)$ — процессор смешанных вычислений в языке реализации L , запрограммированный в этом же языке (автопроектор), P — программы в L , X — значения некоторых аргументов в P , Y — имена остальных аргументов в P , при этом

$$mix(p, x, Y) = p_x(Y),$$

где $p_x(Y)$ — программа в L с аргументами Y , называемая остаточной программой, или проекцией p на x , и удовлетворяющая соотношению

$$p_x(y) = p(x, y).$$

Пусть, далее, $\Lambda = (\Sigma, \Pi, \Delta)$ — класс входных языков, где $\Sigma = \{\sigma\}$ — множество семантик, заданных интерпретаторами, запрограммированными в языке реализации L , $\Pi = \{\pi\}$ — множество программ конкретного входного языка σ и $\Delta = \{\delta\}$ — множество данных конкретной входной программы π .

Пусть, наконец, стоит задача: найти общий метод (транслятор трансляторов) $sosom(\Sigma, \Pi, \Delta)$, позволяющий для любого языка σ построить транслятор $comp(\Pi, \Delta)$, который для любой программы π строит ее объектный код $ob(\Delta)$ в некотором объектном подмножестве языка реализации.

Тогда, как известно:

$$ob(\Delta) = mix(\sigma, \pi, \Delta) = \sigma_\pi(\Delta), \tag{F1}$$

$$comp(\pi, \Delta) = mix(mix, \sigma, (\pi, \Delta)) = mix_\sigma(\pi, \Delta), \tag{F2}$$

$$sosom(\Sigma, \Pi, \Delta) = mix(mix, mix, (\Sigma, \Pi, \Delta)) = mix_{mix}(\Sigma, \Pi, \Delta), \tag{F3}$$

или в словесной формулировке:

- объектный код — это проекция интерпретатора на входную программу;
- транслятор — это проекция смешанного вычислителя (автопроектора) на интерпретатор;
- транслятор трансляторов — это проекция смешанного вычислителя на самого себя.

* Напечатано в сборнике «Прикладная логика (Вычислительные системы, 116)». Новосибирск, ИМ СО АН СССР, 1986.

Найденные в разное время Ё. Футамурой⁵¹ [2], А. П. Ершовым [3] и В. Ф. Турчиным⁵² [4] эти соотношения стали общеизвестными после обсуждения их на Рабочей конференции ИФИП и были изложены А. П. Ершовым в [5]. Хотя проблема систематического получения трансляторов из формального описания языков имеет обширную литературу, а термин «компилятор компиляторов» [6] восходит еще к началу 60-х годов, понятие смешанных вычислений дало новый толчок этой важной задаче системного программирования.

Привлекательность проекций Футамуры в их фундаментальности, однородности, автоматичности как в получении транслятора, так и в обосновании его правильности.

В то же время буквальное применение жестких схем смешанных вычислений к интерпретаторам не дает ничего интересного, поскольку из-за избыточных задержек остаточные программы почти не отличаются от исходных. Смешанные вычисления не снимают проблемы систематического построения трансляторов, но подсказывают новые пути к ее решению и в особенности обоснованию.

Впервые получение трансляционной семантики из интерпретационной методом смешанных вычислений на модельном примере демонстрировалось в [5]. Проекция F3 при этом не использовалась; ее эквивалент, упомянутый под названием «генерирующее расширение», был описан неформально, ad hoc. Кроме того, ряд тонких моментов, связанных с раскрытием процедур и глобализацией имен, вообще не затрагивался.

На основе работы [5] было выполнено более широкое исследование по получению транслятора из операционной семантики языка методом генерирующего расширения. Оно составило содержание аспирантской диссертации [7] и последующей публикации [8]. В качестве языка реализации был взят Венский язык определений (VDL). Процедура генерирующего расширения содержит много априорных ограничений; интерпретатор входного языка требует предварительной разметки исполняемых и задерживаемых действий; в работе отсутствует указание на программную реализацию генерирующего расширения.

Обещающий эксперимент по получению транслятора из интерпретатора с использованием F3 и F2 описан в [9]. Языком реализации является аппликативное подмножество Лиспа, входной язык — простой язык присваива-

⁵¹ Ёсихико Футакура (р. 1942) — японский математик, специалист в области методологии программирования и автоматической генерации программ. Сотрудник исследовательской лаборатории Hitachi (1965–1991), профессор факультета информатики и вычислительных наук университета Васеда (1991–2005); в настоящее время — президент и руководитель Института Футакура.

⁵² Валентин Федорович Турчин (р. 1931) — советский математик, философ, публицист-диссидент; автор алгоритмического языка РЕФАЛ. С 1977 г. живет и работает в США: 1977–1979 — сотрудник Курантовского института, с 1979 года — профессор на кафедре вычислительной математики в City College Нью-Йоркского университета.

ний, ветвлений и **пока**-циклов. Проектируемая программа тоже требует детальной предварительной разметки. Существенно, что операционные характеристики транслятора и объектного кода показывают значительное ускорение по сравнению с чистой интерпретацией. Авторы работы отмечают сложность задачи построения F2 и F3 для императивного языка реализации.

В отмеченных работах преобладал интегральный подход, направленный на конструктивное подтверждение самого факта реализации автопроектора и его применения к трансляции. В нашей работе мы пытаемся углубить анализ проблемы.

Мы описываем новую схему автопроектора, реализующего смешанные вычисления на классе программ, в котором область доступной памяти после частичного задания аргументов становится конечно-определенной, а разбиение памяти на доступную и задержанную не меняется в ходе вычислений [10]. В пределах этого класса, который мы будем называть анализаторными программами, удастся разрешить принципиальное противоречие между глубиной и конечностью смешанных вычислений, не налагая ограничений, неизбежных в жесткой схеме универсальных или в разных вариантах специализированных смешанных вычислений.

Главной же целью нашего исследования является выяснение того, как при получении транслятора из операционной семантики языка с помощью универсального процесса смешанных вычислений в нем возникают структуры, специфические для техники трансляции.

Поясним эту цель более подробно. Транслятор — это одна из наиболее отработанных компонент программного обеспечения. Ее фундаментализация постоянно сопровождалась накоплением специальных приемов, найденных в разное время и направленных на повышение эффективности трансляции. Никакая универсальная схема построения трансляторов не сможет конкурировать со штучным производством трансляторов, если в ее недрах не будут естественно возникать те структуры, которые характеризуют развитую и эффективную схему трансляции. До сих пор это было и остается ахиллесовой пятой любого транслятора трансляторов.

Поэтому любой конструктор трансляторов имеет право задать энтузиасту смешанных вычислений много вопросов. Перечислим, не претендуя на полноту, наиболее существенные из них. Все эти вопросы относятся к транслятору, полученному с помощью автопроектора.

1. Откуда в трансляторе берутся фазы (просмотры) и, в частности, разделение на анализ и генерацию?
2. Является ли однопросмотровая схема трансляции фундаментальной или вторичной?
3. Если однопросмотровая схема фундаментальна, то откуда берутся специальные приемы, обеспечивающие однопросмотровость (в частности, косвенную адресацию величин и меток)?
4. Откуда берутся шаблоны объектных команд при генерации?
5. Откуда берется таблица символов в трансляторе?

6. Откуда берется стек в трансляторе?
7. Можно ли с помощью смешанного вычисления получить разумный транслятор из денотационной или трансформационной семантики входного языка?
8. Откуда транслятор берет свою операциональность: от смешанного вычислителя или интерпретатора? Если от обоих, то в какой степени от каждого?
9. Можно ли с помощью одного автопроектора получить версии трансляторов для рекурсивного и одноциклового интерпретатора, которые будут давать идентичный объективный код?
10. Другими словами, что является реальным инвариантом разных способов задания семантики языка, вносимым в функционирование транслятора?

Для того чтобы добиться чистоты, как в постановке, так и в ответе на эти вопросы, мы считаем необходимым придерживаться следующего методологического принципа. Автор семантики входного языка имеет право знать, что он ее пишет для подачи на вход смешанного вычисления. Конструктор транслятора имеет право знать, что он применяет автопроектор для получения транслятора. Однако автор автопроектора не имеет права знать, что такое техника и приемы трансляции. Все специальные приемы, реализуемые в автопроекторе, должны быть внутренне мотивированы сущностью смешанных вычислений.

§ 1. Автопроектор

Охарактеризуем сначала язык реализации (ЯР), для которого и на котором будет записан автопроектор. Язык будет сильно недоопределен, особенно в части данных и набора базисных операций, однако это не помешает нам придать необходимую конкретность и определенность всем узловым моментам изложения.

Программа на языке реализации — это последовательность помеченных команд с выделенной меткой входа. Текстуальный порядок команд не имеет значения, так как каждая команда назначает себе преемника, явно указывая его метку. Каждая команда состоит из двух частей — действия и назначения преемника, которое в стиле Алгола-60 имеет вид *на <именующее выражение>*. Таким образом, априорной особенностью языка реализации является наличие переходов по вычисляемым меткам.

Все детали структурирования данных считаются упрятыми в базовые функции выборки, так что будет достаточно сказать, что все обращения к данным происходят по их именам. Всю совокупность имен, упоминаемых в ЯР-программе, будем называть памятью программы.

Смешанные вычисления в языке реализации определяются для класса так называемых анализаторных программ, для которых постулируется следующее:

- 1) перед началом вычислений известно разбиение памяти на заданную, доступную и задержанную (недоступную);
- 2) заданная память загружается перед началом вычислений и в последующем не меняется;
- 3) область доступной памяти во время вычислений не изменяется;
- 4) для любой загрузки заданной памяти множество состояний доступной памяти конечно;
- 5) любая функция выборки из заданной памяти однозначно определяется состоянием доступной памяти.

Замечание. Реальными ограничениями являются три последних постулата. Третий постулат подчеркивает, что доступная память используется, главным образом, для обработки информации из заданной памяти; влияние задержанных величин на доступную память ограничено. В универсальных схемах смешанных вычислений область доступной памяти обычно сужается (см., например, [11]) по ходу вычислений. Четвертый постулат обычно соблюдается для всевозможных программных процессоров: подача на вход процессора обрабатываемой программы ограничивает область значений величин процессора множествами всевозможных элементов заданной программы, которые, естественно, конечны, равно как и глубина возникающей при обработке рекурсии. Пятый постулат ограничивает влияние задержанных величин на доступность заданной информации.

В работе [10] описан алгоритм смешанных вычислений для анализаторных программ, в основе которого лежит теоретическая конструкция, требующая размножения исходной программы в количестве экземпляров, равном числу состояний доступной памяти. Смысл этого размножения в том, что каждый экземпляр программы выполняется на фиксированном состоянии доступной памяти. Как только выполняется присваивание, преобразующее i -е состояние памяти в j -е, в качестве приемника берется соответствующая команда из j -й копии программы. После того как над такой сильно раздутой программой выполняются стандартные редукции, в остаточной программе остаются только действия с участием задержанных величин.

Реальная организация смешанных вычислений анализаторных программ более экономна. Свяжем с программой граф, вершинами которого являются состояния доступной памяти. Если при каком-либо вычислении в программе возможен переход из i -го состояния доступной памяти в j -е, то в графе проводится дуга от i -й вершины к j -й. Тогда множество достижимых состояний доступной памяти при фиксированной загрузке заданной памяти находится как транзитивное замыкание начального состояния доступной памяти. Именно по принципу построения транзитивного замыкания и работает смешанный вычислитель для анализаторных ЯР-программ.

Сделаем необходимые пояснения к ЯР-автопроектору, т. е. к ЯР-программе смешанного вычислителя для языка реализации, показанной на рис. 1. Будем называть ЯР-программу, поступающую на вход смешанного вычислителя, обрабатываемой программой. Обрабатываемая программа пред-

ставляется в виде вектора Π , индексируемого метками входной программы. Компонентой вектора программы является команда, помеченная индексирующей меткой и представленная структурой с тремя полями: *действием* (выполненным командой), *источником* (если действие является присваиванием) и *преемником* (именующим выражением, назначающим преемника). Над каждой командой определен синтаксический предикат **НОВСОСТ** (новое состояние), отличающий присваивания элементу доступной памяти (т. е. точки изменения состояния доступной памяти) от всех остальных команд.

Любой алгоритм, работающий по принципу транзитивного замыкания, поддерживает два множества вершин соответствующего графа: множество A активных вершин и множество P пройденных вершин. Множество P сначала пусто и в дальнейшем только пополняется. Множество A вначале включает начальные вершины, при шаге обработки отдает обработанные вершины множеству P и пополняется непосредственными преемниками обрабатываемой вершины. В ЯР-автопроекторе эти множества являются подмножествами прямого произведения множества меток обрабатываемой программы на множество состояний доступной памяти. Элемент этого прямого произведения соответствует данной команде, выполняемой на данном состоянии доступной памяти.

Остальные пояснения будут сделаны в виде примечаний к отдельным командам программы, занумерованным в 16-ричной системе.

Аргументами ЯР-автопроектора являются вектор $\Pi[M]$ входной программы, где M — множество меток ее команд, а также величина $\Pi\text{вход}$, равная метке входа. Загрузка заданной памяти считается сделанной до начала работы автопроектора. Указание разбиения величин входной программы на заданную, доступную и задержанную памяти производится в виде настройки

```

0:  $A := \{(\Pi\text{вход}, \omega)\}; P := \emptyset$  на 1
1: ШАГ( $A, P, a$ ) на 2
2: на если  $a = \text{пуст}$  то В иначе 3
3: СОСТ := сост из  $a$ ; печать ( $a$  ":" ) на 4
4: МЕТ := метка из  $a$  на 5
5: на если НОВСОСТ(МЕТ) то 6 иначе 8
6: печать ("на" РЕД(СОСТ, преемник из  $\Pi[\text{МЕТ}]$ )
    РЕД(СОСТ, источник из  $\Pi[\text{МЕТ}]$ )) на 7
7:  $S := \text{ВОЗМ}(\text{СОСТ}, \text{источник из } \Pi[\text{МЕТ}])$  на А
8: печать (РЕДОП(СОСТ, действие из  $\Pi[\text{МЕТ}]$ )
    «на» РЕД(СОСТ, преемник из  $\Pi[\text{МЕТ}]$ ) СОСТ) на 9
9:  $S := \{\text{СОСТ}\}$  на А
А:  $A := A \cup \text{ВОЗМЕТ}(\text{СОСТ}, \text{преемник из } \Pi[\text{МЕТ}]) \times S$  на 1
В: стоп на  $\omega$ 

```

Рис. 1

элементарных синтаксических предикатов, выделяющих величины обрабатываемой программы и узнающих среди них указанные три сорта памяти.

Команда 0. Инициализация. Множество активных состояний содержит элемент, соответствующий тому факту, что начальная команда обрабатываемой программы выполняется на незаданной доступной памяти (ω — условное обозначение полностью неопределенного состояния памяти).

Команда 1. Обращение к служебной процедуре *ШАГ*. Множества A и P являются и аргументами, и результатами процедуры, величина a (результат) принимает значения элементов множества A , а также особое значение **пуст**. Если множество активных состояний пусто, то a получает значение **пуст**. Если A непусто, то из него изымаются элементы до тех пор, пока не будет обнаружен элемент, не принадлежащий множеству пройденных состояний P . Этот элемент присваивается величине a в качестве очередного активного состояния, а также пополняет множество P .

Команда 2. Завершает работу автопроектора при опустошении множества активных состояний.

Команда 3. Величина *СОСТ* принимает значение текущего состояния доступной памяти. Как указывалось выше, остаточная программа получается редукцией исходной программы, размноженной в количестве экземпляров, равном числу состояний доступной памяти. Если считать, что обрабатываемая программа образует вертикальный столбец, то размноженная программа имеет вид матрицы, где столбец соответствует некоторому состоянию доступной памяти. Каждая команда (элемент матрицы) имеет в качестве метки текстуальное представление координат этого элемента (*метка команды, состояние доступной памяти*), т. е. как раз значение текущего элемента множества активных состояний (величина a). Обработка текущего активного состояния приводит к построению соответствующей команды остаточной программы. Формирование команды происходит путем конкатенаций текста, выдаваемого командой печати. Аргумент команды печати — это конкатенация конкретных литеральных констант (взятых в кавычки) и значений литеральных переменных и выражений. Операция конкатенации знака не имеет. **Печать** в команде 3 текстуально представляет значения величины a и вслед за ним двоеточие, т. е. метку еще не построенной очередной команды остаточной программы.

Команда 4. Величина *МЕТ* принимает значение метки очередной команды обрабатываемой программы.

Команда 5. По значению синтаксического предиката *НОВСОСТ* (новое состояние) разделяются два варианта построения очередной команды остаточной программы: случай, когда соответствующая команда обрабатываемой программы вырабатывает новое состояние доступной памяти (команды 6, 7), и случай прочей команды, не меняющей состояния доступной памяти (команды 8, 9).

Команда 6. Формируемая команда остаточной программы имеет пустое действие, поскольку действие соответствующей команды обрабатываемой

программы (изменение состояния доступной памяти) обрабатывается в процессе смешанных вычислений. Таким образом, остается лишь сформировать именуемое выражение команды, определяющее преемников построенной команды. Поскольку все метки остаточной программы — это пары (*метка команды из обрабатываемой программы, состояние доступной памяти*), то именуемое выражение является конкатенацией двух выражений: первое выдает метку из обрабатываемой программы, второе — выдает новое состояние доступной памяти.

Оба выражения, входящие в команду остаточной программы, получаются из исходных применением базовой операции $РЕД(C, E)$. Эта операция осуществляет редукцию выражения E на состоянии доступной памяти C . В первом члене редуцируется именуемое выражение команды обрабатываемой программы, во втором члене редуцируется выражение, по которому вычисляется новое состояние доступной памяти.

Команда 7. В этой команде используется еще одна базовая операция $ВОЗМ(C, E)$, которая выдает множество возможных состояний доступной памяти при вычислении выражения E на состоянии C доступной памяти. Эта операция создает множество состояний (а не только одно значение), потому что в выражение E могут входить задержанные вершины, не позволяющие редуцировать E к константе. В то же время для анализаторных программ постулируется, что влияние задержанных величин на выражения, перевычисляющие состояние доступной памяти, ограничено и сводится к выбору одного из заранее известного множества состояний, выдаваемого операцией $ВОЗМ$.

Команда 8. Строит команду остаточной программы, не меняющую состояние доступной памяти. Печатается действие исходной команды обрабатываемой программы, выражения которого редуцируются на текущем состоянии доступной памяти с помощью базовой операции $РЕДОП$ (редукция оператора). Вслед за редуцированным действием помещается именуемое выражение для преемника, которое является конкатенацией редуцированного именуемого выражения из команды обрабатываемой программы с неизменным текущим состоянием.

Команда 9. Загружает переменную S неизменным текущим состоянием доступной памяти.

Команда А. Завершает обработку текущего активного состояния, пополняя множество активных состояний A метками возможных преемников построенной команды остаточной программы. Это пополнение находится как прямое произведение множества возможных значений именуемого выражения исходной команды обрабатываемой программы на текущем состоянии доступной памяти (находится с помощью базовой операции $ВОЗМЕТ$ — возможные метки) и множества возможных новых состояний доступной памяти, заданного значением величины S .

§ 2. Генерирующее расширение

Построенный автопроектор, невзирая на его кажущуюся простоту, обладает большой «разрешающей способностью», кратко рассматривавшейся в [10]. Мы проведем дальнейшее обсуждение его возможностей в следующем разделе, а пока заметим, что решающим тестом эффективности автопроектора является нахождение его проекции на самого себя (проекция F3). Результирующая ЯР-программа показана на рис. 2. В ЯР-автопроекторе заданной памятью является обрабатываемая программа Π и метка ее начала $\Pi\text{вход}$. Единственной доступной величиной является переменная MET . Если Π загружается программой автопроектора, то очевидно, что множеством всех возможных состояний допустимой памяти будут метки $0, 1, \dots, 9, A, B$. Тем самым остаточная программа расположится в пределах матрицы $\Pi[i, j]$ порядка 12×13 (с учетом «значения» ω).

Программа (рис. 2) приведена в сокращенном виде. Полная структура получается при расписывании каждого элемента матрицы $\Pi[i, j]$ с подстановкой конкретных значений индексов.

Для тех, кто пожелает воспроизвести проекцию F3, отметим специфические свойства редукций РЕДОП и РЕД (на примере функции $\text{РЕД}(S, E)$):

а) РЕД прогрессирует, если S задано и E содержит переменные, входящие в состояние S . В этом случае такие переменные в E заменяются на их значения, заданные состоянием S ;

б) РЕД задерживается, если S задержано и E содержит входные переменные и переменные, входящие в состояние S ;

в) РЕД применяется и выдает либо редуцированное E , если оно содержит операции с константными аргументами, либо неизменное, если E информационно не связано с переменными, входящими в состояние S .

Из [5] известно, что проекция автопроектора на самого себя, примененная к программе $P(x, y)$, работает как построитель G ее генерирующего расширения $G(P)$, удовлетворяющего свойству

$$G(P)(a, y) = P_a(y).$$

В этой же работе [5] было приведено генерирующее расширение программы возведения x в степень N для случая x задержанного и n доступного. В обозначениях языка реализации программа имеет вид

Входная переменная N , доступная память n , задержанные y, x :

```

начало:  $n := N$  на иниц
иниц:  $y := 1$  на цикл
цикл: на если  $n > 0$  то тело иначе все
тело: на если нечет ( $n$ ) то  $yx$  иначе  $xx$ 
 $yx$ :  $y := y \times x$  на вычит
вычит:  $n := n - 1$  на  $xx$ 
 $xx$ :  $x := x \times x$  на деление
деление:  $n := n / 2$  на цикл
все: стоп на  $\omega$ 
    
```

$P[0, \omega]$: $A := \{(\text{Пвход}, \omega)\}$; $P := \emptyset$ **на 1** ω
 $P[1, i]$: **ШАГ**(A, P, a) **на** $2i$ ($i = \omega, 0, \dots, B$)
 $P[2, i]$: **на если** $a = \text{пуст}$ **то** V_i **иначе** $3i$ ($i = \omega, 0, \dots, B$)
 $P[3, i]$: $\text{СОСТ} := \text{сост из } a$; **печать** (" \cdot ") **на** $4i$ ($i = \omega, 0, \dots, D$)
 $P[4, i]$: **на** 5 **метка из** a
 $P[5, i]$: **на** 8^j ($j = 0, \dots, 3, 5, \dots, B$)
 $P[5, 4]$: **на** 64
 $P[6, 4]$: **печать** (" $\text{на } 5 \text{ метка из } a$ ") **на** 74
 $P[7, 4]$: $S := \text{ВОЗМ}(\text{СОСТ}, \text{"метка из } a\text{"})$ **на** $A4$
 $P[8, 0]$: **печать** ($\text{РЕДОП}(\text{СОСТ}, \text{"A:={(\text{Пвход}, \omega)\}$); $P := \emptyset$)
 "на 1" СОСТ) **на** 90
 $P[8, 1]$: **печать** (" $\text{ШАГ}(A, P, a)$ **на** 2 " СОСТ) **на** 91
 $P[8, 2]$: **печать** (" $\text{на если } a = \text{пуст}$ **то** B **иначе** 3 " СОСТ) **на** 92
 $P[8, 3]$: **печать** (" $\text{СОСТ} := \text{сост из } a$; **печать** (a ; \cdot) **на** 4 " СОСТ) **на** 93
 $P[8, 5]$: **печать** (" на " $\text{РЕД}(\text{СОСТ}, \text{"если НОВСОСТ}(\text{МЕТ})$ **то** 6 **иначе** 8 ")
 СОСТ) **на** 95
 $P[8, 6]$: **печать** ($\text{РЕДОП}(\text{СОСТ}, \text{"печать \"на\"$
 $\text{РЕД}(\text{СОСТ}, \text{преемник из П[МЕТ]) П[МЕТ])$)") **"на 7" СОСТ**) **на** 96
 $P[8, 7]$: **печать** ($\text{РЕДОП}(\text{СОСТ}, \text{"S:= ВОЗМ}(\text{СОСТ}, \text{источник из П[МЕТ]})$)")
 "на A" СОСТ) **на** 97
 $P[8, 8]$: **печать** ($\text{РЕДОП}(\text{СОСТ}, \text{"печать}(\text{РЕДОП}(\text{СОСТ}, \text{действие из}$
 $\text{П[МЕТ]}) \text{"на\" РЕД}(\text{СОСТ}, \text{преемник из П[МЕТ]СОСТ})$)")
 "на 9" СОСТ) **на** 98
 $P[8, 9]$: **печать** (" $S := \{\text{СОСТ}\}$ **на** A " СОСТ) **на** 99
 $P[8, A]$: **печать** ($\text{РЕДОП}(\text{СОСТ}, \text{"A:= A} \cup \text{ВОЗМЕТ}(\text{СОСТ}, \text{преемник из}$
 $\text{П[МЕТ]}) \times S$ ") **"на 1" СОСТ**) **на** $9A$
 $P[8, B]$: **печать** (" $\text{стоп на } \omega$ " СОСТ) **на** $9B$
 $P[9, i]$: $S := \{\text{СОСТ}\}$ **на** A_i ($i = 0, \dots, B$)
 $P[A, 0]$: $A := A \cup \{1\} \times S$ **на** 10
 $P[A, 1]$: $A := A \cup \{2\} \times S$ **на** 11
 $P[A, 2]$: $A := A \cup \{3, B\} \times S$ **на** 12
 $P[A, 3]$: $A := A \cup \{4\} \times S$ **на** 13
 $P[A, 4]$: $A := A \cup \{5\} \times S$ **на** 14
 $P[A, 5]$: $A := A \cup \text{ВОЗМЕТ}(\text{СОСТ}, \text{"если НОВСОСТ}(\text{МЕТ})$ **то** 6 **иначе** 8) $\times S$ **на** 15
 $P[A, 6]$: $A := A \cup \{7\} \times S$ **на** 16
 $P[A, 7]$: $A := A \cup \{A\} \times S$ **на** 17
 $P[A, 8]$: $A := A \cup \{9\} \times S$ **на** 18
 $P[A, 9]$: $A := A \cup \{A\} \times S$ **на** 19
 $P[A, A]$: $A := A \cup \{1\} \times S$ **на** $1A$
 $P[A, B]$: $A := A \cup \emptyset \times S$ **на** $1B$
 $P[B, i]$: **стоп на** ωi ($i = \omega, 0, \dots, B$)

Рис. 2. Генерирующий расширитель (*сост*) в языке реализации.

Генерирующее расширение программы (отредактированное в соответствии с требованиями языка реализации) согласно [5] имеет вид

```

начало:  $n := N$  на нач-мет
нач-мет:  $MET := 'm0'$  на иниц
иниц: печать ( $MET \text{ " } y := 1 \text{ на" след}(MET)$ ) на след-иниц
след-иниц:  $MET := след(MET)$  на цикл
цикл: на если  $n > 0$  то тело иначе все
тело: на если нечет( $n$ ) то ух иначе хх
ух: печать ( $MET \text{ " } y := y \times x \text{ на" след}(MET)$ ) на след-ух
след-ух:  $MET := след(MET)$  на вычит
вычит:  $n := n - 1$  на хх
хх: печать( $MET \text{ " } x := x \times x \text{ на" след}(MET)$ ) на след-хх
след-хх:  $MET := след(MET)$  на деление
деление:  $n := n/2$  на цикл
все: печать ( $MET \text{ " :стоп на } \omega$ ") на след-все
след-все: стоп на } \omega
    
```

Здесь MET — литеральная переменная, хранящая текущую генерируемую метку, поступающую в остаточную программу, $след(MET)$ — генератор новой текущей метки.

Генерирующее расширение возведения x в степень n , полученное с помощью программы *sosot* с рис. 2, показано на рис. 3.

При $N = 5$ оба генерирующих расширения выдают одинаковые (с точностью до выбора имен) остаточные программы:

Согласно [5]	Согласно данной работе (после устранения транзитивных переходов с пустым действием)
$m0: y := 1$ на $m1$	иниц5: $y := 1$ на ух5
$m1: y := y \times x$ на $m2$	ух5: $y := y \times x$ на хх4
$m2: x := x \times x$ на $m3$	хх4: $x := x \times x$ на хх2
$m3: x := x \times x$ на $m4$	хх2: $x := x \times x$ на ух1
$m4: y := y \times x$ на $m5$	ух1: $y := y \times x$ на хх0
$m5: x := x \times x$ на $m6$	хх0: $x := x \times x$ на все 0
$m6: \text{стоп на } \omega$	все0: стоп на } \omega

Сделаем ряд сравнительных замечаний к рассмотренным двум вариантам генерирующего расширителя на примере программы возведения в степень (назовем их по годам описания G-77 и G-86).

Генерирующие расширители имеют разные механизмы порождения меток остаточной программы. В G-77 генерация меток синхронизована печатью команд остаточной программы, образуя одномерную последовательность. В G-86 метка остаточной программы «вычисляется» на состоянии доступной памяти, а общий вид метки отражает «матричное» строение остаточной программы.

В G-77 управление выполнением исходной программы полностью сохраняется в ее генерирующем расширении. Если исходная программа закичивается на заданной памяти, то то же произойдет при исполнении ее генерирующего расширения. В G-86 генерирующее расширение завершается всегда (если только область значений доступной памяти действительно конечна). За это приходится расплачиваться сохранением в генерирующем расширении механизма нахождения транзитивного замыкания — поддержания множеств A и P . Можно, однако, избавиться от избыточного недетерминизма в процедуре ШАГ, размещая элементы множества A в структурной памяти (стек, очередь) с некоторой детерминированной процедурой занесения и выборки.

§ 3. Анализ

Ниже мы кратко обсудим возможные ответы на 10 вопросов, поставленных во введении. На некоторые вопросы мы отвечаем, опираясь на другие исследования или общие соображения, однако основу анализа образуют разные эксперименты, выполненные с автопроектором из § 1 и генерирующим расширителем (транслятором трансляторов) из § 2.

1. Откуда берутся фазы трансляции? Исходная идея проста. Пусть проецируемая программа P имеет факторизованную область данных в виде трех независимых переменных: $P = P(X_1, X_2, X_3)$. Тогда обработка такой программы смешанным вычислителем M естественно факторизуется на три фазы:

$$P(X_1 |_{x_1}, X_2, X_3) \xrightarrow{M(P, x_1)} P_{x_1}(X_2 |_{x_2}, X_3) \xrightarrow{M(P_{x_1}, x_2)} P_{x_1, x_2}(X_3 |_{x_3}) \xrightarrow{V(P_{x_1, x_2}, x_3)} P_{x_1, x_2}(x_3).$$

1-я фаза 2-я фаза Исполнение

Такое фазирование, однако, не соответствует интуитивному представлению о декомпозиции транслятора на последовательно применяемые блоки. При таком подходе декомпозиция программы P происходит одновременно с обработкой конкретных значений переменных X_1, X_2 , и X_3 , т. е. реализуется эквивалентность $P(x_1, x_2, x_3) = M(M(P, x_1), x_2)(x_3)$.

Нас же интересует поиск оператора F , который обеспечивал бы следующее соотношение: $F: P(X_1, X_2, X_3) \rightarrow P_3(X_3, P_2(X_2, P_1(X_1)))$, при этом $P(x_1, x_2, x_3) = P_3(x_3, P_2(x_2, P_1(x_1)))$.

Нам не удалось пока найти общего выражения оператора F через оператор смешанных вычислений.

Некоторый намек на направление поисков подсказывают следующие два модельных примера.

Пример 1. Пусть программа P имеет вид

$$z := \frac{aX_1 + bX_2 + cX_3}{X_1^2 + X_2^2 + X_3^2}.$$

Интуитивное представление о фазировании подсказывает следующий вид компонент P_1, P_2, P_3 :

$$\begin{aligned} P_1 : s_1 &:= aX_1; s_2 := X_1^2, \\ P_2 : r_1 &:= s_1 + bX_2; r_2 := s_2 + X_2^2, \\ P_3 : z &:= \frac{r_1 + cX_3}{r_2 + X_3^2}. \end{aligned}$$

Оператор, выполняющий такое преобразование, хорошо известен в системном программировании: это оператор последовательной декомпозиции. Его выражение, похоже, требует универсальной процедуры, которую условно можно было бы назвать симметризованным генерирующим расширителем. Обычный генерирующий расширитель разбивает текст программы на исполняемую часть и отторгаемую часть, которая при исполнении генерирующего расширения выдается в качестве остаточной программы. При этом исполняемая и отторгаемая части находятся, так сказать, на разных уровнях, последняя — в виде аргументов команд печати текста остаточной программы.

Симметризованный генерирующий расширитель должен «отторгаемую» (2-ю фазу) и «исполняемую» (1-ю фазу) части представить каждую в скомпонованном виде, обеспечив движение информации и передачу управления от первой фазы ко второй.

Пример 2. Введем формальное усложнение в программу x^N , состоящее во введении промежуточной величины a , полагаемой **ист** или **ложь** в зависимости от нечетности или четности текущего значения величины n . Последовательные значения a , выстроенные справа налево, образуют двоичное разложение N :

```

начало:  $n := N$  на иниц
иниц:  $y := 1$  на цикл
цикл: на если  $n > 0$  то тело иначе все
тело:  $a := \text{нечет}(n)$  на нечет
нечет: на если  $a$  то  $ux$  иначе  $xx$ 
 $ux$ :  $y := y \times x$  на  $вычит$ 
 $вычит$ :  $n := n - 1$  на  $xx$ 
 $xx$ :  $x := x \times x$  на деление
деление:  $n := n/2$  на цикл
все: стоп на  $\omega$ 

```

Зададимся теперь целью — разбить алгоритм на две фазы: 1) получение двоичного разложения и 2) использование полученного разложения. Естественным представляется следующее расчленение:

ФАЗА 1: $n := N$ **на** иниц
 иниц: $m := 0$ **на** цикл
 цикл: **на** если $n > 0$ **то** тело **иначе** ФАЗА2
 тело: $m := m + 1$ **на** тело 1
 тело 1: $a[m] := \text{нечет}(n)$ **на** нечет
 нечет: **на** если $a[m]$ **то** вычит **иначе** деление
 вычит: $n := n - 1$ **на** деление
 деление: $n := n/2$ **на** цикл
 ФАЗА2: $y := 1$ **на** начало
 начало: $k := 0$ **на** счет
 счет: **если** $m > k$ **то** работа **иначе** все
 работа: $k := k + 1$ **на** проверка
 проверка: **на** если $a[k]$ **то** ух **иначе** хх
 ух: $y := y \times x$ **на** хх
 хх: $x := x \times x$ **на** счет
 все: **стоп** **на** ω

Этот пример близок к задаче выделения из трансляции фазы разбора (если полагать N входной программой, а вектор a — ее разбором). Пример демонстрирует в дополнение к предыдущему еще одну возникающую при декомпозиции задачу: векторизацию последовательности промежуточных результатов. На первый взгляд, решение этой задачи требует чисто содержательного подхода. Похоже, что решение задачи векторизации может быть регуляризовано для случая анализаторных программ, где векторизация возникает естественно при рассмотрении **всех** состояний доступной памяти, на которых в данном случае вычисляются значения переменной a .

2. Фундаментальность однопросмотровой схемы. Анализ первого вопроса приводит к заключению, что транслятор, получаемый как генерирующее расширение интерпретатора, является формально однопросмотровым, поскольку его фазирование требует дополнительных механизмов.

3. Специфические механизмы однопросмотровой схемы. Однопросмотровая схема трансляции в ее классическом выражении требует однократного прочтения входной программы и однократной генерации объектного кода. Выполнение этих требований приводит к некоторым специфическим механизмам адресации команд и величин. Например, нельзя напрямую заменить метку в команде перехода на адрес, так как команда, помеченная данной меткой, еще не достигнута и адрес ее неизвестен.

Возникает вопрос: что является эквивалентом этих специфических механизмов в смешанном вычислителе?

Анализ показывает отсутствие единого ответа на этот вопрос, и вид конкретного механизма адресации в трансляторе, получаемом с помощью смешанных вычислений, определяется несколькими факторами.

Во-первых, модифицируется само представление о просмотре. В классических схемах однопросмотровой трансляции работа управляется «сле-

пым» — строго слева направо — перебором входной строки. Просмотр в смешанных вычислениях является просмотром команд интерпретатора при попытке их выполнить, используя элементы входной строки в качестве аргументов этих команд. Такая модификация понятия просмотра снимает часть проблем, хотя и создает новые — в принципе, входная строка должна обрабатываться в режиме прямого доступа к ее элементам.

Во-вторых, некоторые по виду специфические приемы трансляции на деле имеют свои корни в особенностях функционирования интерпретатора и лишь переносятся в транслятор смешанным вычислителем.

В-третьих, и это главное, конкретный вопрос адресации объектов входного языка в объектном коде в случае класса анализаторных программ решается «автоматически» благодаря механизму размножения проецируемой программы над множеством состояний допустимой памяти.

Продемонстрируем действие этого механизма на задаче трансляции переходов по метке.

Пусть во входной строке есть следующие фрагменты:

на L ... **на** M ... **на** L ... L: K₁ ... M: K₂.

Очевидно, что интерпретатор имеет среди своих величин переменную, скажем, *очереднаякоманда*, принимаемую в качестве своих значений информацию о положении очередной команды во входной строке, например, в виде метки. Тогда обработка первого фрагмента **на** L будет состоять в присваивании L величине *очереднаякоманда* и к передаче управления (**goto**) на цикл обработки очередной команды интерпретатором, скажем, по метке NEXT.

Переменная *очереднаякоманда* относится к допустимой памяти, поэтому смешанный вычислитель занесет во множество активных состояний пару (NEXT, L) (о существовании других допустимых величин можно пока забыть). Аналогично при обработке фрагмента **на** M во множество активных состояний будет занесена пара (NEXT, M). При этом если переходы **на** L и **на** M во входной программе управляются данными входной программы, то обработка этих команд интерпретатором будет задержана и, стало быть, переходы в интерпретаторе на метку NEXT будут перенесены в остаточную программу, но в виде **goto** (NEXT, L) и **goto** (NEXT, M).

При достижении интерпретатором фрагмента L: K₁ (т. е. при выборке из множества активных элементов пары (NEXT, L)) смешанный вычислитель будет проецировать, начиная с команды NEXT, интерпретатор при состоянии доступной памяти (L). Использование этой информации приведет к тому, что вслед за меткой остаточной программы (NEXT, L) будет размещаться проекция интерпретатора на команду K₁, т. е. ее объектный код *ob*(K₁). Аналогично будет обработан и фрагмент M: K₂. Таким образом, в результате просмотра указанной входной строки в остаточной программе можно будет найти следующие фрагменты:

goto (NEXT, L) ... **goto** (NEXT, M) ... **GOTO** (NEXT, L)
 ... (NEXT, L): *ob*(K₁) ... (NEXT, M) : *ob*(K₂)

4. Шаблоны объектных конструкций. Шаблоны объектных конструкций — это заголовки объектных команд, которые в нужном порядке ставятся в объектную программу. В этих шаблонах есть занумерованные пустые места, своего рода формальные параметры, которые замещаются именами величин объектной программы.

При получении транслятора с помощью генерирующего расширителя (процедура *cosot*) роль шаблонов объектных конструкций играют нередуцированные остатки интерпретатора, отторгаемые в остаточную программу командами печати. Литеральные переменные, погруженные в эти остаточные конструкции, играют роль формальных параметров, замещаемых именами данных входной программы или же сопоставленными этим именам объектами, порожденными интерпретатором (например, машинные адреса).

5. Таблица символов. Уровень абстракции смешанного вычислителя, показанного в этой работе, слишком высок, чтобы точно обозначить место появления таблицы символов. Она может появиться как компонент, уже встроенный в интерпретатор, например, чтобы поддерживать соответствие между именами и ячейками памяти, или же как конструкция смешанного вычислителя, поддерживающая множество состояний допустимой памяти.

6. Стек в трансляторе. Ситуация со стеком аналогична вопросу о таблице символов. Нами был исследован вопрос о судьбе стека, встроенного в интерпретатор. Смешанные вычисления безошибочно вычисляют все действия со стеком, которые могут быть отработаны на периоде трансляции, оставляя в остаточной программе только операции периода исполнения. Представляет не меньший интерес еще не проведенное исследование встраивания стека в смешанный вычислитель для поддержки множества активных элементов. Это, похоже, поможет существенно повысить степень универсализации манипуляций со стеком при построении трансляторов.

7 и 9. Получение транслятора из денотационной семантики. Для входного языка МИЛАН [5] нами были построены в языке реализации два варианта исполняемой семантики: одна — чисто операционная в виде одноциклового интерпретатора, а другая имитировала денотационную семантику в виде системы рекурсивных процедур. В дополнение к этому в языке реализации был реализован стековый механизм исполнения рекурсивных процедур. В результате были получены два очень непохожих интерпретатора, продуцирующих, к большому нашему удовлетворению, идентичный (с точностью до обозначений) объектный код.

Что касается трансформационной семантики, то такого конкретного эксперимента еще никто не делал. Легко показать, что трансформационная семантика, рассматриваемая как рекурсивное определение отображения $TS: (P \times D) \rightarrow (P \times D)$ (P — программа, D — данные), описывается сходно с дено-

тационной $DS: (P \times D) \rightarrow D$. Это сходство вселяет оптимизм в выполнимости такого рода эксперимента.

8. Источники операциональности транслятора. Этот вопрос весьма важен методологически, так как указывает, куда предпочтительнее вкладывать технологический капитал: в смешанный вычислитель или в интерпретатор входного языка. Нам представляется, что для ответа на этот вопрос лучше всего рассматривать транслятор как генерирующее расширение интерпретатора. В генерирующем расширении можно усмотреть компоненты типов:

- исполняемую часть исходной программы;
- отторгаемую часть исходной программы (в виде литеральных аргументов команд печати);
- команды печати (команды генерации);
- команды организации информационной связи между исполняемой и отторгаемой частями программы. Это, прежде всего, процедура редукции;
- общую организацию генерирующего расширения (ведение множества активных и пройденных элементов).

Первая часть — это прямой вклад интерпретатора в транслятор (прежде всего, лексический и синтаксический анализы). В то же время введение промежуточных имен при декомпозиции существенно зависит от процедур редукции (вклад смешанного вычислителя).

Вторая часть к операциональности транслятора прямого отношения не имеет, хотя на ней фокусируется искусство записи интерпретатора и «разрешающая сила» смешанного вычислителя.

Остальные части — это прямой вклад смешанного вычислителя.

10. Семантические инварианты языка. Сейчас еще преждевременно отвечать на этот вопрос. Мы верим, что систематическое построение транслятора методом смешанных вычислений позволяет гарантировать корректность трансляции при заданной семантике языка либо, наоборот, проверить корректность нового способа задания семантики, требуя идентичного объектного кода при разных семантиках языка. При таком подходе мы берем в качестве инварианта семантик объектный код входной программы.

Однако это только одна сторона проблемы. Развитый транслятор имеет разнообразные средства оптимизации. Значительная часть классических видов оптимизации поглощается смешанными вычислениями (прежде всего, все виды редукционной оптимизации). Комбинаторная же оптимизация — это независимое измерение в обработке программ. Она, прежде всего, связана не с семантиками входного языка, а с семантикой инструментального языка, языка реализации. Здесь мы имеем дело с другими, схемными инвариантами программы.

Стыковка этих двух аспектов семантики транслируемой программы — дело будущего.

Заключение

Сделанный анализ носит сугубо предварительный характер. Тем не менее, даже самые поверхностные наблюдения подтверждают плодотворность изучения проблемы трансляции на основе смешанных вычислений. В свою очередь, смешанные вычисления на классе анализаторных программ позволяют не только получать принципиальное решение задачи трансляции, но и добиваться получения конкурентноспособных схем трансляции. Движение в этом направлении, однако, требует интенсивных экспериментов и решения большого количества технологических проблем.

Список литературы

1. ERSHOV A. P. On mixed computation: informal account of the strict and polyvariant computation schemes. — In: M. Broy (Ed.) Control flow and data flow: concepts of distributed programming. Berlin a.o.: Springer-Verlag, 1985, S. 107–120.
2. FUTAMURA Y. Partial evaluation of computation process — an approach to a compiler-compiler. — Systems-Computers-Controls, 1971, v. 2, N 5, p. 45–50.
3. ЕРШОВ А. П. Об одном теоретическом принципе системного программирования. — Докл. АН СССР, 1977, т. 233, № 2, с. 272–275.
4. TURCHIN V. F. A supercompiler system based on the language REFAL. — SIGPLAN Notices, 1979, v. 14, N 2, p. 46–54.
5. ЕРШОВ А. П. О сущности трансляции. — Программирование. 1977, № 5, с. 24–39.
6. BROOKER R. A., MacCALLUM I. R., MORRIS D., ROHL J. Z. The Compiler Compiler. Annual Review in Automatic Programming. v. 3. London: Pergamon, 1963.
7. MAZAHER S. An approach to compiler correctness. Ph.D. Dissertation, Computer Science Department, University of California in Los Angeles, 1981.
8. MAZAHER S., BERRY D. M. Deriving a compiler from an operational semantics written in VDL. — Computer Languages, 1985, v. 10, N 2, p. 147–164.
9. JONES N. D., SESTOFT P., SONDERGAARD H. An experiment in partial evaluation: the generation of a compiler generator. — In: Proc. 1st Intl. Conf. on rewriting techniques and application. Dijon, France, 1985. Lecture Notes in Computer Science. V. 202. Berlin a.o.: Springer, 1985, p. 124–140.
10. БУЛЬОНКОВ М. А. Смешанные вычисления для программ над конечно-определенной памятью с жестким разбиением. — Докл. АН СССР, 1985, т. 285, с. 1033–1037.
11. ERSHOV A. P., ITKIN V. E. Correctness of the mixed computation in Algol-like programs. — In: Mathematical foundation of computer science. J. Gruska (ed.) Lecture Notes in Computer Science, V. 53. Berlin a.o.: Springer, 1977, p. 59–77.

Смешанные вычисления в Новосибирске*

М. А. Бульонков

В этих заметках я хочу рассказать о том, как развивались смешанные вычисления в новосибирском Вычислительном центре и позднее в ИСИ СО РАН. Вполне возможно, и даже почти наверное, я не смогу упомянуть обо всех событиях и людях, которые были причастны к работам в этой области, но ни в коем случае не с целью преуменьшить их значимость. Несмотря на определенный «мемуарный» характер того, что я скажу далее, я постараюсь определить основные понятия и процессы смешанных вычислений достаточно формально. Но все же основная моя задача сейчас — рассказать о людях и развитии проблематики.

Для начала под смешанными вычислениями можно понимать процесс совместного преобразования программ и данных в частично заданной обстановке их использования с целью повышения эффективности. Под такое определение можно без особой натяжки подвести практически все процессы системного программирования.

Андрей Петрович Ершов — проекции Футамуры

К идее смешанных вычислений А. П. Ершов пришел на основе работ в области разработки трансляторов, оптимизации и преобразования программ. В первых работах формальное определение имело следующий вид: смешанный вычислитель определялся как программный процессор, который получает на вход некоторое представление программы и часть входных данных и получает на выходе преобразованную программу, часть результата и данные, которые требуют дополнительной обработки. Формально, если данные программы p могут быть разбиты на две части x и y , то

$$\text{mix}(p, x) = (p_x, d, r),$$

где

$$p(x, y) = (p_x(d, y), r).$$

Часть данных x программы p , которые доступны смешанному вычислителю, назывались *доступными* данными, остальная часть данных — *задержанными*, программа p_x — *остаточной* программой или *проекцией* p на x , r — *частичным результатом*.

* © М. А. Бульонков, 2005. Статья написана специально для настоящего сборника.

Хотя это явно и не следует из определения, предполагалось, что смешанный вычислитель обладает определенной полнотой в том смысле, что если задержанных данных нет, то остаточная программа будет пустой, а частичный результат — совпадать со всем результатом программы p . В этом смысле смешанное вычисление программы представлялось как расширение обычного вычисления: операции собственно программы по получению результата чередуются (то есть смешиваются) с действиями по формированию остаточной программы.

Далее Андрей Петрович заметил, что поведение транслятора очень напоминает поведение смешанного вычислителя: точно так же действия по анализу транслируемой программы чередуются с генерацией объектного кода. Кульминацией этих рассуждений стало открытие соотношений, которые связывают интерпретацию программы и ее трансляцию в объектный код. Для этого смешанный вычислитель трактовался в более узком смысле: без промежуточных данных и частичного результата:

$$\text{mix}(p, x) = p_x,$$

где

$$p(x, y) = p_x(y).$$

Назовем последнее равенство *уравнением смешанного вычислителя*. Пусть далее имеется интерпретатор int некоторого языка L , записанный в языке, программы которого может обрабатывать mix . Тогда

$$\text{int}(p, d) = p(d)$$

для любой программы p в языке L и ее данных d . Тогда, подставляя int в уравнение смешанного вычислителя, получаем

$$\text{int}(p, d) = \text{int}_p(d),$$

откуда

$$\text{int}_p(d) = p(d).$$

То есть программы int_p и p эквивалентны, но заметим, что записаны они в разных языках: p — в языке L , а int_p — в языке интерпретатора. Иными словами, смешанные вычисления в применении к интерпретатору реализуют трансляцию, а int_p является объектным кодом p .

Продолжая такие игры с формулами, наиболее интересные соотношения можно получить, если предположить, что смешанный вычислитель обладает свойством *самоприменимости*. Для этого он, по крайней мере, должен быть записан в том же языке, для которого и предназначен. Оставляем читателю самому доказать, что

$$\text{mix}_{int}(p) = \text{int}_p$$

и

$$\text{mix}_{mix}(int) = \text{mix}_{int}.$$

Таким образом mix_{int} преобразует программу в объектный код и, следовательно, реализует функцию транслятора, а mix_{mix} преобразует семантику языка, заданную в виде интерпретатора, в транслятор и, следовательно, является генератором трансляторов.

Всякий, кто имел хоть приблизительное представление о трансляторах и интерпретаторах и узнавал эти соотношения, вначале не верил, что такое возможно, и искал какой-то подвох, а затем приходил в восхищение от красоты, ясности и глубины заложенного в них смысла⁵³. Сейчас я могу представить себе, какое разочарование должен был испытать Андрей Петрович, когда отыскал статью японского ученого Ёсихико Футамуры, опубликовавшего эти соотношения еще в 1971 году. Примером профессиональной этики является тот факт, что Андрей Петрович назвал независимо открытые им соотношения проекциями Футамуры, несмотря на то, что последней проекции в той статье не было.

Именно благодаря энергии и настойчивости Андрея Петровича идея смешанных вычислений стала чрезвычайно популярной. Не последнюю роль здесь сыграло то, что был предложен простой пример, на котором можно было демонстрировать различные методы реализации смешанных вычислений — программа возведения x в степень n :

```

read x;
read n;
y := 1;
while n > 0 do
  if even(n) then
    n := n/2;
    x := x * x
  fi;
  n := n - 1;
  y := y * x
od;
write y

```

Для этой программы характерно то, что все вычисления над n никак не зависят от вычислений над x и y . Таким образом, если n доступно, то все вычисления можно сделать на этапе смешанного вычисления.

Уже в первых работах были предложены основные методы реализации смешанных вычислений:

⁵³ Говорят, что Андрей Петрович несколько часов рассказывал сыну Василию о своем открытии по междугородному телефону. Аналогичную историю я слышал и про Валентина Федоровича Турчина, который также независимо открыл эти соотношения.

1. *Частичные вычисления*, при которых все инструкции исходной программы, которые зависят только от доступных данных, выполнялись непосредственно, а остальные — редуцировались и помещались в остаточную программу. Для программы возведения в степень при доступном $n = 5$ остаточная программа будет иметь вид

```
read x;
y := 1 * x
x := x * x
x := x * x
y := y * x;
write y
```

2. *Генерирующее расширение* разбивает процесс построения остаточной программы на два этапа. На первом этапе все действия программы классифицируются на доступные и задержанные, и порождается программа, которая получает на вход доступные данные исходной программы и генерирует остаточную. В нашем случае генерирующее расширение имеет следующий вид:

```
write "read x;"
read n;
write "y := 1;"
while n > 0 do
  if even(n) then
    n := n/2;
    write "x := x * x"
  fi;
  n := n - 1;
  write "y := y * x"
od;
write "write y"
```

Важность статической классификации действий программы на доступные и задержанные будет осознана значительно позже и названа *анализом периода связывания* (binding time analysis, BTA). Даже в этом простом примере есть «мелкие» неясности. Например, в операторе $y := y * x$ на первой итерации цикла значение y доступно, а на всех последующих — задержано. Здесь проблема была решена тем, что без ясного обоснования была сделана задержанной инициализация $y := 1$.

3. *Трансформационный подход*, при котором остаточная программа получается из исходной путем применения последовательности так называемых редуцирующих преобразований. К ним относятся, например, протяжка констант, редукция выражений, редукции условного с константным условием, раскрытие цикла, удаление неиспользуемых вычислений и т. п. Одно из промежуточных состояний в процессе преобразования для нашего примера может иметь следующий вид:

```

read x;
y := 1;
y := y * x;
x := x * x;
n := 2;
if 2 > 0 then
  if even(2) then
    n := 1;
    x := x * x
  fi;
  n := 0;
  y := y * x;
  while n > 0 do
    if even(n) then
      n := n/2;
      x := x * x
    fi;
    n := n - 1;
    y := y * x
  od;
fi;
write y

```

Даже при поверхностном рассмотрении этих примеров можно заметить достаточно большое количество проблем, основные из которых — проблема задержанного управления и связанная с ней проблема остановки смешанных вычислений. Пример возведения в степень обладает «приятным» свойством: не только все вычисления над доступными данными не зависят от задержанных, но и все условия и циклы определяются исключительно доступными данными. Рассмотрим пример, в котором это не так:

```

read x;
read y;
if y > 0 then
  x := x * 2;
  y := y / 2
else
  x := x + 1;
  y := y - 1
fi;
write y + x * x

```

Предполагая доступным x и задержанным y , мы не можем во время смешанного вычисления определить значение условия $y > 0$, а значит, не можем определить, как изменится состояние доступной памяти после выполнения всего условного оператора. Таким образом задерживаются и вычисления над x , и смешанный вычислитель заканчивает работу с остаточной программой, практически не отличимой от исходной.

С другой стороны, понятно, что если поставить целью вычислить максимум возможного при известном значении x (равном, скажем, 2), то «идеальная» остаточная программа должна бы иметь следующий вид:

```
read y;
if y > 0 then
    y := y/2;
    write y + 16
else
    y := y - 1;
    write y + 9
fi
```

Андрей Петрович искусно замаскировал эти проблемы в своих первых работах по смешанным вычислениям и признавал это, когда я допытывался у него ответов на конкретные вопросы. Потребовалось еще много лет исследований и экспериментов, чтобы от наброска идеи придти к практической реализации, но в тот момент основная задача состояла во внедрении идеи перспективности смешанных вычислений в сознание программистского сообщества, и с этой задачей Андрей Петрович справился просто блестяще. Десятки раз, на всевозможных конференциях и семинарах, в статьях и неформальных беседах он рассказывал о проекциях Футамуры и методах смешанных вычислений, формируя новое направление в системном программировании. Наглядным примером может служить развернутая, с большим количеством цветных иллюстраций статья в популярном, но не специализированном на программировании журнале «В мире науки» [Ерш84]⁵⁴.

Именно за работы в области смешанных вычислений Андрей Петрович был удостоен престижной премии им. А. Н. Крылова Академии наук СССР.

Владимир Иткин — алгебра смешанных вычислений

Другие исходные позиции и иной подход к исследованиям смешанных вычислений был свойствен работам Владимира Эммануиловича Иткина. Он производил впечатление замкнутого, отрешенного от окружающего мира ученого, для которого строгость доказательства и теоретическая сила результатов значительно важнее их практической применимости — типичный пример «теоретика»⁵⁵. Несколько первых его работ были совместными с

⁵⁴ Русская версия американского журнала «Scientific American».

⁵⁵ Меня всегда поражала технология написания статей, которую использовал В. Э. Иткин, — своего рода Cut&Paste в бумажном варианте. Если ему требовалось вставить или переставить пару предложений в рукописном тексте, то он делал это не редакторскими пометками или текстом на обратной стороне страницы, а буквально вырезал и клеивал кусок страницы с написанным текстом в нужное место. В результате получалась длинная бумажная лента, которая живописно занимала весь его кабинет. По завершении работы над рукописью оставалось только разрезать ее на части стандартного размера и отнести машинистке для перепечатки.

А. П. Ершовым, но впоследствии их сотрудничество стало не таким тесным. Причиной этого стало высказывание Андрея Петровича о том, что в совместных работах ему принадлежит основная идея, а технические детали прорабатывает Иткин, и даже последовавшее уточнение — лишь основная идея и все технические детали, — по-видимому, не удовлетворило Владимира Эммануиловича. Несмотря на то, что работал он изолированно, результаты этих работ давали прочную теоретическую и понятийную базу для других исследователей.

Отправной точкой в исследованиях В. Э. Иткина была теория схем программ, с ориентацией в первую очередь на императивные операторные программы над общей памятью. Наиболее активно использовалось понятие экспликатора — оператора, обеспечивающего требуемое состояние части памяти программы. В простейшем случае экспликатор выражается присваиванием переменным заданных значений.

Роль экспликаторов была двоякой: с одной стороны, будучи обычными операторами, они являлись частью программы, так что в любой момент можно было прекратить процесс смешанного вычисления и объявить текущую программу остаточной, а с другой — они рассматривались как текущие точки вычислений. В. Э. Иткин исследовал и обосновал различные схемы организации смешанных вычислений — сквозную, пунктирную, поливариантную и др. Так, например, в поливариантной схеме допускалось размножение экспликаторов, что приводило к появлению нескольких экземпляров вычислений над одной программой. Рассмотрим приведенный выше пример более подробно. На первом шаге оператор ввода x редуцируется к экспликатору $[x := 2]$:

```
[x := 2]
read y;
if y > 0 then
    ...
fi;
write y + x * x
```

Далее, вычисление ввода $\text{read } y$ оставляет его без изменений, а экспликатор перемещается к условному оператору. Поскольку условие ветвления задержано, то экспликатор дублируется на каждой из ветвей:

```
read y;
if y > 0 then
    [x := 2]
    x := x * 2;
    y := y / 2
else
    [x := 2]
    x := x + 1;
    y := y - 1
fi;
write y + x * x
```

На первой ветви оператор $x := x * 2$ может быть полностью вычислен — он исчезает из программы, а экспликатор заменяется на $[x := 4]$, после чего обрабатывается задержанный оператор $y := y/2$ и экспликатор достигает конца ветви. Вторая ветвь обрабатывается аналогично и независимо, что приводит к следующему состоянию вычислений:

```
read y;
if y > 0 then
    y := y / 2
    [x := 4]
else
    y := y - 1
    [x := 3]
fi;
write y + x * x
```

Поскольку теперь вычисления разных ветвей привели к разным состояниям доступной памяти, мы вынуждены произвести их слияние, выделив одинаковую часть и поместив соответствующий экспликатор вслед за условным, «бросив» затем различающиеся части в виде пассивных операторов присваивания в конце каждой ветви:

```
read y;
if y > 0 then
    y := y / 2;
    x := 4
else
    y := y - 1;
    x := 3
fi;
[]
write y + x * x
```

В нашем случае, поскольку в экспликаторах разных ветвей нет ничего общего, то вычисления продолжаются с оператора вывода с пустым состоянием доступной памяти.

Существенную часть в описанном процессе составляет манипуляция с экспликаторами: «применение» операторов программы, слияние и т. п. В. Э. Иткин сумел абстрагировать эти операции, введя набор аксиом, которым они должны удовлетворять. Это привело к так называемой *алгебре смешанных вычислений* [Itkin88].

Очевидно, что мы не смогли добиться «идеальной» остаточной программы, поскольку для этого потребовалось бы скопировать оператор печати на каждой из ветвей. Если в данном случае это еще можно сделать достаточно безопасно, то в общем случае копирование приведет к неконтролируемому росту количества экспликаторов и зацикливанию процесса сме-

шанных вычислений. В качестве примера можно рассмотреть тот же фрагмент, но с оператором цикла вместо условного:

```
while  $y > 0$  do
  ...
od56
```

Как предугадать и избежать появления бесконечного количества экземпляров вычислений и копирования задержанных операторов? Примечательно, что именно такое поведение свойственно интерпретаторам, где выбор очередной инструкции исполняемой программы (которая должна быть доступной, если мы хотим добиться нетривиального результата) находится под задержанным условием интерпретации ветвления.

Последние работы В. Э. Иткина носили философский характер: частичные вычисления интересовали его как фундаментальный процесс перехода от общего к частному.

Владимир Иткин трагически погиб в 1991 году — замерз зимой по дороге в церковь.

Борис Островский — специализация синтаксических анализаторов

Для того чтобы сделать идею смешанных вычислений жизнеспособной, нужно было найти ей практическое применение. Именно такую тему Андрей Петрович предложил в качестве диссертационной своему аспиранту Борису Наумовичу Островскому. Задача состояла в автоматическом преобразовании универсального синтаксического анализатора для некоторого класса грамматик в анализатор, специализированный для конкретной грамматики [Остр87]. Формально, пусть имеется универсальный синтаксический анализатор *synt*, получающий на вход некоторое представление грамматики *G* и строку *s* и проверяющий, выводима ли строка *s* в этой грамматике. Если требуется многократно выполнить *synt* для одной и той же грамматики, но разных строк, то имеет смысл построить специализированный анализатор *synt_G* для этой грамматики.

Очевидно, что специализация синтаксических анализаторов, хотя и имела самостоятельную ценность, была лишь первым шагом на пути к реализации проекций Футамуры, поскольку универсальный синтаксический анализатор вполне можно рассматривать как интерпретатор, грамматику — как интерпретируемую программу, а входную строку — как ее данные. С этой

⁵⁶ Гунтис Барздинь предложил другой интересный пример: та же программа возведения в степень, но при доступном *x* и задержанном *n*. Здесь также вычисления над *x* и *y* явно не зависят от *n*, но находятся под задержанными условиями. Хотя на первый взгляд кажется, что такая классификация входных данных вообще не имеет смысла, в некоторых случаях, например при $x = 0, 1$ и -1 , можно представить себе очень эффективные «идеальные» остаточные программы.

точки зрения, речь шла лишь о первой проекции и задача достижения самоприменимости смешанных вычислений не ставилась.

Смешанный вычислитель Островского был основан на трансформационном подходе. Более точно, смешанного вычислителя как такового не существовало, скорее речь шла о трансформационной машине со специально подобранным набором преобразований. Процесс применения преобразований был аналогичен процессу исполнения нормальных алгоритмов Маркова. Текст универсального анализатора размечался маркерами преобразований. Обычно в начале процесса имелся единственный маркер — начального преобразования, — помещенный перед первой инструкцией программы. Далее недетерминированно повторялась итерация выбора маркера и применения преобразования к помеченной ею конструкции. Результатом преобразования являлась модификация программы и расстановка новых маркеров. Так повторялось до тех пор, пока оставался хотя бы один маркер.

Набор преобразований разрабатывался для каждого универсального синтаксического анализатора заново. Фактически получался отдельный смешанный вычислитель для каждого класса грамматик. Но даже такой подход технологически оправдан. Во-первых, переиспользуется набор базовых преобразований, что гарантирует корректность специализированного анализатора. Во-вторых, для данного класса грамматик требуется только один смешанный вычислитель, который, будучи один раз «отлажен», может применяться к большому количеству грамматик. Наконец, в-третьих, система содержала развитые средства преобразования грамматик, такие, например, как выделение регулярной части, и средства постобработки, применяемые к остаточным программам.

Первая защита Б. Н. Островского закончилась полным провалом. Какую-то роль в этом играло очевидное нездоровое внимание ученого совета к национальному вопросу, но и выступление диссертанта было ниже всякой критики. И даже выступления Андрея Петровича и Геннадия Дмитриевича Чинина, однозначно поддерживавших диссертацию, не смогли исправить положение⁵⁷.

Следующий вариант диссертации Б. Н. Островский готовил, уже работая в Барнаульском политехническом институте. Периодически он приезжал в Новосибирск, показывал Андрею Петровичу очередную версию и уезжал обратно исправлять замечания. Поскольку не только компьютеры, но даже и просто средства машинописи ему были недоступны, то каждый раз он переписывал весь текст от руки, включая фрагменты программ. У меня до сих пор

⁵⁷ Один из членов совета, специалист в области методов оптимизации, услышав про оптимизацию грамматик, задал диссертанту вопрос о том, как здесь используется динамическое программирование. Б. Н. Островский совершенно смешался и не смог сказать ничего внятного. На вопрос пришлось отвечать Андрею Петровичу в своем выступлении, где он объяснил, что речь идет о методах, аналогичных оптимизации конечных автоматов, которые никакого отношения к динамическому программированию не имеют.

хранится один из промежуточных вариантов текста диссертации Бориса Островского — полторы сотни страниц, написанных без помарок каллиграфическим почерком. Вторая защита Б. Н. Островского прошла успешно.

Система смешанных вычислений, разработанная Б. Н. Островским, была в свое время одной из самых, если не самой, развитой. К сожалению, рутинная преподавательская работа в провинциальном вузе не позволила ему продолжить активную работу в этой области.

Летняя школа по смешанным вычислениям в Лиманчике

Думаю, что всесоюзный уровень исследования в области смешанных вычислений получили после конференции по смешанным вычислениям, прошедшей на спортивной базе «Лиманчик» Ростовского госуниверситета. Конференция прошла несомненно успешно — она дала возможность встретиться и завязать рабочие контакты всем активным исследователям в этой области. Видимо, не имеет смысла, да и возможности, обсуждать сейчас программу конференции — отмечу только два запомнившихся «рабочих» момента.

Виктор Николаевич Касьянов представил доклад, посвященный редуцирующим преобразованиям программ. Достаточно широкий набор этих трансформаций составлял существенную часть системы СОКРАТ, нацеленную на обработку Фортран-программ. Интересным аспектом системы являлось то, что преобразования опирались не только на собственно текст программы, но и на пользовательские аннотации — утверждения о программе, которые считались априорно верными и потенциально могли как уменьшить сложность необходимого анализа, так и увеличить применимость преобразований. В дискуссии по докладу слово взял Николай Николаевич Непейвода и в свойственной ему манере безапелляционно заявил, что не найдется ни одной программы, к которой описанные преобразования можно было бы применить. Позже выяснилось, что он хотел сказать, что ни один программист сознательно не напишет ветвление с тождественно истинным условием, но к автоматически порожденным программам применение подобных преобразований может быть весьма перспективно.

В дискуссии Святослав Сергеевич Лавров высказал сомнение в практической полезности проекций Футамуры для реализации промышленных трансляторов, поскольку они покрывают самую простую и хорошо проработанную синтаксически управляемую часть процесса. Наиболее интересные задачи трансляторной проблематики, такие как экономия регистров или исключение общих подвыражений, не имеют истоков ни в смешанном вычислителе, ни в интерпретаторе и, значит, не могут появиться в автоматически получаемом трансляторе⁵⁸.

⁵⁸ В более теоретической постановке близкую проблему позже сформулировал и исследовал Н. Джоунс [Jones88]: «Может ли специализация программ давать более чем линейное ускорение?» Здесь предполагается, что измерение сложности учитывает только размер задержанной части данных, а размер доступных данных — константа.

Михаил Бульонков — поливариантные смешанные вычисления

Идею того, как избежать заикливания при специализации интерпретатора, подсказала еще одна аспирантка Андрея Петровича — Татьяна Шапошникова. Она пришла в очную аспирантуру Вычислительного центра СО АН, будучи преподавателем программирования в НЭТИ (ныне НГТУ). Когда она в первый раз рассказала мне о своей идее, я был совершенно не готов ее воспринять, поскольку ее предложение приводило к использованию неструктурированных переходов `goto`. Опасность этого я видел в том, что использовавшиеся схемы смешанных вычислений существенно опирались на структурированность программ, например, для «пронесения» доступной информации через задержанные условные операторы. Для того чтобы продемонстрировать идею Татьяны Шапошниковой, рассмотрим простейший интерпретатор конечных автоматов⁵⁹.

Пусть конечный автомат задается двумя таблицами: T — двумерная таблица перехода, сопоставляющая каждому состоянию и входному символу следующее состояние, $Accept$ — определяющая, является ли состояние допускающим. Тогда интерпретатор может иметь следующий вид:

```
S := 1;
while not eof do
  read c;
  S := T[S, c]
od;
write Accept[S]
```

В этом интерпретаторе мы сталкиваемся с тем, что текущее состояние автомата S , которое хотелось бы сделать доступным, оказывается зависящим от задержанной переменной c в присваивании $S := T[S, c]$. Избежать этого можно, например, за счет знания о конечности входного алфавита. Если алфавит состоит только из двух символов $\{a, b\}$, то таблицу T можно разбить на две — T_a и T_b и добавить в интерпретатор разбор случаев для возможных значений переменной c :

```
S := 1;
while not eof do
  read c;
  if c = 'a' then
    S := Ta[S]
  else
    S := Tb[S]
  fi;
od;
write Accept[S]
```

⁵⁹ Подобно программе вычисления степени, пример интерпретатора конечных автоматов впоследствии многократно «перекочевывал» из одной статьи в другую.

Пусть далее для определенности $T_a = \{2, 3, 3\}$, $T_b = \{3, 1, 3\}$, $\text{Accept} = \{\text{True}, \text{False}, \text{False}\}$.

Условия `not eof` и `c = 'a'` задержаны, и если применить поливариантную схему вычислений Иткина в сочетании с внесением операторов в ветви задержанного условия, то на некотором шаге мы можем придти к следующему состоянию:

```

if not eof do
  read c;
  if c = 'a' then
    if not eof do
      read c;
      if c = 'a' then
        [S := 1]
        while not eof do ... od;
        write Accept[S]
      else
        [S := 3]
        while not eof do ... od;
        write Accept[S]
      fi;
    fi;
    write False
  else
    if not eof do
      read c;
      if c = 'a' then
        [S := 3]
        while not eof do ... od;
        write Accept[S]
      else
        [S := 3]
        while not eof do ... od;
        write Accept[S]
      fi;
    fi;
  fi;
else
  write True
fi;

```

Здесь можно заметить, что мы начинали вычисления с $S = 1$ и продолжение вычисления экспликатора $[S := 1]$ будет приводить вновь и вновь к тем же результатам и породить один и тот же остаточный код. В общем случае, если мы замечаем, что некоторый оператор обрабатывается повторно при одном и том же состоянии памяти, то можно завершить вычисление одной из

копий вычислений вставкой оператора перехода на уже обработанную копию. Систематическое применение этого приема может привести, например, к следующей остаточной программе:

```

L1:      if not eof do
          read c;
          if c = 'a' then
              if not eof do
                  read c;
                  if c = 'a' then goto L1
                  else goto L3
                  fi;
              else
                  write False
              fi
          else
L3:      if not eof do
          read c;
          if c = 'a' then goto L3
          else goto L3
          fi
          else
              write False
          fi
      fi
  else
      write True
  fi;

```

Мне удалось сформулировать достаточные условия останова этого процесса: если, во-первых, анализ периода связывания классифицирует переменные и, следовательно, инструкции программы статически (то есть так, что если переменная объявлена доступной, то она является таковой в любой момент специализации) и, во-вторых, множество значений, принимаемое доступными переменными, конечно, то любая ветвь поливариантной специализации неизбежно приведет к уже пройденному состоянию. В определенном смысле вычисления оказываются «запертыми» в матрице, строки которой соответствуют инструкциям исходной программы, а столбцы — состояниям доступной памяти. В каждой клетке этой матрицы находится соответствующая редуцированная инструкция. В нашем случае множество значений доступной переменной *S* ограничено значениями 1, 2 и 3, а матрица остаточной программы имеет вид

	S = 1	S = 2	S = 3
L:	<pre>L1: if not eof then read c; if c = 'a' then goto L2 else goto L3 fi fi; write True</pre>	<pre>L2: if not eof then read c; if c = 'a' then goto L1 else goto L3 fi; fi; write False</pre>	<pre>L3: if not eof then read c; if c = 'a' then goto L3 else goto L3 fi fi; write False</pre>

Андрей Петрович с энтузиазмом воспринял идею этого метода⁶⁰ — она явилась ключевой в реализации самоприменимого смешанного вычислителя Mix, пригодного для выполнения всех трех проекций Футамуры. Для уменьшения «технических» проблем реализация была проведена для специально разработанного императивного языка программирования ЯР, среди базовых операций которого была, например, операция редукции выражения. Методологическому осмыслению полученных результатов посвящена наша совместная статья [БулЕрш86]⁶¹.

К сожалению, оказалось, что мы опять немного опоздали. Независимо, буквально на несколько месяцев раньше, успешная реализация всех проекций Футамуры для небольшого подмножества функционального языка LISP была выполнена Петером Сестофтом (Peter Sestoft) под руководством профессора Нила Джоунса (Neil Jones) из Института информатики университета Копенгагена (DIKU). В свою очередь для них оказалось сюрпризом с запозданием обнаружить статью [Bul84], где описывалась техника, которую они независимо изобрели при реализации частичного вычислителя. Это стало началом длительного сотрудничества, взаимных визитов и здорового соперничества DIKU и новосибирской группы. Одним из наиболее значимых результатов этого сотрудничества стала прошедшая в Дании историческая конференция по частичным и смешанным вычислениям РЕМС, об организации которой можно прочесть в статье А. В. Замулина в этой книге.

⁶⁰ Именно Андрей Петрович перевел на английский язык (а честнее сказать — переписал на английском языке) мою статью [Bul84], которая потом многократно цитировалась.

⁶¹ Эта статья публикуется и в данной книге.

Гунтис Барздинь — частичные вычисления и фазы трансляции

Гунтис Барздинь приехал в Новосибирск поступать в аспирантуру к Андрею Петровичу. Точнее, поступал он в аспирантуру ВЦ Латвийского университета, но хотел, чтобы Андрей Петрович был у него научным руководителем. Первое же появление Гунтиса в Вычислительном центре вызвало переполох среди женского населения нашего кофе-клуба. По длинному коридору приближался высокий молодой человек в элегантном черном пальто, с непокрытой головой и в небрежно повязанном белом кашне. Вскоре выяснилось, что роль кашне исполняло гостиничное полотенце, которым Гунтис пытался спастись от сибирского мороза за 30 градусов⁶².

Устроив свои аспирантские дела, Гунтис зашел ко мне и был весьма удивлен, узнав, что я лишь на несколько лет старше его. Еще до приезда в Новосибирск он читал мои статьи и представлял меня солидным ученым-теоретиком, что на проверку не соответствовало действительности. В ходе наших обсуждений смешанных вычислений и проекций Футамуры Гунтис заметил, что в них используется только специализация программ и игнорируется возможность получения промежуточных данных. Было бы интересно посмотреть, как могли бы выглядеть проекции в более общей трактовке смешанных вычислений.

Пусть для простоты формального изложения смешанные вычисления представляются двумя процессорами: специализатора *spec*, порождающего остаточную программу p_x , и частичного вычислителя *peval*, формирующего промежуточные данные x_p :

$$\begin{aligned} spec(p, x) &= p_x, \\ peval(p, x) &= x_p, \end{aligned}$$

такие что

$$p(x, y) = p_x(x_p, y)$$

для любого y . С одной стороны, если *peval* — тривиальный процессор и x_p всегда пусто, то эти соотношения вырождаются в обычное уравнение смешанных вычислений. С другой стороны, если результат доступных вычислений находит свое выражение в промежуточных данных, то можно считать, что задача смешанных вычислений заключается в переводе данных x в некоторое, в каком-то смысле более эффективное, представление x_p .

Подставляя в указанные соотношения интерпретатор *int* вместо p , программу p вместо x и данные d программы p вместо y , получим

$$spec(int, p) = int_p,$$

⁶² Вскоре Гунтис открыл для себя меховые шапки-ушанки и валенки.

$$peval(int, p) = p_{int},$$

такие что

$$int(p, d) = int_p(p_{int}, d).$$

Таким образом, кроме перевода программы в некоторое промежуточное представление смешанные вычисления порождают интерпретатор этого представления. В вырожденном случае порождение интерпретатора int_p вообще не зависит от программы p , а только от результатов анализа периода связывания. Такой интерпретатор отличается от исходного тем, что там, где исходный интерпретатор производил вычисления над исходными данными, остаточный интерпретатор извлекает результаты этих вычислений из структуры данных p_x . Естественно, что в остаточном интерпретаторе должны появиться вспомогательные переменные, которые служат для указания текущего элемента данных p_x .

Разработанный нами алгоритм частичного вычисления был зеркальным отражением поливариантной специализации: там, где при специализации порождался очередной фрагмент остаточной программы, частичный вычислитель порождал элемент промежуточных данных, помещая в него значения доступных выражений этого фрагмента. Так, при частичном вычислении интерпретатора конечных автоматов порождались следующий остаточный интерпретатор и промежуточное представление автомата, заданного константами S_0, S_1, S_2 :

```

type pdata =
  record
    Final_S, Accept_S : Boolean;
    Ta_S, Tb_S : ^ pdata
  end;
const S0 : pdata := (true, true, addr(S1), addr(S2));
      S1 : pdata := (false, false, addr(S0), addr(S2));
      S2 : pdata := (false, false, addr(S2), addr(S2));
      p : ^ pdata;

p := addr(S0);
while not p^.Final_S do
  read c;
  if c = 'a' then
    p := p^.Ta_S
  else
    p := p^.Tb_S
  fi;
od;
write p^.Accept_S

```

В случае, когда доступные переменные могут быть разбиты на достаточно независимые части, появляется возможность смешанной стратегии,

при которой одна часть доступных вычислений выражается в остаточной программе, а другая — в промежуточных данных. Получаемая в этом случае остаточная программа может быть при необходимости в свою очередь специализирована относительно промежуточных данных. В приложении к проблематике трансляции такая стратегия соответствует последовательным *фазам трансляции*.

Основное преимущество частичного вычисления заключается в том, что при том же самом, что и при специализации, объеме доступных вычислений результат получается более компактным, поскольку исчезает необходимость «декорировать» вычисленные значения фрагментами исходной программы. С другой стороны, платой за это стали расходы на остаточную интерпретацию [БарзБул88].

Мы не довели идею поливариантного частичного вычисления даже до экспериментальной реализации. Позже ее выполнила Каролина Малкмьяр из Копенгагенского университета.

Диссертацию Гунтис Барздинь писал по тематике индуктивного синтеза программ и успешно защитил ее уже после кончины Андрея Петровича.

Дмитрий Кочетов — M2Mix

Научным руководителем Дмитрия Кочетова я стал по рекомендации Игоря Васильевича Поттосина. Из нашего первого с ним разговора выяснилось, что ему довольно безразлично, чем заниматься, про смешанные вычисления он немного слышал, и главное для него — защитить диссертацию. Как-то сразу определилась тема диссертации — смешанный вычислитель для реального языка программирования. Весьма поверхностные в тот момент знания Дмитрия о смешанных вычислениях не позволяли ему даже представить, за сколь сложную задачу он берется. В качестве входного языка была выбрана Модула-2, которая в то время была не просто весьма популярным в ИСИ СО РАН языком, но и являлась языком системы программирования, разрабатываемой под руководством И. В. Поттосина в рамках договора с большой промышленной организацией. Появлялась реальная перспектива действительно практического использования смешанного вычислителя⁶³.

Проект M2Mix потребовал разработки нетривиальных теоретических и реализационных решений. В частности, наличие в языке указателей и массивов потребовало нетривиального анализа периода связывания и, как его составной части, *анализа синонимов*.

⁶³ Тут надо заметить, что смешанные вычисления применялись в промышленных проектах. В качестве примера можно привести работы Самочадина [Самоч82] из Ленинградского политехнического института по специализации низкоуровневых управляющих программ, работы Романовского [Ром95] из Института автоматизации СО РАН по оптимизации программ машинной графики. Но в нашем случае цель была более амбициозная — сделать практически применимым универсальный смешанный вычислитель, который, подобно транслятору, «знает» не о конкретной области использования, а только о входном языке.

Во избежание избыточного дублирования кода был разработан оригинальный *анализ конфигураций*, цель которого состояла в определении для каждой точки программы той части переменных, которые существенны для специализации. Несмотря на то, что деление переменных на доступные и задержанные не меняется во время специализации, тривиальное решение, состоящее в хранении и сравнении активных и достигнутых состояний памяти целиком, делает смешанный вычислитель практически неработоспособным как по времени, так и по памяти. Оптимизировать процесс работы смешанного вычислителя можно, удалив из рассмотрения:

- 1) переменные, которые не изменяются в рассматриваемом фрагменте программы. Такой переменной является, например, внутреннее представление программы при специализации интерпретатора;
- 2) переменные, которые можно вычислить на основе значений существенных переменных;
- 3) переменные, которые не используются в рассматриваемом фрагменте, например, «мертвые» переменные⁶⁴.

Аналогично, бесперспективной будет попытка сравнивать состояния в каждой точке исходной программы. Для того чтобы избежать закливания процесса специализации, достаточно рассматривать, например, только множество точек, «разрезающее» все циклы программы, в которых изменяется доступная память. Это решение, очевидно, не оптимально: проблема заключается в том, что малое количество контрольных точек может привести к дублированию кода, а большое — к увеличению накладных расходов.

В отличие от большинства предыдущих проектов, M2Mix был реализован как генерирующий расширитель. Такое решение было принято не в последнюю очередь из соображений эффективности. Но основная причина носила более фундаментальный характер: такая реализация позволяла гораздо проще обеспечить то, что выполнение операций программы в процессе специализации в точности совпадало с их нормальным выполнением. Поскольку у нас не было другого способа выполнить программу, кроме как путем трансляции ее имеющимся компилятором, то точно так же должны были выполняться как специализация, так и остаточная программа.⁶⁵

Одной из специфических черт языка Модуля-2 является то, что в нем нет неструктурированной передачи управления `goto`. С точки зрения формального определения методов анализа это обстоятельство было несомнен-

⁶⁴ Указанные условия неточны и служат лишь для демонстрации идеи. Например, переменная может не использоваться в данном фрагменте, но ее следует считать существенной, поскольку необходимо транзитивно передавать ее значение в другой фрагмент, где она используется.

⁶⁵ Однажды мы долго пытались выяснить разницу в результатах некоторой вычислительной программы и ее специализированной версии. Оказалось, проблема заключалась в том, что опции компилятора, которые были установлены при трансляции генерирующего расширения, отличались от тех опций, с которыми транслировалась остаточная программа.

ным плюсом, но для генерации остаточной программы оно вызвало определенные затруднения. Был использован «стандартный» прием, моделирующий метки и переходы глобальным циклом с вложенным переключателем. В случае интерпретатора конечных автоматов остаточная программа могла бы принять следующий вид:

```
PC := 1;
while PC <> 0 do
  case PC
  1 : if not eof then
      read c;
      if c = 'a' then
        PC := 2
      else
        PC := 3
      fi
    else
      write True
      PC := 0
    fi;
  2 : if not eof then
      read c;
      if c = 'a' then
        PC := 3
      else
        PC := 1
      fi
    else
      write False
      PC := 0
    fi;
  3 : if not eof then
      read c;
      if c = 'a' then
        PC := 3
      else
        PC := 3
      fi
    else
      write False
      PC := 0
    fi
  end
end
od
```

Неожиданно оказалось, что несмотря на то, что в остаточной программе остался минимум интерпретации, она работала в несколько раз медленнее, чем исходная. Проблема опять оказалась в том, что эффективность программы определяется не только количеством выполняемых операций языка высокого уровня, но и тем, насколько эффективно сумел реализовать эти

операции компилятор. И в этом смысле компактная и ясная программа исходного интерпретатора оказывается значительно лучше оптимизируема, нежели остаточная программа с нелокальными передачами управления и запутанными зависимостями по данным. На решение этой проблемы нацелена *постоптимизация*, улучшающая программу как с помощью традиционных оптимизирующих преобразований, так и специальными трансформациями, которые учитывают информацию, следующую из того, что программа была порождена смешанным вычислителем, например — знание о природе переменной PC. После постоптимизации результирующая программа могла бы принять вид

```

PC := 1;
while PC <> 0 do
  case PC
  1: if not eof then
      read c;
      if c = 'a' then
          if not eof then
              read c;
              if c = 'a' then
                  PC:= 3;
              else
                  write False;
                  PC := 0;
              fi;
          else
              PC:= 3;
          fi
      else
          write True;
          PC := 0;
      fi;
  fi;
  3: while not eof do read c od;
      write False;
      PC := 0;
  end
od

```

M2Mix был опробован на стандартном наборе примеров, таких как быстрое преобразование Фурье и универсальный лексический анализатор Lex. Последний устроен следующим образом. Описание лексики, заданное набором регулярных выражений, переводится в табличную форму, служащую инициализацией переменных-массивов в интерпретаторе, который не зависит от грамматики и всегда просто «дописывается» в конец анализатора. Переписав интерпретатор с языка C на язык Модуля-2, мы получили идеального кандидата для специализации. Если не учитывать небольшого количества

«технических» деталей, специализация лексического анализатора принципиально не отличается от рассмотренной выше специализации интерпретатора конечных автоматов. Специализированный анализатор работал в 1,5–2 раза быстрее исходного. Правда, для того чтобы добиться этого, нам пришлось немного преобразовать исходный универсальный анализатор, чтобы улучшить его «специализируемость»⁶⁶.

По результатам этих работ Дмитрий Викторович Кочетов в 1995 году успешно защитил диссертацию «Эффективная специализация алголоподобных программ». В настоящее время он работает в компании Microsoft.

Улучшение специализируемости

Таким образом, в определенном смысле сбылось предсказание Н. Н. Непейводы: у нас имелся один из самых мощных смешанных вычислителей, но не было программ, к которым его можно было бы успешно применить, поскольку, даже разрабатывая универсальную программу, программист не задумывается о том, насколько она пригодна для специализации.

Хорошим дополнением к дальнейшему усилению смешанного вычислителя могут стать средства, которые модифицируют исходную программу, улучшая ее специализируемость. Достаточно большой набор таких преобразований ввел Б. Н. Островский. В дипломной работе Юрия Александровича Баннова номенклатура таких преобразований была существенно расширена и, более того, были сформулированы условия целесообразности их применения. Как и Б. Н. Островский, Ю. А. Баннов занимался применением смешанных вычислений к синтаксическим анализаторам, но у последнего свобода маневра была ограничена фиксированным смешанным вычислителем M2Mix и фиксированным универсальным анализатором Yacc⁶⁷.

Также на повышение специализируемости программ была нацелена дипломная работа Владимира Яковлевича Курляндчика «Поливариантный анализ периода связывания для функций высших порядков». В отличие от традиционной для новосибирской школы ориентированности на императивные языки программирования здесь предметом исследования были функциональные программы. Общая идея состояла в следующем: при обычном моновариантном анализе периода связывания некоторая переменная объявляется задержанной, если она задерживается хотя бы при одном вычислении. Хотелось бы преобразовать исходную программу так, чтобы сделать

⁶⁶ Нас это не сильно смущало — по образному выражению А. П. Ершова, специализируемую программу можно сравнить с племенным жеребцом, поскольку нас интересуют рабочие качества не его самого, а его потомства.

⁶⁷ В ходе выполнения работы был выполнен любопытный эксперимент, который еще раз наглядно убедил нас в работоспособности концепции. Надо было получить два специализированных анализатора: один получить автоматически из универсального, а другой — написать с нуля вручную. Не говоря уже о том, что в написанном вручную так и не удалось искоренить все ошибки, он был просто менее эффективен, чем полученный автоматически.

больше вычислений доступными, раскопировав при необходимости как код программы, так и данные. Характерный пример — фрагмент интерпретатора, вычисляющего выражения [Bul93]:

```
function Eval(Expr, Mem)
  case Expr.sort
  sOp :
    Eval := ApplyOp(Expr.Op,
                    Eval(Expr.left, Mem), Eval(Expr.right, Mem))
  sVar:
    Eval := Mem(Expr.name)
  sConst:
    Eval := Expr.value
end
```

Здесь Expr — доступное представление интерпретируемого выражения, Mem — задержанная функция состояния памяти. При моновариантном анализе периода связывания мы вынуждены считать значение функции Eval всегда задержанным, поскольку в варианте sVar ей присваивается значение задержанной функции Mem. По этой причине фрагмент объектного кода, полученный из такого интерпретатора для выражения $(x + 3) * (7 - 2)$, будет иметь вид

```
ApplyOp('*', ApplyOp('+', Mem('x'), 3), ApplyOp('-', 7, 2)).
```

Таким образом, получалась парадоксальная ситуация: смешанный вычислитель, по сути нацеленный на выполнение константных вычислений, не дает возможности выполнять константные вычисления в порождаемом компиляторе!

Разработанные методы позволяли *автоматически* преобразовать функцию Eval к следующему виду, произведя на ее основе функцию EvalBT для определения доступности выражения и функцию EvalStatic для вычисления полностью доступного выражения:

```
function Eval(Expr, Mem)
  case Expr.sort
  sOp :
    if EvalBT(Expr) then
      Eval := ApplyOp(Expr.Op,
                    Eval(Expr.left, Mem), Eval(Expr.right, Mem))
    else
      Eval := ApplyOp(Expr.Op,
                    EvalStatic(Expr.left, Mem), EvalStatic(Expr.right, Mem))
    fi
  sVar:
    Eval := Mem(Expr.name)
  sConst:
    Eval := Expr.value
End
```

```
function EvalStatic(Expr)
  case Expr.sort
  sOp :
    EvalStatic := ApplyOp(Expr.Op,
      EvalStatic(Expr.left, Mem), EvalStatic(Expr.right, Mem))
  sVar:
    EvalStatic := void
  sConst:
    EvalStatic := Expr.value
end

function EvalBT(Expr)
  case Expr.sort
  sOp :
    EvalBT := EvalBT(Expr.left, Mem) And EvalBT(Expr.right, Mem)
  sVar:
    EvalBT := False
  sConst:
    EvalBT := True
end
```

Несмотря на то, что этот фрагмент значительно больше исходного по размеру, а функция Eval выполняет проверки, не влияющие на получение результата, функции EvalBT и EvalStatic полностью доступны и редуцируются в процессе специализации, давая для того же примера лучший объектный код:

```
ApplyOp('*',ApplyOp('+',Mem('x'),3), 5)
```

Дипломные работы В. Я. Курляндчика и Ю. А. Баннова были признаны лучшими в соответствующие годы. В настоящее время они оба работают менеджерами в компаниях, занимающихся разработкой программного обеспечения.

Постскриптум

В 1992 году в ИСИ СО РАН была образована научно-исследовательская группа смешанных вычислений, преобразованная в 1997 году в лабораторию смешанных вычислений. Непростые девяностые годы сильно повлияли на характер исследований, поскольку приоритет сместился к обеспечению финансирования. Экспериментальные работы, которые не могли быть непосредственно использованы в промышленных проектах, приходилось замораживать либо выполнять силами студентов. Это происходило на фоне стремительного развития вычислительных средств: менялись парадигмы и технологии программирования, в десятки и сотни раз повышалась производительность машин, совершенствовалась техника компиляции. Многие вещи, которые ранее казались характерными для смешанных вычислений, такие как

поливариантность, раскрытие циклов, открытая подстановка процедур, сейчас являются общепринятыми в развитых компиляторах.

Однако нельзя сказать, что накопленный опыт в области специализации программ бесполезен вовсе. В качестве примера приведу совместный проект, который выполняется в настоящее время лабораторией смешанных вычислений, петербургской компанией ТЕРКОМ и американской компанией Relativity Technologies [Терком01]. Целью этого проекта является разработка средств для реинжиниринга и модернизации устаревшего программного обеспечения. Одной из ключевых задач в этом процессе является так называемое *извлечение бизнес-логики*. Среди разных подходов к решению этой задачи примечателен один, называемый *domain-based slicing*, который по сути состоит в специализации программы для конкретных значений переменных. Хотя этот метод наверняка непригоден для получения объектного кода из интерпретатора, он дает удовлетворительное решение для многих нетривиальных задач, возникающих из реального применения системы и которые вряд ли могли возникнуть в чисто «академических» постановках. Например,

- допущение не одного, а множества или диапазона значений, которые могут поступать на вход программе;
- возможность негативной специализации — задания множества значений, которые не может принимать некоторая переменная;
- задание значений не на входе программы, а в некоторой точке, например, там, где значения считываются из базы данных;
- специализация программ, состоящих из многих компонент и др.

Список литературы

- [БулЕрш86] Бульонков М. А., Ершов А. П. Как специальные конструкции трансляции могут порождаться универсальными процессами смешанных вычислений// Вычислительные системы. — Новосибирск, 1986. — Вып. 116: Прикладная логика. — С. 47–66.
- [Bul84] Bulyonkov M. A. Polyvariant mixed computation for analyzer programs// Acta Informatica. — 1984. — Vol. 21, Fasc. 5. — P. 473–484.
- [Ерш84] Ершов А. П. Смешанные вычисления// В мире науки. — 1984. — № 6. — С. 28–42.
- [Itkin88] Itkin V. E. An Algebra and Axiomatization System of Mixed Computation// Partial Evaluation and Mixed Computation. — North-Holland, 1988. — P. 209–224.
- [Остр87] Островский Б. Н. Управляемые смешанные вычисления и их применение к систематическому получению языково-ориентированных синтаксических анализаторов// Программирование. — 1987. — Т. 2. — С. 56–67.
- [Самоч82] Самочадин А. В. Оптимизатор структурированных микрокомпьютерных ассемблерных программ// Программирование микропроцессоров. — Валгус, Таллин, 1982. — С. 89–99.
- [Jones88] Jones N. D. Challenging Problems in Partial Evaluation and Mixed Computation// Partial Evaluation and Mixed Computation (D. Bjørner, A. Ershov, and

- N. Jones, eds.). — Elsevier Science Publishers B.V. IFIP World Congress Proceedings. North-Holland. 1988. — P. 1–14.
- [БарзБул88] Барздинь Г. Я., Бульонков М. А. Смешанные вычисления как средство выделения фаз трансляции// Методы трансляции и конструирования программ. (Тез. докл. / Всесоюз. конф.; Ч. 1). — Новосибирск, 1988. — С. 21–23.
- [Ром95] Романовский А. В. Применение смешанных вычислений для решения задач трехмерной машинной графики. — Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Новосибирск, 1995.
- [Терком01] Автоматизированный реинжиниринг программ/ Под ред. А. Н. Терехова и А. А. Терехова. — Санкт-Петербург: СПбГУ, 2001.
- [Bul93] Bulyonkov M. A. Polyvariant binding time analysis// Proc. of the AC Sympos. on partial evaluation and Semantics Based Program Manipulation, Copenhagen, 1993. — P. 59–65.

Школьная информатика*

Л. В. Городняя

Принятые двадцать лет назад правительственные решения о включении в школьную жизнь новой дисциплины «информатика» подготовили молодежь нашей страны к радикальным изменениям в сфере применения вычислительной техники. Академик Андрей Петрович Ершов — главный идеолог реализации этих решений — к тому времени обладал высочайшим авторитетом как лидер отечественной школы программирования, а также как неутомимый организатор программистского сообщества и активный популяризатор программирования как науки.

Объем работы, выполненной за 1985–88 гг., потребовал от академика А. П. Ершова невероятно интенсивного ритма жизни. Работа шла почти без выходных, без передышек между очень частыми (чаще раза в неделю) командировками, без скидок на болезнь, на недостаточность кадровой и финансовой поддержки. Андрей Петрович называл себя тогда «генералом без армии».

Становление предмета «информатика» в масштабе нашей страны проходило при очень сложных обстоятельствах. Документы этой интригующей истории можно посмотреть в электронном архиве А. П. Ершова <http://ershov.iis.nsk.su>, созданном сотрудниками ИСИ СО РАН при поддержке Microsoft Research.

* © Л. В. Городняя, 2005. Статья написана специально для настоящего сборника.

Образование программистов как проблема

Уже на этапе становления программистской специальности Андрей Петрович достаточно четко сформулировал проблему программистского образования как ключевую и наметил возможные пути ее решения в наших условиях.

Признавая, что нам еще в течение долгого времени предстоит использовать зарубежный опыт развития и применения вычислительной техники, Андрей Петрович настаивал на необходимости собственных критериев в проблематике программистского образования, призывал к учету потенциала обучения математическим дисциплинам, опыта разработки особо сложных и важных прикладных систем.

Главное дело профессионального программиста — это системное программирование.

В этой связи крайне важно тогдашнее наблюдение, что методика программирования, особенно методы компиляции, передаются как фольклор, т. е. на уровне личного опыта и неформального общения. Все это обосновывает четкий вывод, что проблема дальнейшего развития профессионального программирования упирается в недостаток или отсутствие надлежащих кадров — знающих, компетентных и теоретически подготовленных: «Нам нужно создать учебный план подготовки системных программистов, в котором курс основ программирования был бы стержнем получаемого ими высшего образования» [1].

Проблема систематической подготовки специалистов по информатике и системному программированию до сих пор далека от полного решения [2]. Это сохраняет актуальность образовательных новаций, развернутых А. П. Ершовым, и показывает объективные трудности в решении проблем образовательной информатики [3, 4].

Исследование задачи «Школьная информатика»

К середине 70-х годов А. П. Ершов приступил к систематическому исследованию проблем обучения программированию и, более конкретно, информатики в школе. В его лаборатории появились Н. А. Садовская⁶⁸, Ю. А. Первин, Г. А. Звенигородский, Н. А. Юнерман⁶⁹, стажеры и аспиранты, занимавшиеся этими проблемами и создавшие систему Школ юных программистов (ШЮП), по сути превратившуюся в клуб любителей детского

⁶⁸ Нина Александровна Садовская — аспирантка А. П. Ершова в 1979 г. Область интереса: применение ЭВМ в обучении. В настоящее время — учитель высшей категории, Отличник народного образования РФ, преподаватель кафедры информатики школы-лицея № 130 г. Новосибирск.

⁶⁹ Нина Ароновна Юнерман (Гейн) — инженер НФ ИТМиВТ, с 1986 зав. вычислительным кабинетом школы № 166 г. Новосибирск. Ныне проживает в г. Екатеринбург.

программирования, самое яркое звено которого – ежегодные летние ШЮП, имевшие статус «Всесоюзные с международным участием» [3].

Надо заметить, что в те годы среда программирования и инструментальные средства абсолютно не подходили для обучения школьников. Группой студентов и старшеклассников, прошедших обучение в ШЮП, была создана по проекту Г. А. Звенигородского система программирования «Школьница», в которую вошли язык начального обучения программированию Робик и более мощный учебно-производственный язык Рапира. Все это использовалось при разработке демонстрационных вариантов систем школьной информатики для первого школьного компьютера Агат, разработанного Министерством радиопромышленности по заказу военного ведомства. (Учителя, полюбившие систему «Школьница» и язык программирования Рапира, до сих пор вспоминают их как единственное методически продуманное средство для работы со школьниками. Немаловажно соответствие этой системы традициям разработки русифицированных версий диалога с пользователем, заложенным А. П. Ершовым еще с первых программистских проектов, начиная с АЛЬФА.)

Постановка нового школьного предмета

В конце 1984 г. академик А. П. Ершов сконцентрировал свои силы и интересы на деятельности по компьютеризации средних учебных заведений в СССР. Были подготовлены и приняты на самом высоком уровне решения о введении новой школьной дисциплины «Основы информатики и вычислительной техники» (ОИВТ). Для ее внедрения было создано специальное Управление при Министерстве образования. Научно-конструкторские работы по программной поддержке курса ОИВТ были организованы как ВНТК «Школа-1» (по образцу известного ВНТК «СТАРТ») с Московским и Новосибирским отделениями.

Сотрудники Новосибирского отделения ВНТК «Школа-1» (Л. С. Бараз, Н. Г. Глаголева, П. А. Земцов, Е. В. Налимов, А. В. Грабарь, С. А. Терехов, Н. Ш. Погосян и др. выпускники ШЮП) по госзаказу разработали школьное программное обеспечение для КУВТ Yamaha и «Электроника УКНЦ», наследующее идеи системы «Школьница». Кроме удобной системы программирования на языке Рапира с дружелюбным интерфейсом, окнами и достаточно быстрой машинной графикой, были разработаны тренажер Микрорапира для начального знакомства с программированием, не превзойденный по надежности и удобству ряд текстовых редакторов Top, система подготовки текстовых документов Dcm, автоматизированные средства восстановления файловой системы Vfy, текстовый макрогенератор Grm, низкоуровневые средства ручной работы с файлами Fix и прекрасный аналог NC – NalimCommander. Все эти средства эксплуатировались в школах до ухода Yamaha. В реализации языка Рапира на «Электронике УКНЦ» входной язык давал возможность работать с вычисляемыми именами и ассоциативными таблицами. Кроме того,

был выполнен комплекс оригинальных сервисно-технических разработок, включая эффективные средства администрирования на СМ-4.

Московское отделение ВНТК «Школа-1» сосредоточило свои усилия на более традиционном программном обеспечении, сложившемся в практике работы со студентами МГУ (Микромир, Е-практикум, клавиатурный тренажер и др.).

Академик А. П. Ершов возглавил Всесоюзное общественное движение за информатизацию образовательной среды, осуществил интеграцию и координацию разрозненных усилий по постановке основ информатики как учебной дисциплины, потратил много творческих усилий и личного времени на достижение мирового признания лозунга «Программирование – вторая грамотность». Новосибирск на многие годы стал центром паломничества педагогов-информатиков.

В кратчайшие сроки одновременно с методическим пособием для школьного учителя по информатике разработан школьный учебник [5]. Благодаря высокой научной достоверности материал этих книг теперь является основным источником, рекомендованным школьникам при подготовке ответов ко многим экзаменационным вопросам по курсу «информатика» (<http://inf.1september.ru/eremin/emc/default.htm>).

Вклад академика А. П. Ершова в начальный этап информатизации среднего образования стал организующим звеном для мобилизации и объединения научного и педагогического потенциала в области применения компьютеров в образовательной сфере. Новые экономические и технические условия практически не повлияли на общие положения и не снизили актуальности стратегической составляющей Концепции, с учетом разработанных и опубликованных рекомендаций международных организаций ИФИП и ЮНЕСКО в области информатизации образования и преподавания информатики, а также решений Коллегии Министерства просвещения РФ [6, 7].

Работы А. П. Ершова в этой области нашли общественный резонанс и косвенное мировое признание. Если в середине 80-х годов специалисты в развитых странах не видели необходимости в школьном преподавании информатики, то теперь существует стандарт ЮНЕСКО на изучение информатики и программирования в средних учебных заведениях [7].

Становление информатизации образования

Уже после кончины Ершова более поздние отечественные варианты школьных курсов информатики не устояли перед соблазном мировоззренческих обобщений и общей тенденции к поверхностному применению информационных технологий. Начальный этап компьютеризации образования давал надежду на решение проблемы обеспечения прав ребенка на проявление его способностей к алгоритмическому мышлению, на признание достоинств его способа мышления и мастерства программирования и на поощрение его индивидуальности при самостоятельном решении учебно-игровых задач, связанных с организацией совместной деятельности по разработке

учебных проектов. Эта надежда меркнет перед ярмаркой открывшихся технологических возможностей. Давлению ИТ противостоит лишь олимпиадное движение по программированию, значение которого растет в связи с ростом требований к уровню квалификации профессиональных информатиков. Реально изучение основ программирования как средств и методов решения задач сосредоточилось лишь в профильных школах и системе олимпиадной подготовки для наиболее заинтересованных и талантливых учащихся.

Журнал «Информатика и образование», а также ряд регулярных молодежных и научно-технических изданий выполнили огромную подвижническую работу по массовому инструктажу российского населения в применении отечественных и зарубежных компьютеров.

Во многих городах начали работать свои летние и зимние компьютерные школы (Переславль-Залесский, Прибалтика, Дубна, Симферополь, Красноярск и др.). Они успешно работают и в наши дни, но их организаторы признают, что именно новосибирские летние школы наиболее удачно сочетают дух ФМШ с энтузиазмом программирования.

Предложенная академиком А. П. Ершовым Концепция информатизации образования успешно выдержала проверку временем и определила Рабочий план ее реализации более чем на два десятилетия [8]. Работники региональных управлений образования активно используют многие формулировки Концепции при обосновании программ информатизации образования. В настоящее время предприняты усилия по адаптации Концепции к современным условиям на федеральном уровне.

* * *

Многочисленные сайты содержат упоминания о А. П. Ершове, расположенные там материалы цитируют его труды и отмечают его вклад и заслуги в области школьной информатики. Противоречивость мнений отражает накал страстей вокруг проблем обучения программированию и подчеркивает их неустранимую злободневность.

Институт систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН продолжает инициированную Андреем Петровичем работу по отработке методики преподавания информатики и системного программирования [9, 10]. Восстановление и развитие летних школ юных программистов (<http://school.iis.nsk.su>) и успехи студентов НГУ на чемпионатах по программированию (<http://olimpic.nsu.su>) немислимы без участия сотрудников ИСИ СО РАН, их профессиональной квалификации и инициативы.

За последние двадцать лет программирование прошло путь от профессиональной деятельности научно-технической элиты до времяпровождения заметной части общества, что сместило школьную информатику от начал программирования алгоритмов к ознакомлению с компьютерными и коммуникационными средствами. Но функционирование Интернета как «самоорганизующейся» среды подтверждает предвидение Андрея Петровича:

«Дело само себя поддержит».

Этот тезис говорит об уверенности в передаче эстафеты молодому авангарду науки и образования, который сможет воспринять наследие пионеров отечественного программирования и достижения их последователей, найдет пути достойного развития профессионального программирования.

Список литературы

1. Ершов А. П. Некоторые субъективные замечания к актуальным проблемам программирования// Перспективы системного и теоретического программирования. — Новосибирск, 1979. — С. 113—127.
2. Специальный выпуск памяти А. П. Ершова. — Программирование, 1990, № 1. (О человеческом и эстетическом факторах в программировании. Откуда берутся люди, способные создавать надежное программное обеспечение. Компьютеризация школы и математическое образование.)
3. Ершов А. П. О работах Г. А. Звенигородского по школьной информатике// Проблемы школьной информатики. — Новосибирск, 1986. — С. 3—15.
4. Ершов А. П. Концепция использования средств вычислительной техники в сфере образования (информатизация образования). — Новосибирск, 1990. — 58 с. — (Препр. /АН СССР. Сиб. отд-ние. ВЦ; № 888).
5. Основы информатики и вычислительной техники. Пробное учебное пособие для средних учебных заведений. Часть первая/ Под редакцией А. П. Ершова и В. М. Монахова. — М.: Просвещение, 1985. — 96 с.
6. Решение коллегии Минобразования России от 22.02.95 N 4/1.
7. Информатика для средней школы. Материалы ЮНЕСКО. 1996.
8. Уваров А. Ю. Чему учить на уроках информатики// Информатика. — 1999. — № 1.
9. Берс А. А., Городняя Л. В., Марчук А. Г. О школьных командных олимпиадах по программированию// IV Международная конференция памяти академика А. П. Ершова «Перспективы систем информатики», секция «Школьная информатика». Доклады и тезисы. — Новосибирск, 2001. — С. 96—99.
10. Городняя Л. В., Лаврентьев М. М., Марчук А. Г., Чурина Т. Г. Восстановление системы раннего отбора кадров для непрерывной подготовки специалистов по критическим технологиям// Сб. мат. междунар. конф. «Перспективы систем информатики». — Новосибирск, 2003. — С. 16—17.

Ершов и графы в программировании*

В. Н. Касьянов

Современное состояние программирования нельзя представить себе без графов и графовых алгоритмов. Хорошо известно, что многие задачи повышения качества трансляции с точки зрения улучшения рабочих характеристик транслятора и повышения качества получаемых машинных программ формулируются и решаются как задачи на графах и графовых моделях. К

* © В. Н. Касьянов, 2005. Статья написана специально для настоящего сборника.

ним относятся, в первую очередь, задачи, связанные с представлением программ в виде схем программ и синтаксических деревьев. Кроме того, необходимо указать на такие области применения граф-моделей, как эффективное использование ресурсов вычислительной системы (оптимизация использования регистров, уменьшение обменов между оперативной и внешней памятью и т. д.), организация больших массивов информации (деревья и, вообще, графы данных для повышения эффективности информационного поиска), увеличение степени параллелизма программы, повышение эффективности работы многопроцессорных и многомашинных систем (распределение загрузки процессоров, обмен сообщениями между процессами, синхронизация, конфигурация сетей связи между процессорами и т. д.). Решение этих и подобных задач привело к появлению множества граф-моделей, связанных как с программами и структурами данных, так и с вычислительными системами, в том числе параллельными (см., например, [1]).

Широкая применимость графов связана с тем, что они являются естественным средством объяснения сложных ситуаций на интуитивном уровне. Эти преимущества представления сложных структур и процессов графами становятся более ощутимыми при наличии хороших средств их визуализации. Поэтому неслучайно в последнее время в мире растет интерес к методам и системам рисования и визуальной обработки графов и графовых моделей [5]. Многие программные системы, особенно те, которые используют информационные модели, включают элементы визуальной обработки графовых объектов. Среди них – системы и окружения программирования, инструменты CASE-технологии, системы автоматизации проектирования и многие другие. Теория графов из академической дисциплины все более превращается в средство, владение которым становится решающим для успешного применения компьютеров во многих прикладных областях.

Среди первых работ, существенно использующих теоретико-графовые методы в решении задач программирования, можно отметить широко известные работы А. П. Ершова по организации вычисления арифметических выражений (1958 г.), граф-схемной модели для императивных программ в виде операторных алгоритмов (1958–1962 гг.), теории схем Янова с использованием их графового представления и концепции так называемой разметки (1963–1966 гг.) и граф-схемной теории экономии памяти (1961–1966, 1972 гг.).

В 1958 г. Ершов описал ставший классическим простой алгоритм определения оптимального порядка, в котором следует вычислять операторы в линейном участке, когда графовое представление луча является бинарным деревом. Содержательно алгоритм, обрабатывая два операнда бинарной операции, сначала работает над вычислением того из них, который требует больше регистров (является более трудным операндом). Если потребность в регистрах у обоих операндов совпадает, то каждый из операндов может быть обработан первым. Этот алгоритм, соответствующим образом модифициро-

ванный для учета пар регистров и другой специфики объектной ЭВМ, использовался в ряде трансляторов с языков Альфа, Алгол, Блосс и Си и стал основой известного алгоритма оптимальной генерации выражений Сети–Ульмана [11].

Понятие схемы программ принадлежит А. А. Ляпунову и было введено им в 1953 г., исходя из общей концепции необходимости и возможности формализации процесса программирования. В опубликованных в 1958 и 1959 гг. статьях Ершова об операторных алгоритмах предлагалась модель программы, которая была основой такой известной модели, как стандартные схемы. Понятие операторного алгоритма исходило из предложенного Ляпуновым операторного метода программирования и ставило целью создание системы понятий, по возможности адекватной основным конструкциям, применяемым в программировании. Здесь же была установлена связь предложенного формализма с такими известными понятиями алгоритма, как частично-рекурсивные функции и нормальные алгоритмы Маркова. В последующей работе, опубликованной в 1962 г., Ершовым были рассмотрены возможности операторных алгоритмов для представления программ и логических схем программ, показана возможность построения инвариантов, общих как для некоторого машинного языка, так и для фрагмента проблемно-ориентированного языка и позволивших строго определить отношение эквивалентности в обоих языках. Эти работы Ершова были одним из основных источников современной теории схем программ.

Первой работой, посвященной общей теории преобразований программ, явилась ставшая классической статья Ю. И. Янова [3], в которой для моделей программ, введенных в литературу Ляпуновым и Яновым, был найден алгоритм распознавания эквивалентности двух схем и построена полная система преобразований. В 1968 г. Ершов публикует статью, в которой придает результатам Янова ту форму, которая и является для схем Янова принятой в современной теории схем программ. Здесь он применяет для схем Янова графовое представление, уже использованное им в работах по операторным алгоритмам. Оказалось, что графовое определение является более адекватным рассматриваемой проблеме. Это нашло свое отражение в упрощении аксиоматики преобразований (14 аксиом заменились на шесть), а также в эффективизации правила вывода, использующего понятие логической подчиненности, которое вместо сложного алгоритма преобразований средствами, лежащими вне аксиоматики, стало опираться на четыре аксиомы, задающие стационарную разметку дуг управляющего графа логическими функциями. Введенная Ершовым методика разметки активно использовалась во многих последующих работах по схемам Янова; она оказалась удобным средством для формализации преобразований, требующих для своего применения предварительного сбора некоторой информации о схеме в целом.

Принципиальный вклад в решение задачи о минимизации числа переменных в программе (задачи об экономии памяти) внес С. С. Лавров своей работой [2], опубликованной в 1961 г. В ней он ввел понятие операторной схемы, моделирующей программы со скалярными величинами, рассмотрел различные варианты распределения памяти как эквивалентные преобразования, состоящие в переобозначении величин, ввел понятия маршрута, канонического распределения памяти и графа несовместимости. Схемы Лаврова нашли свое применение для решения широкого класса прикладных задач теории программирования — главным образом, для алгоритмов оптимизации программ. Сведение задачи распределения памяти для схем Лаврова к известной задаче раскраски графа, опубликованное Ершовым в 1962 г., привлекло внимание программистов к классическим задачам теории графов. В результате появилась совместная работа А. П. Ершова и Г. И. Кожухина об оценках хроматического числа связанных графов (1962 г.), ставшая основой разработанного ими эвристического алгоритма близкой к оптимальной раскраски графа.

В 1968 г. Ершов публикует статью об операторных схемах над общей и распределенной памятью. В ней он вводит понятие информационного графа и вариант схем Лаврова, так называемые схемы с распределенной памятью, в которых элементами памяти являются не переменные, а входы операторов и информационные связи между выходами и входами операторов задаются не с помощью переменных, составляющих общую память, а явно — в виде дуг информационного графа. Это позволило построить теорию, не зависящую от различных вариантов распределения памяти и получившую широкое применение в различных приложениях, таких как оптимизирующая трансляция и распараллеливание программ. Например, в последние годы в теории и практике оптимизирующей трансляции активно используется так называемая SSA-форма (Static Single-Assignment) представления программы, существенно упрощающая алгоритмы анализа и преобразования программ [4]. По существу, SSA-форма является таким представлением программы в виде схемы над распределенной памятью, в котором каждому входу любого оператора сопоставлен ровно один выход.

Создание общей теории распределения памяти было завершено работой по аксиоматике распределения памяти, опубликованной Ершовым в 1972 г. В ней методика разметки, впервые примененная Ершовым для схем Янова, была использована им для построения корректной и полной системы преобразований, позволяющей для любой схемы программы систематически строить любые допустимые распределения памяти для аргументов и результатов ее операторов. В дальнейшем данная методика в общей постановке глобальной оптимизации программ была описана Килделлом [9] и получила существенное развитие как отдельное направление в системном и теоретиче-

ском программировании по анализу потока данных в работах Кэма и Ульмана [7, 8], Грэхэма и Вегмана [6] и многих других [10].

Хотя первая книга по теории графов появилась в 1935 г., началом широкого внедрения методов теории графов в практику научных и технических исследований следует считать 50-е годы прошлого века, когда были опубликованы отчеты RAND Corp. по математическим исследованиям в военной области, которые проводились в США во время Второй мировой войны и после нее. Книжки по теории графов (К. Берж, Р. Басакер и Т. Саати), вышедшие в начале 60-х годов, уже содержали материалы, относящиеся к приложениям теории графов в исследовании операций, дискретной оптимизации, электротехнике и пр. Затем последовали книги, целиком посвященные алгоритмическим проблемам теории графов и вопросам применения теории графов в отдельных областях знаний (О. Оре, Ф. Харари, А. А. Зыков, Р. Дистель, Л. Р. Форд и Д. Р. Фалкерсон, Н. Кристофидес, Э. Майника, М. Свами и К. Тхуласираман и др.).

Первой книгой, посвященной применению графов в программировании, была монография А. П. Ершова «Введение в теоретическое программирование (беседы о методе)», изданная в 1977 г. В ней Ершовым рассмотрены две классические задачи теоретического программирования, решения которых и развитые на этих решениях методы привели к созданию теоретического программирования как самостоятельной математической дисциплины. Это задача экономии памяти в операторных схемах Лаврова и задача построения полной системы преобразований в схемах Янова. В данной книге, написанной в виде беседы с читателем, Ершов внимательно анализирует этапы содержательного анализа и постановки этих задач и приводит объяснения хода мысли при их решении, делая читателя активным свидетелем творческого процесса и демонстрируя применение графовых методов к решению задач программирования в действии, начиная с элементарной постановки задачи и кончая полным решением проблемы во всей ее сложности.

В этой интересной и методически богатой книге проявился характер Ершова как ученого, всегда объединявшего в своей деятельности теорию, методологию и практику программирования. Под руководством Ершова и по его идейным проектам был создан широкий набор инструментальных и прикладных программных систем, в том числе целый ряд трансляторов и языковых процессоров. Это — программирующая программа для БЭСМ-6 (1955–1957 гг.), транслятор ППС для «Стрелы» (1957–1959 гг.), расширение Алгола-58, впоследствии модифицированное в язык Альфа (1958–1960 гг.), и его реализация для ЭВМ М-20 в виде Альфа-системы (1960–1964 гг.), система программирования для системных программистов, так называемая Эпсилон-система (1965–1968 гг.), экспериментальный макропроцессор, получивший название Сигма-система (1966–1969, 1985 гг.), две реализации Альфа-языка для БЭСМ-6, так называемые системы Алгибр (1966 гг.) и Альфа-6 (1970–

1974 г.), БЕТА-проект (1970–1985 г.). Многие из них успешно использовали и развивали графовые методы.

Созданная под руководством Ершова система Альфа (1960–1964 г.) была первой в мировой практике оптимизирующей системой программирования, практически доказавшей возможность создания трансляторов с приемлемой эффективностью рабочих программ для языков, более сложных, чем язык Фортран. Впервые в практику трансляции были введены промежуточные схемные представления транслируемых программ, ориентированные на оптимизацию, в частности, в Альфа-трансляторе существовал специальный просмотр, на котором по программе строилась схема Лаврова для анализа информационных связей в интересах глобальной экономии памяти. Работы по системе Альфа с ее многопроходной схемой трансляции и оптимизирующими преобразованиями промежуточных представлений программ внесли крупный вклад в методологию оптимизирующей трансляции. Сам Ершов называл Альфа-транслятор «грандиозным 24-проходным прокатным станом, протягивающим транслируемую программу и перековывающим ее в эффективный объектный код через игольное ушко всего 4К слов памяти».

В 1971 г. Ершов публикует статьи по универсальному программирующему процессору и многоязыковой системе программирования, ориентированной на описание языков и универсальную оптимизацию, которые положили начало работе по проекту БЕТА. Работы по проекту включали в себя исследования и эксперименты (они осуществлялись в 70-х гг.), а также собственно создание многоязыковой транслирующей системы (оно заняло первую половину 80-х гг.). Одной из центральных концепций типовой схемы трансляции, разработанной и реализованной в рамках проекта БЕТА, является концепция внутреннего (или промежуточного) языка, позволяющего с помощью универсальных алгоритмов оптимизации, выполняемых на уровне внутреннего языка, обеспечить получение качественной рабочей программы безотносительно к ее происхождению.

Внутренний язык служит ядром системы БЕТА, экранируя фазу генерации от конкретных входных языков, а фазу декомпозиции — от конкретных выходных. Так как все оптимизирующие преобразования осуществляются на едином языковом представлении, возможны изменения как набора преобразований, так и порядка их выполнения. Возможно полное отключение оптимизации, а также ее повторное выполнение. При проектировании фазы оптимизации предпочтение было отдано глобальным и универсальным преобразованиям, а чтобы сохранить приемлемую сложность выполнения глобальных оптимизаций, фаза оптимизации была разбита на два последовательно работающих этапа — этап (поточкового) анализа и этап преобразований. На первом этапе строится такое промежуточное представление программы, которое в дополнение к конструкциям внутреннего языка содержит специальные средства (так называемые тени), ориентированные на явное

описание схемных свойств транслируемой программы и позволяющие придать преобразованиям более локальный и направленный характер. Вторым этапом состоит из преобразований, изменяющих как внутреннюю программу, так и ее тени (т. е. алгоритмы преобразований корректируют те схемные свойства, которые меняются при их выполнении).

Программирование, по словам Ершова, — это новый вид универсальной деятельности, при которой человек должен вложить в ЭВМ все, что видит, слышит, знает, и научить ее всему, что делает сам. Важнейшим свойством информационной модели или управляющей системы является ее структура, или говоря математическим языком, совокупность бинарных отношений на наборах элементарных единиц данных и действий. Эти структуры данных и структуры действий являются единственными ипостасями программ и обрабатываемой ими информации, в которых они могут существовать в воображении программиста во чреве компьютера. Вот почему, утверждал Ершов, графы являются основной конструкцией для программиста. Он считал, что графы обладают огромной, неисчерпаемой изобразительной силой, соразмерной масштабу задачи программирования, и говорил, что «программисту о графах нужно много знать, при этом с большим запасом по отношению к любой конкретной задаче».

Поэтому неслучайно, что в отличие от Москвы, где, начиная с работ Янова, в большей степени развивался логический подход к программированию, или Киева, где в работах Глушкова и его учеников явно прослеживается приоритет алгебраических методов, Новосибирск стал центром применения графовых моделей и методов в программировании. Созданная в Новосибирске академиком А. П. Ершовым и его учениками авторитетная школа программирования, пользующаяся мировой известностью, внесла значительный вклад в становление и развитие теоретического и системного программирования.

Теория схем программ — одно из наиболее крупных достижений в этой области. На ее базе разработаны методы оптимизирующей трансляции, значительно повышающие эффективность и надежность решения задач на ЭВМ с использованием языков высокого уровня. Внесен существенный вклад в теорию и методологию структурного программирования и параллельной обработки, включая автоматическое распараллеливание программ. Разработаны эффективные алгоритмы анализа, верификации и преобразования программ и систем на базе теоретико-графовых и сетевых моделей. Завершается работа по созданию «энциклопедии» теоретико-графовых алгоритмов для программистов. Получены крупные результаты в разработке теории и методов конструирования качественного программного обеспечения на основе смешанных вычислений, конкретизирующих преобразований, языков спецификаций и визуальной обработки.

Органичное объединение теоретических исследований с созданием экспериментальных и прикладных программных систем, воплощающих и практически проверяющих разработанные идеи и подходы, — характерная черта таких работ. Эти работы охватывают широкий спектр областей системного программирования: трансляторы и транслирующие системы (Альфа, Алгибр, Альфа-6 и др.), языки и системы программирования (Эпсилон, Барс, Лисп, Сетл, БЕТА и др.), операционные системы и системное наполнение прикладных систем (АИСТ-0, СОФИСТ, ЭКСЕЛЬСИОР и др.), системы анализа и преобразования программ (ТМ, ТРАП, АС, СКАТ, СПЕКТР и др.), инструментальные окружения программирования (СОКРАТ). Особенностью реализованных систем, помимо производственных возможностей, является их принципиальная новизна. Ряд созданных систем закладывал новые направления системного программирования.

Полученные результаты в большой степени формируют уровень отечественных работ по теоретическому и системному программированию и служат базой для продолжающихся в Институте систем информатики имени А. П. Ершова СО РАН исследований в области автоматизации программирования для новых архитектур и современных информационных технологий.

Список литературы

1. Касьянов В. Н., Евстигнеев В. А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003. — 1104 с.
2. Лавров С. С. Об экономии памяти в замкнутых операторных схемах// Журн. вычисл. математики и мат. физики. — 1961. — Т. 1, № 4. — С. 687—701.
3. Янов Ю. И. О логических схемах алгоритмов// Проблемы кибернетики. — М.: Физматгиз, 1958. — Вып. 1. — С. 75—127.
4. Cytron R. K., Ferrante J., Rosen B. K., Wegman M. N., Zadeck F. K. Efficiently computing static single assignment form and the control dependence graph// ACM Trans. on Programming Languages and Systems. — 1991. — Vol. 13, N 4. — P. 451—490.
5. Di Battista G., Eades P., Tamassia R., Tollis I. G. Graph Drawing: Algorithms for Visualization of Graphs. — Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999. — 397 p.
6. Graham S., Wegman M. A fast and usually linear algorithm for global data flow analysis// J. ACM. — 1976. — Vol. 23. — P. 172—202.
7. Kam J. B., Ullman J. D. Global data flow analysis and iterative algorithms// J. ACM. — 1976. — Vol. 23. — P. 158—171.
8. Kam J. B., Ullman J. D. Monotone data flow analysis frameworks// Acta Informatica. — 1977. — Vol. 7. — P. 305—317.
9. Kildall G. A unified approach to global program optimization// Conference Record of the ACM Symposium on Principles of Programming Languages. — 1973. — P. 194—206.
10. Program Flow Analysis: Theory and Applications. — Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1981. — 418 p.
11. Sethi R., Ullman J. D. The generation of optimal code for arithmetic expressions// J. ACM. — 1970. — Vol. 17, N 4. — P. 715—728.

Расширяющаяся вселенная информатики*

В. Е. Котов

Carnegie Mellon University, США

Ускоренное развитие вычислительной техники не имеет никаких пределов, кроме полного насыщения общества средствами хранения, передачи, обработки и воспроизведения информации.

А. П. Ершов «Предварительные соображения о лексиконе программирования»

Die Zukunft war fruher auch besser.

(В прошлом будущее было тоже лучше настоящего).

Курт Валентин (немецкий актер, 1860–1948)

Я часто задаю себе вопрос (и думаю, что не я один): если бы Андрей Петрович здравствовал сейчас, над чем бы он работал? как бы он работал? какое направление в сегодняшней информатике он считал бы наиболее актуальным и привлекательным для себя? что интересного впереди? Эти вопросы возникают прежде всего потому, что мощное, но степенное и плавное течение информатики 60-х–80-х годов на рубеже веков резко сменилось на бурный поток, стремительно разливающийся во всех (часто мало предсказуемых) направлениях. Мир информатики как бы взорвался и стал неудержимо и безгранично расширяться, появились совершенно новые, непредсказанные горизонты, начался пересмотр старых ценностей, границы информатики стали размываться, когда она вторглась в пределы других технологий (а последние проникли в информатику, обогащая и трансформируя ее). Профессор Деннис Цикритзис⁷⁰, известный своими популярными монографиями по информатике, одним названием своей статьи «Забыть прошлое, чтобы победить в будущем» [1] утверждает, что надо закрыть дверь в прошлое и начать все с чистого листа. Я не согласен с профессором Цикритзисом. Не надо забывать прошлое, надо, наоборот, хорошо помнить его, чтобы лучше понять, что есть сегодня действительно новое и что — хорошо забытое старое.

До недавнего времени принято было размечать прогресс в вычислительной технике и программировании поколениями — такими зарубками, отмечающими ступени роста молодой, активно развивающейся индустрии. Зарубки были легко различимы, каждое новое поколение ЭВМ заметно отличалось от предыдущего архитектурой, производительностью и характером применения: Первое Поколение — вакуумные лампы и программирование

* © В. Е. Котов, 2005 Статья написана специально для настоящего сборника.

⁷⁰ Деннис Цикритзис (р. 1943) — профессор, сотрудник Исследовательского центра информационных технологий в Германии. Упомянутая статья опубликована на русском языке в журнале «Открытые системы», № 12, 2001.

прямо в коде; Второе Поколение — транзисторы и алгоритмические языки; Третье Поколение — интегральные схемы и операционные системы; и т. д. Автору довелось участвовать в исследовательском проекте, целью которого было создание отечественных машин и программного обеспечения Пятого Поколения. Это был наш ответ на японский вызов.

В начале 80-х годов японское правительство решило переломить установившуюся в стране (и успешную) практику копирования американских компьютеров и программ и заставить японских ученых и конструкторов внести свой вклад в развитие информатики. Самым творческим ее разделом в те времена законодатели мод от информатики считали Искусственный Интеллект, который в программировании появился в облики языка Пролог и программирования в ограничениях (constraint programming). Поэтому идеологи проекта, не мудрствуя лукаво, объявили, что Пятое Поколение будет поколением машин Искусственного Интеллекта. Американцы сначала скептически отнеслись к идее инициировать свой проект Пятого Поколения, так как традиционно не доверяют правительственным инициативам в любой области, особенно в технике и бизнесе, считая такого сорта проекты нежизнеспособными в условиях антрепренерской, саморазвивающейся и саморегулируемой экономики (что и подтвердилось впоследствии). Но потом в США все-таки был организован консорциум, принять участие в котором могли все компьютерные компании, желающие истратить часть своих маркетинговых денег на то, чтобы пресса упоминала их как «идуших впереди». Японский проект и его дальние родственники, рождавшиеся с шумом и гамом как в США, так и в Европе, тихо скончались. Реальное Пятое Поколение — это персональные ЭВМ, рабочие станции, электронные таблицы (spreadsheets) и графический пользовательский интерфейс (GUI), полная АСУнизация предприятий всех уровней, сети ЭВМ (особенно, локальные) и на этом фоне — вымирающие динозавры информатики — суперЭВМ. Наконец, Шестым Поколением можно назвать все то, что мы имеем сейчас в области информационных технологий: WWW, мобильные компьютеры и почти полное слияние вычислительных систем, систем связи и мультимедиа.

Первые поколения сменяли предыдущие путем полной и принципиальной замены предшествующих технологий, как в элементной базе, так и в программировании. Последние же поколения вбирают в себя все, что наработано ранее (перерабатывая, естественно, применительно к новым технологиям), так что говорить о смене поколений уже не приходится. Информатика стала быстро расширяющимся миром все новых, часто довольно экзотических, на первый взгляд, продуктов, процессов, возможностей и потребностей. Она проникла практически во все современные индустрии, технологии и сферы жизни и стала в них катализатором революционных ускорений и перестроек; ее границы размываются (робототехника, биоинформатика, ...), ее потенциал кажется неисчерпаемым. Так что говорить о поколениях уже не имеет смысла. Информатика стала неотъемлемой составляющей повседневной жизни, и часто смена поколений продуктов на информационном рынке

происходит в течение месяцев. Об этом писал Андрей Петрович в 1985 году: «...ускоренное развитие вычислительной техники не имеет никаких пределов, кроме полного насыщения общества средствами хранения, передачи, обработки и воспроизведения информации ...» [2]. Он не объяснил, почему нет пределов, но думаю, что он предвидел то огромное воздействие, которое вычислительная техника окажет на повышение производительности труда. Правильная экономика работает правильно. Как только внедрение информатики в США и других развитых странах достигло некоторого рубежа в темпах роста производительности, — шлюзы открылись и начала работать обратная положительная связь. Это произошло в США в начале 90-х годов и вызвало небывалый экономический подъем в этой стране, закончившийся, как и положено при рыночной экономике, спадом, болезненным, но не катастрофическим.

Этот процесс расширения естественно привлекает внимание к новым рубежам информатики, к ее «целинным землям», куда и устремляется сейчас новое поколение исследователей, разработчиков и предпринимателей. А алгоритмические языки программирования, трансляторы, операционные системы, центры коллективного пользования, схемы программ — все эти разделы информатики, в становление и развитие которых Андрей Петрович внес весомый вклад, — где они сейчас? остались позади? в архивных статьях и книгах по истории информатики? Нужны ли нынешним исследователям новых, неизведанных территорий информатики научные идеи и результаты того времени? И если да, то какие? Можно ли успешно использовать научную методологию школы А. П. Ершова сейчас, в XXI веке, или она принадлежит своему времени и не воспроизводима в нынешних условиях?

На эти вопросы нет простого и универсального ответа. Я могу только рассуждать на эту тему, высказывать гипотезы, и то только со своих теперешних позиций, отстоящих и во времени, и в пространстве далеко от «эпохи отдела Ершова» в Вычислительном центре Сибирского отделения Академии наук СССР. И не буду говорить «за всю информатику», а только о том, что интересно мне и, как мне кажется, было бы интересно Андрею Петровичу.

Программирование. В настоящее время нет большого интереса и стимулов разрабатывать новые массовые языки программирования. Большинство трудящихся программистов чувствует себя вполне комфортно, используя языки C, C++, Visual Basic и Java. Интересно, что в статистике, приводимой А. П. в [2] и относящейся к началу 80-х годов, также доминируют всего четыре языка (ассемблеры, Фортран, Кобол, ПЛ/1), так что, по-видимому, мы вышли на плато в количестве массовых языков и «вавилонского столпотворения» в программировании не случилось и не предвидится.

Системное программное обеспечение становится невидимым миру, кроме тех случаев, когда до него добиваются вирусы хакеров или проявляют

себя скрытые ошибки. Но, как заметил Бьярне Струоструп⁷¹, автор C++, «наша цивилизация зиждется на софтвере». Одновременно прикладные программисты уходят от языков программирования к интерфейсам прикладных программ — API (Application Program Interface) и языкам разметки (mark-up languages). XML — это вариант практического воплощения идеи лексикона программирования, предложенного Ершовым в [2] и «деловой прозы» из [3]. (Напомню, что «Лексикон программирования — это лингвистическая система с фразовой структурой, содержащая в себе формальную нотацию для выражения всех общезначимых конструкций, употребляемых при формулировании условий задачи, при синтезе и преобразовании программ» [2]. «Деловая проза... — это языковой носитель производственных отношений человека» [3].) Фактически это переход от программирования к общению с компьютером, а еще вернее — с информационно-вычислительной средой, доступной пользователю, поскольку он сейчас все больше использует свой персональный компьютер или сотовый телефон в качестве портала для доступа к информации, прикладным программам, к сервисам, находящимся в разных местах глобальных компьютерных сетей, в местах, часто этому пользователю неизвестных. Поэтому я сейчас предложил бы Андрею Петровичу переименовать «лексикон программирования» в «компьютерный лексикон», имея в виду, что ныне миллионы пользователей свободно общаются с компьютерами, не зная практически ничего о программировании. Массовый пользователь не программирует, а обращается к компьютерной сети за некоторым сервисом, ею предоставляемым (информационный запрос, бронирование билетов и гостиниц, деловые сделки, покупка товаров, и т. п.) и делает это не на языке программирования, а практически на языке предметной области. Перечитывая статью «Программирование — вторая грамотность» [4], я воспринимаю ее название как чисто метафорическое. Что же касается содержания статьи, то оно остается абсолютно актуальным, если заменить «...программировать будет уметь каждый. Это я и называю второй грамотностью» на «...общаться с компьютером будет уметь каждый. Это я и называю второй грамотностью». Андрей Петрович фактически писал о компьютерной грамотности, а не об умении писать код.

Кстати, школьная информатика, в том виде, как она начиналась в Новосибирске, экстраполировала тогдашний уровень и характер компьютеризации на будущее: число компьютеров будет бурно расти; пользователь должен был быть программистом; количество программистов должно расти почти экспоненциально; поэтому надо было заранее и массово готовить программистов со школьной скамьи. Судя по программе телеконференции «Информационные и коммуникационные технологии в общеобразовательной школе» (<http://www.websib.ru/ites/2003/>), тенденция изучать архитек-

⁷¹ Бьярне Струоструп (р. 1950) — известный программист и ученый, создатель языка программирования C++ и автор книг «Язык программирования C++» и «Дизайн и эволюция C++». Возглавляет отдел исследований в области крупномасштабного программирования в компании AT&T.

туру ЭВМ и основы программирования сохранилась в российских школах. В то же время обязательного курса «Программирование» нет в американских школьных программах, как нет и курса вождения автомобиля, хотя каждый американский школьник умеет работать с компьютером (часто много лучше, чем его родители) и все старшеклассники водят автомобили. Это объясняется просто: там, где компьютеры стали таким же необходимым и массовым атрибутом жизни, как и автомобиль, и компьютеры, и программы для них производятся и используются так же, как и другие массовые продукты, — в виде, полностью готовом к эффективному применению. И обучение работе с компьютером происходит, в основном, не в классе, а дома, в общении с самим компьютером, или на улице, в общении со сверстниками.

Технология программирования. Статьи Андрея Петровича по технологии программирования, например [5], были тесно увязаны с задачами и возможностями того времени, когда они писались. Технология программирования тогда только создавалась и развивалась она не быстро, так как отбор полезных на практике концепций, механизмов и процессов производился самой практикой. Сейчас ясно, что общее направление и главные компоненты развития технологии были обозначены абсолютно правильно. Сменились только конкретные формулировки и приоритеты.

Редко какие полезные программные продукты изготавливаются сейчас в одиночку или централизованно управляемыми, стабильными коллективами и в полностью завершённом виде. Программные системы рождаются в базовых конфигурациях, развиваются (если преждевременно не умирают), вбирают в себя все новые компоненты, наращивают свои возможности, стареют, омолаживаются, в общем, живут и эволюционируют. Объектно-ориентированное программирование, о необходимости которого постоянно говорили лидеры программирования (в том числе Андрей Петрович) начиная с начала 60-х годов (Симула), совершилось. Так что все больше программ не пишется с нуля, а собирается из готовых программных модулей и целых систем (сборочное программирование, как оно называлось ранее). Я прикинул, что в одном из моих совместных с НАСА проектов в Carnegie Mellon University мы разработали небольшим коллективом и в короткие сроки довольно большую систему, в которой наш код составляет всего проценты от общего объема кода, так как большинство ее компонентов, особенно вспомогательного, поддерживающего (но абсолютно необходимого для пользователя) характера, составляют готовые программные продукты, чаще всего распространяемые бесплатно.

Обстановки поддержки разработок прикладных систем для конечных пользователей позволяют специалистам в прикладных областях (непрограммистам) быстро создавать эффективные сложнейшие системы именно потому, что они напрямую делаются прикладными специалистами без потери информации и времени на общение с программистами-посредниками. (Интересный новый термин — естественные языки программирования. Это — не

общение с ЭВМ на естественных языках, а «программирование», а более точно, — конструирование и отладка на лексиконе проблемной области.)

Сейчас технология программирования фокусируется не столько на повышении производительности программистов, сколько на надежности программ. Как уже отмечалось выше, современное общество зиждется на софтвере, который стал критическим компонентом на производстве, в коммерции, на транспорте, в космосе, в военном деле, повсюду. Крупные аварии в космосе, на транспорте и на автоматизированных производствах, вызванные ошибками в программах, привлекли внимание к этой проблеме, но настоящее дело начинается тогда, когда финансовые потери в массовом бизнесе достигают таких размеров, что их невозможно игнорировать. И это время пришло. Недавно автомобильный гигант «Фольксваген» объявил, что впервые большинство неполадок в новых марках их автомобилей произошло из-за ошибок во встроенных программах. Это сигнал к атаке на разгильдяйство в программировании. Формальные методы анализа и улучшения надежности программ не поспевают за их растущей сложностью, поэтому все больше надежд возлагается на эмпирические методы (хотя они и не вызывают доверия у части программистской публики, которая считает их почти черной магией). Я думаю, что комбинация формальных методов и эмпирик, реализуемых на тестовых стендах (как это делается в традиционной инженерии), позволяет всесторонне анализировать, улучшать и сертифицировать программы на всех этапах разработки и может быть подходящим решением.

Технология программирования XXI века еще не стала по-настоящему инженерной технологией, как технология машиностроения или строительства, но она довольно быстро формируется, причем больше не в кабинетах ученых, а в софтверной промышленности, где отставание в технологии напрямую ведет к отставанию на рынке.

Теория программирования. Мне трудно сказать что-либо о современном состоянии теории программирования и, тем более, о перспективах ее развития. Единого и достаточно солидного потока работ я не наблюдаю, особенно в США. Когда-то она развивалась за счет внутренних стимулов, которые создавались путем выдвижения гипотез о том, что те или иные понятия, факты, алгоритмы будут полезны для понимания и усовершенствования программ и программирования. Но программирование сильно изменилось (о чем уже говорилось выше). Доказательное программирование по Дейкстре⁷² — это слишком утонченные манеры для солдат армии программирования, работающих на программных конвейерах в Oracle и Microsoft.

⁷² Эдсгер Дейкстра (1930–2002) — программист, один из основоположников современной вычислительной науки, член Королевской академии наук Нидерландов, профессор Эйндховенского технического университета, научный сотрудник корпорации Burroughs.

Сравнительно монолитный континент теоретической информатики стал архипелагом: некоторые исследования ушли под воду, другие трансформировались в новые постановки, появились и совершенно новые задачи. Теория схем программ ушла, так как она не способна отразить всего многообразия и сложности современного программирования как на системном уровне, так и в приложениях. Формальная верификация трансформировалась: она фокусируется на тех задачах, где решения практически достижимы и наиболее важны (например, верификация протоколов), и на совершенствовании алгоритмов. Проверка моделей (model checking) — сейчас наиболее популярный подход к верификации в силу его простоты и ясности, а прежде всего потому, что он зарекомендовал себя неплохо в проектировании микросхем. Но все новые успехи в верификации быстро нивелируются очередным витком постоянно растущей сложности программ и систем. Среди новых и весьма актуальных задач теории программирования следует отметить все, что связано с безопасностью (security) программ.

Новое в информатике. Андрей Петрович как мало кто другой был нацелен на то, что в Америке называют The Next Big Thing (Следующий Революционный Скачок) в информатике. Он пытался предугадать, где пройдет следующая большая битва и где мы должны заранее подготовить позиции для атаки. Достаточно вспомнить, с какой энергией и воодушевлением он работал над пионерными для своего времени начинаниями: внедрение алгоритмических языков (система АЛЬФА была мостом из рукоделия кодирования в массовое программирование); создание одной из первых в стране систем разделения времени (АИСТ); программное обеспечение для первых советских персональных ЭВМ.

Последняя действительно большая вещь, влияние которой на все аспекты нашей жизни мы уже ощущаем, но глубину которого еще предстоит осмыслить, — это Интернет. В одном из недавних опросов молодежи в США был задан вопрос: «Потерю какой одной-единственной возможности Вы ощущали бы более всего?» Ответ большинства был: «Доступ к Интернету». Интернет — это фундамент, на котором еще только начинается строительство будущей информатики. Если попытаться охарактеризовать это будущую информатику одним словом, не вдаваясь в объяснения, я бы выбрал — **вездесущая**.

Какова же «дорожная карта» на пути к вездесущей информатике и какой будет следующая большая станция на этой карте? Единого мнения нет. Академические круги смотрят вдаль и вверх, поверх голов непосвященных, и делают упор на появление и быстрое внедрение революционных и экзотических концепций и технологий. Среди них — биоинформатика (та ее часть, что пытается строить сложные компьютерные системы, используя природу и биологию как источник вдохновения и подсказку) [6], нанотехнология [7], квантовые компьютеры [8] и семантический Интернет [9].

Прагматики и венчурные инвесторы смотрят ближе. Они ставят на сервис-ориентированные архитектуры [10], (автоматическое) управление

бизнес-процессами, сплошную радиофикацию информатики, включая радиочастотную идентификацию (RFID) [11], и интегральные, глобальные широкополосные мультимедиа, которые заменят и книги, и телевидение, и кинотеатры, и компакт-диски, и DVD, вместе взятые.

Я думаю, что первые чересчур радикальны, а вторые — чересчур консервативны.

Сервис-ориентированные архитектуры уже становятся основой больших, (само)развивающихся систем, и свидетельство тому — сервлеты, введенные в Java-окружение [12]. RFID технически готовы к массовому внедрению, и проблема состоит в организационной неготовности (включая законодательство). Что касается мультимедиа, то «процесс пошел» (включая законодательство) и не видно каких-либо существенных барьеров на его пути.

Я считаю, что следующая большая вещь — это сплошная компьютеризация всех вещей, изделий и процессов и объединение их всех через встроенные процессоры, контроллеры и серверы разных уровней в глобальные системы систем [13] по принципам, которые отрабатываются сейчас в упоминавшихся выше RFID, многоагентных (multi-agent) распределенных системах [14], робототехнике (включая коллективы автономных взаимодействующих роботов и смешанные команды — люди/роботы), сенсорных сетях [15] и в проектах типа Smart Dust в университете Беркли [16], в котором большое число миниатюрных интеллектуальных датчиков-роботов взаимодействуют друг с другом по радио, решая задачи мониторинга и управления сложными процессами в реальном времени. Все это, плюс непрерывно совершенствующаяся электроника и связь, плюс многое другое, над чем работают сейчас в университетских и промышленных лабораториях (всего не перечислишь), сплетается в вездесущую информатику уже недалекого будущего.

Нам, возможно, повезло жить в наиболее интересное в истории науки и техники время и работать в наиболее интересной области знаний, решать интересные задачи и общаться с интереснейшими людьми. Впереди — еще более интересные времена, и мне хочется пожелать всем нам той энергии, любознательности и мудрости, которые отличали Андрея Петровича Ершова, чтобы мы смогли успешно сделать то, чего он уже не сможет сделать.

Список литературы

1. Tsichritzis D. Forget the Past to Win the Future// Communications of the ACM. — 2001. — Vol. 44, N 3. — P. 100–101.
2. Ершов А. П. Предварительные соображения о лексиконе программирования// Избранные труды. — Новосибирск, 1994. — С. 395–406.
3. Ершов А. П. К методологии построения диалоговых систем: Феномен деловой прозы// Избранные труды. — Новосибирск, 1994. — С. 314–330.
4. Ершов А. П. Программирование — вторая грамотность// Избранные труды. — Новосибирск, 1994. — С. 32–40.
5. Ершов А. П. Технология разработки систем программирования// Избранные труды. — Новосибирск, 1994. — С. 230–260.
6. Bergeron B. Bioinformatics Computing. — Prentice Hall PTR, 2002. — 439 p.

7. Ratner M. A., Ratner D. Nanotechnology: A Gentle Introduction to the Next Big Idea. — Prentice Hall PTR, 2002. — 208 p.
8. Nielsen M. A., Chuang I. L. Quantum Computation and Quantum Information. — Cambridge University Press, 2000. — 676 p.
9. Daconta M. C., Obrst L. J., Smith K. T. The Semantic Web: A Guide to the Future of XML, Web Services, and Knowledge Management. — Wiley Computer Publishing, 2003. — 312 p.
10. Graupner S., Kotov V., Andrzejak A., Trinks H. Service-Centric Globally Distributed Computing// Special issue on Grid Computing of IEEE Internet Computing. — 2003. — July/August. — P. 36–43.
11. Finkenzeller K. RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification. — John Wiley & Sons, 2003. — 446 p.
12. Perry B. W. Java Servlet & JSP Cookbook — O'Reilly, 2003. — 704 p.
13. Kotov V. Systems of Systems as Communicating Structures// Object-Oriented Technology and Computing Systems Re-Engineering/ Ed. by Zedan H., Cau A. — Horwood Publishing, Ltd., 1997. — P. 141–154.
14. Ferber J. Multi-Agent Systems: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence. — Addison-Wesley Professional, 1999. — 528 p.
15. Raghavendra C. S., Sivalingam K. M., Znati T. F. Wireless Sensor Networks. — Kluwer Academic Publishers, 2004. — 342 p.
16. Smart Dust: Mighty notes for medicine, manufacturing, the military and more. — ComputerWorld, March, 2003.

А. А. Ляпунов и А. П. Ершов в теории схем программ и развитие ее логических концепций*

Р. И. Подловченко

Цель этой статьи — обратиться к истокам и становлению теории схем программ, отметить фундаментальный вклад А. А. Ляпунова и А. П. Ершова в эту ветвь информатики и обсудить основные ее тенденции в настоящее время.

Данная статья написана в память об Андрее Ершове, оказавшем большое влияние на развитие теоретического программирования вообще и теории схем программ, в частности. Выбор именно этой теории не только отражает авторские пристрастия. Дело в том, что с нее начались систематические исследования теоретических вопросов программирования, и концепции, положенные в ее основу, были отправными в этих исследованиях. Раскрыть, в чем состоят логические концепции теории схем программ, — одна из задач данной статьи.

* © Р. И. Подловченко, 2004. Статья написана специально для настоящего сборника.

1. Формирование научных предпочтений Андрея Ершова

Такое формирование относится к пятидесятым годам прошлого столетия, когда появились и стали развиваться электронные вычислительные машины. Возникла насущная необходимость в специалистах по их использованию.

Московский государственный университет в числе первых откликнулся на этот призыв времени. В 1950 году на его механико-математическом факультете была создана кафедра вычислительной математики, в задачи которой входило обучение студентов как методам численного анализа, так и применению их на вычислительных машинах. Вторая задача решалась впервые и по ходу создания самих машин, что потребовало поиска ее решения. В первые годы функционирования кафедры в программу обучения были включены предметы, нацеленные на изучение физической природы электронных вычислительных машин: годовые курсы электротехники и радиотехники, семестровый курс импульсной техники. Кроме того, студентам кафедры преподавались такие дисциплины, как теория механизмов и машин, теория аналоговых машин и черчение. Перечисленные предметы вытеснили математические дисциплины, такие как теория множеств, высшие разделы алгебры, функциональный анализ и математическая логика (заметим, что теория алгоритмов рассматривалась тогда только на специальных семинарах). Понятно, что с течением времени перекос в сторону дисциплин инженерного толка был устранен, и в программе обучения возобладал математический фундамент, однако недостаток его остро ощущался первыми выпускниками кафедры.

Андрей Ершов стал студентом кафедры вычислительной математики в 1951 году и «недополучил» в студенческие годы многие из необходимых ему в будущем математических знаний. Этот пробел, по счастью, был восполнен в его аспирантские годы, которые прошли под руководством Алексея Андреевича Ляпунова, позаботившегося о математическом образовании Андрея.

Вернемся к 1952 году, когда профессором кафедры вычислительной математики стал будущий отец российской кибернетики Алексей Андреевич Ляпунов. С его приходом научная жизнь кафедры сильно оживилась. Вера Алексея Андреевича в то, что электронным вычислительным машинам предстоит великое будущее, в сочетании с присущим ему энтузиазмом и даром убеждать повернули многих студентов кафедры лицом к программированию. В 1952/53 учебном году Алексей Андреевич прочел знаменитый курс лекций «Принципы программирования» (материал этого курса в несколько урезанной форме был издан только в 1958 году). Это был первый в стране курс лекций по программированию, и он сыграл фундаментальную роль в развитии как самого программирования, так и его теории.

Прежде всего, в этом лекционном курсе проявился новый взгляд на формализацию самого понятия «алгоритм», взгляд, исходящий из удобства использования формализованного алгоритма для решения практических задач. Новизна его в том, что существовавшие к тому времени формализмы:

машины Тьюринга⁷³, нормальные алгоритмы Маркова⁷⁴ были нацелены исключительно на изучение природы вычислений, а не на практическое их использование.

В курсе, прочитанном Алексеем Андреевичем, был предложен операторный язык, явившийся предтечей алгоритмических языков программирования высокого уровня. С его введением стало возможным описывать приемы программирования. Операторный язык и приемы программирования на нем объединялись под названием операторного метода.

Эта благодать пролилась на Андрея Ершова, когда он был студентом четвертого курса.

Но пойдём дальше. Операторный язык не был формализованным, что не помешало, используя его, говорить о проблематике программирования. Таким образом, из ремесла программирование перешло в самостоятельную область науки со своим кругом задач.

Среди задач программирования Алексей Андреевич выдвинул на первый план две:

- автоматизация построения программ;
- оптимизация первоначально построенной программы.

Они рассматривались как взаимосвязанные, но каждая требовала самостоятельного решения.

К решению первой задачи Алексей Андреевич незамедлительно привлек студентов кафедры, и в их числе Андрея Ершова. Замысел ее решения был таков: алгоритм, подлежащий выполнению на вычислительной машине, записывается на операторном языке, и эта запись преобразуется в машинный код программы, выполняющей данный алгоритм. Воплощение этого замысла осуществляет так называемая программирующая программа, прообраз будущих трансляторов с алгоритмических языков программирования.

Программирующая программа конструировалась под руководством Алексея Андреевича, будучи разбита на блоки, выполняющие отдельные функции трансляции. Андрею Ершову было поручено построение арифметического блока. Эта работа стала первым шагом в исследованиях, проводимых Андреем в последующие годы и посвященных конструированию трансляторов. Результаты этих исследований отражены в [7]. Отметим, что уже при построении арифметического блока у Андрея Ершова зародилась идея экономии памяти, используемой оттранслированной программой, идея, которая

⁷³ Алан Матисон Тьюринг (1912–1954) – английский математик, логик, криптограф, изобретатель Машины Тьюринга – математической абстракции, представляющей вычислительную машину общего вида.

⁷⁴ Андрей Андреевич Марков (1903–1979) – математик и логик. Профессор ЛГУ с 1935 г. С 1959 г. заведующий кафедрой математической логики МГУ. Член-корреспондент АН СССР (1953). Труды по топологии, математической логике и конструктивной математике.

переросла в общую задачу оптимизации программы в процессе ее трансляции.

2. Ранние исследования в теоретическом программировании

Темы их были намечены Алексеем Андреевичем и восходят ко второй из выдвинутых им задач программирования.

Алексей Андреевич отталкивался от следующего положения: математическое решение проблемы оптимизации программы должно основываться на строгом определении самой программы, включающем описание ее структуры и функционирования. Только тогда можно говорить о функции, реализуемой программой, и ввести отношение функциональной эквивалентности программ требованием совпадения функций, ими реализуемых. Оптимизация программы должна выполняться посредством эквивалентных ее преобразований, т. е. преобразований, сохраняющих реализуемую программой функцию. И поэтому вслед за строгим определением программы должна рассматриваться задача построения эквивалентных преобразований (э. п.) программ.

Алексей Андреевич предполагал, что строгое определение программы может быть выполнено на основе операторного языка, и поставил эту задачу перед Андреем Ершовым, бывшим в ту пору его аспирантом. Интуиция подсказывала, что формализованная программа явится новым определением понятия «алгоритм», равноправным с уже существующими. Как факт, это было установлено Андреем Ершовым (см. [2, 3]). Введенное им понятие операторного алгоритма оказалось столь же универсальным, как и нормальные алгоритмы Маркова.

Вернемся к задаче построения э. п. программ. По математической традиции эта задача уточняется следующим образом: отыскать систему э. п., полную в данном классе программ. При этом полнота системы э. п. трактуется так: для любых двух эквивалентных программ из данного их класса существует конечная цепочка преобразований, принадлежащих системе, трансформирующая одну из пары программ в другую. Очевидно, что полная система является наилучшим решением задачи о построении системы э. п. программ для данного их класса.

Практический интерес представляет полная система, сопровождаемая алгоритмом, на вход которого подаются любые две программы из данного их класса и который в процессе построения цепочки преобразований устанавливает, эквивалентны эти программы или нет, трансформируя в первом случае одну программу в другую. Поиск такой полной системы возводится в ранг проблемы э. п. Необходимым условием ее положительного решения является разрешимость эквивалентности в данном классе программ, т. е. существование алгоритма, распознающего эквивалентность программ, принадлежащих этому классу.

Как уже было отмечено, интуитивно Алексей Андреевич ощущал, что программами можно описывать все вычислимые функции, откуда следует

неразрешимость проблемы эквивалентности в достаточно богатом классе программ, следовательно, и неразрешимость проблемы э. п. в этом классе. Таким образом, надо нацелиться на построение неполных систем э. п. Аппарат необходимых для этого средств был заложен уже в операторном языке. Действительно, логическая схема, принадлежащая операторному языку, может использоваться двояко: как описание конкретного алгоритма и как описание класса алгоритмов, обладающих общей управляющей структурой. В первом случае на эту структуру нанизываются конкретные операторы и булевы выражения, а во втором случае — операторные символы и логические переменные, пробегающие множество операторов и соответственно множество булевых выражений, и каждому выбору значений тех и других отвечает свой алгоритм. Во втором случае логическая схема называется схемой программ.

Идея восприятия логической схемы как схемы программ состоит в следующем. Пусть в множестве схем программ введено «разумное» отношение эквивалентности, а именно: из эквивалентности схем программ всегда следует функциональная эквивалентность программ, представленных этими схемами (такая «разумная» эквивалентность называется аппроксимирующей функциональную эквивалентность программ). Тогда всякое эквивалентное преобразование схемы программ одновременно будет и эквивалентным преобразованием представленных ею программ. Это означает, что на схемах программ можно разрабатывать эквивалентные преобразования самих программ. Правда, полная система э. п. схем будет уже неполной системой э. п. программ, но зато можно рассчитывать на ее построение.

Исходя из изложенных соображений, Алексей Андреевич предложил своему аспиранту Юрию Ивановичу Янову следующую задачу: ввести отношения эквивалентности схем программ, которые хотя бы интуитивно были аппроксимирующими функциональную эквивалентность программ, и рассмотреть для каждой из введенных эквивалентностей проблему э. п. схем программ. Ю. И. Янов выполнил эту задачу (см. [27]), и проведенные им исследования стали первыми в научном направлении, получившем название теории схем программ, а исследованные схемы вошли в теорию под названием схем Янова. Заметим, что по справедливости они должны именоваться схемами Ляпунова — Янова.

Полученные Яновым результаты стали доступными для широкой программистской общественности с использованием графического представления схем программ, что было сделано Андреем Ершовым в [4]. Введенные Яновым эквивалентности схем программ действительно оказались «разумными», но это было установлено только с развитием соответствующего аппарата понятий (см. [14]).

Первые результаты в теории схем программ достойны строгого их изложения, это мы и сделаем, используя современный язык понятий.

Схемы программ строятся над некоторыми конечными алфавитами Y и P . Элементы Y и P называются соответственно операторными символами и

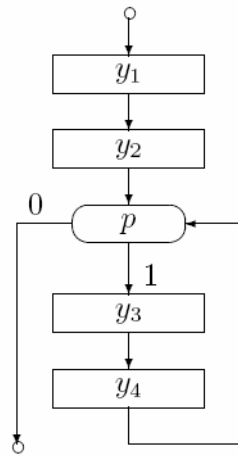


Рис. 1.

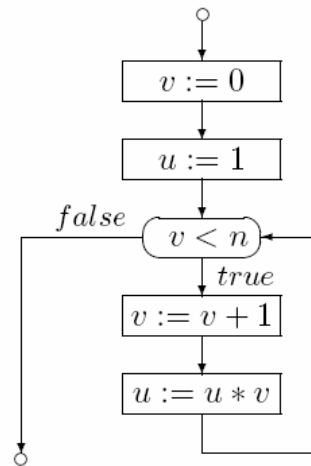


Рис. 2.

логическими переменными (каждая переменная принимает значения из множества $\{0,1\}$).

Схема программы (или просто схема) представляет собой конечный ориентированный граф с размеченными вершинами и дугами. Две вершины графа являются выделенными: вход — вершина без входящих в нее дуг и с одной исходящей и выход — вершина без исходящих из нее дуг; вход и выход не помечаются. Остальные вершины графа подразделяются на преобразователи и распознаватели. Каждый преобразователь имеет одну исходящую дугу, и ему сопоставлен символ из Y . Каждый распознаватель имеет две исходящие из него дуги, помеченные числами 0 и 1 соответственно, и ему сопоставлена переменная из P . Другие дуги графа не несут меток. Пример схемы программ, построенной над алфавитами

$$Y' = \{y_1, y_2, y_3, y_4\},$$

$$P' = \{p\},$$

дан на рис. 1. Эта схема построена по программе, вычисляющей $n!$ для $n \geq 0$ и представленной на рис. 2.

Функциональное описание схемы связано с процессом ее выполнения, который осуществляется на заданной функции разметки и состоит в путешествии по схеме, сопровождаемом накоплением цепочки операторных символов. При этом функция разметки определяется следующим образом.

Пусть

$$X = \{x \mid x : P \rightarrow \{0,1\}\};$$

каждым элементом множества X фиксируются значения всех логических переменных из P . Функция разметки — это отображение множества Y^* , со-

стоящего из всех слов над алфавитом Y , в множество X . Слова из Y^* называются операторными цепочками. Обозначим L множество всех функций разметки, построенных над алфавитами Y, P .

Перейдем к описанию функционирования схемы G , сконструированной над Y, P . Пусть $\mu \in L$. Выполнение схемы G на функции μ начинается во входе схемы с пустой операторной цепочкой, прокладывает ориентированный путь в G и осуществляется по следующим правилам. Переход через преобразователь сопровождается приписыванием справа к текущей операторной цепочке символа, сопоставленного этому преобразователю; при этом путь в схеме продолжается по единственной исходящей из него дуге. Переход через распознаватель не меняет текущей операторной цепочки, а продолжение пути происходит по дуге, помеченной значением $\mu h(p)$, где h — текущая операторная цепочка, а p — переменная, сопоставленная этому распознавателю. Процесс выполнения схемы G на μ завершается только с достижением выхода схемы. Говорим, что в этом случае схема G остановилась на функции μ , и результатом ее выполнения на μ считаем накопившуюся к моменту остановки операторную цепочку.

В [27] Ю. И. Янов рассматривал параметрическое множество эквивалентностей схем над Y, P . Оно вводилось так. Распределением сдвигов в Y называлось отображение

$$s : Y \rightarrow 2^P.$$

Для выбранного s определялось множество \mathcal{L}_s допустимых функций разметки:

$$\mu \in \mathcal{L}_s \Leftrightarrow \forall h \in Y^* \forall y \in Y \forall p \in P \setminus sy [\mu h(p) = \mu h y(p)].$$

Две схемы считались эквивалентными при выбранном s , если, какой бы ни была функция разметки из \mathcal{L}_s , всякий раз, как на ней останавливается одна из схем, останавливается и другая, причем с одинаковыми результатами.

Фундаментальный результат в [27] дается теоремой 1.

Теорема 1. Для любого распределения сдвигов s и индуцированного им отношения эквивалентности схем как проблема эквивалентности, так и проблема э. п. разрешимы в классе схем, каждая из которых использует не более одного раза любой символ из Y .

Разрешимость обеих проблем в множестве всех схем над Y, P была доказана позднее в [25].

3. К характеристике первых результатов в теоретическом программировании

Вернемся к тому, что Андреем Ершовым в [2, 3] был установлен факт чрезвычайной важности: будучи формализованной, программа занимает равноправное положение среди других универсальных понятий алгоритма, т. е. программами реализуются все вычислимые функции. Но для множества

вычислимых функций в [24] доказана неразрешимость проблемы эквивалентности, откуда вытекает неразрешимость для них и проблемы э. п. Таким образом, гипотеза Алексея Андреевича подтвердилась, и реальностью стали два альтернативных пути исследований: либо искать классы программ с разрешимой проблемой эквивалентности, либо довольствоваться построением неполных систем э. п. Моделирование программ схемами стало обоснованным.

В связи с этим приглядимся к результатам, полученным Ю. И. Яновым в [27]. Покажем, как характеризуются введенные там эквивалентности схем.

Введем два понятия: семантики базиса Y, P и индуцируемой ею абстрактной программы.

По определению, *семантика базиса* Y, P , обозначаемая как σ , представляет собой комплекс, состоящий из

- множества Σ_σ , элементы которого называются *состояниями*;
- функций $\sigma_y : \Sigma_\sigma \rightarrow \Sigma_\sigma, y \in Y$;
- отношений $\sigma_p : \Sigma_\sigma \rightarrow \{0, 1\}, p \in P$.

Процесс выполнения схемы G , построенной над Y, P , на паре (σ, ξ_0) , где $\xi_0 \in \Sigma_\sigma$, определяется следующим образом. Он состоит в путешествии по схеме G , прокладывающем в ней ориентированный путь и сопровождающемся преобразованием состояний из Σ_σ . Процесс начинается во входе схемы G при состоянии ξ_0 . Переход через преобразователь с символом y сопровождается преобразованием текущего состояния ξ в состояние $\sigma y(\xi)$. Переход через распознаватель не меняет текущего состояния ξ и состоит в выборе одной из исходящих из распознавателя дуг для продолжения путешествия по схеме; если p – сопоставленная распознавателю переменная, то выбирается дуга, помеченная значением $\sigma p(\xi)$. Выполнение схемы завершается, если путешествие по ней привело в выход схемы, и в этом случае текущее состояние воспринимается как результат выполнения G на паре (σ, ξ_0) . В ином случае результат не определен.

Схема G с присоединенной к ней семантикой σ называется *абстрактной программой*. Последняя вычисляет функцию, которая отображает, в общем случае – частично, множество Σ_σ в себя. Две абстрактные программы, индуцированные семантикой σ , эквивалентны тогда и только тогда, когда они вычисляют одну и ту же функцию.

Эквивалентность схем Янова, порожденная распределением сдвигов s , для которого

$$L_s = \mathcal{L},$$

называется *строгой эквивалентностью*. Тот факт, что она аппроксимирует эквивалентность абстрактных программ, устанавливается теоремой 2.

Теорема 2. Две схемы над базисом Y, P строго эквивалентны тогда и только тогда, когда соответствующие им абстрактные программы эквивалентны для любой семантики базиса Y, P .

Первоначально этот факт был установлен в [14].

Исследования, проводимые Ю. И. Яновым, шли параллельно и независимо с исследованиями в нарождающейся теории конечных автоматов. Связь между схемами Янова и конечными автоматами дается теоремой 3.

Теорема 3. Каким бы ни было распределение сдвигов в Y , индуцируемая им эквивалентность редуцируется к эквивалентности конечных автоматов.

Для строгой эквивалентности этот факт был установлен в [25], для других эквивалентностей, введенных Ю. И. Яновым, он следует из [21].

4. О некоторых других задачах теории схем программ

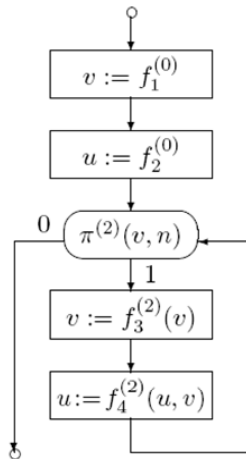


Рис. 3.

Имеются в виду, прежде всего, рассмотренная А. П. Ершовым задача об экономии памяти и затем задачи, к которым он привлек внимание.

Схемы Янова абстрагируются от переменных, используемых реальной программой и составляющих используемую ею память. Задача ее экономии потребовала введения схем специального типа, отличных от схем Янова. Эти схемы отгадываются от трактовки программы как объекта, ассоциируемого с потоком данных, когда каждое действие программы определяется переменными, воспринимаемыми как аргументы, и переменными, воспринимаемыми как результаты. Неформальное описание схем такого типа было предложено А. П. Ершовым в [1], формальное их определение дано позднее С. С. Лавровым в [9]. Вклад, сделанный А. П. Ершовым и С. С. Лавровым в решение задачи об экономии памяти программы, в деталях описан в [6], и это освобождает нас от описания его здесь.

А. П. Ершов индуцировал активные исследования схем программ, названных им стандартными схемами (см. [5]). В таких схемах используемые программой переменные представлены в явном виде, но в отличие от схем, рассмотренных С. С. Лавровым, для стандартных схем в качестве основных исследуются проблема эквивалентности и проблема эквивалентности э. п. Исследование стандартных схем наиболее полно описано в [8].

Особое внимание к стандартным схемам основано на следующем их свойстве: значительная часть полученных для них результатов переносится непосредственно на программы, для которых построены эти схемы. Чтобы

Особое внимание к стандартным схемам основано на следующем их свойстве: значительная часть полученных для них результатов переносится непосредственно на программы, для которых построены эти схемы. Чтобы

убедиться в этом, обратимся к неформальному определению стандартной схемы.

Программы, моделируемые стандартными схемами, алголоподобны, но лишены описания переменных, ввода и вывода данных. Они конструируются над базисом, состоящим из операторов присваивания и булевых выражений, и используют все традиционные средства композиции операторов, кроме аппарата процедур. Пример такой программы дан на рис. 2.

Переход от программы к стандартной схеме осуществляется заменой конкретных операций и отношений, используемых базисными операторами и булевыми выражениями, функциональными и предикатными символами соответственно; эти символы сохраняют арность замененных ими операций и отношений. Конструкции, полученные такой заменой из базисных операторов присваивания и булевых выражений, называются операторами над памятью и предикатами над памятью. Управляющая структура стандартной схемы берется совпадающей с управляющей структурой программы, индуцирующей схему. На рис. 3 приведена стандартная схема, построенная для программы, изображенной на рис. 2.

Опишем функционирование стандартной схемы.

Пусть I — интерпретация функциональных и предикатных символов, заменивших конкретные операции и отношения. Интерпретация I транслирует схему в I -программу. Реализуемая I -программой функция определяется теми же правилами, что определяют функцию, реализуемую исходной программой.

Две стандартные схемы считаются эквивалентными тогда и только тогда, когда при любой интерпретации I они превращаются в I -программы, реализующие общую для данной интерпретации функцию.

Заметим, что среди возможных интерпретаций имеется такая, которая транслирует схему в исходную программу. Поэтому эквивалентность стандартных схем всегда является аппроксимирующей функциональную эквивалентность программ, смоделированных этими схемами. Последнее означает, что результаты, полученные для стандартных схем и относящиеся к проблеме эквивалентности и проблеме э. п., применимы к реальным программам.

Описывая в [5] современное состояние теории схем программ, А. П. Ершов сформулировал проблемы этой теории. Среди них важное место отведено проблеме эквивалентности.

Изучение стандартных схем началось с выявления таких их классов, для которых проблема эквивалентности неразрешима. Это было сделано в [10, 13]. Возникла задача отыскания классов схем с разрешимой проблемой эквивалентности. Подходы к исследованию этой задачи описаны в [5, 8]. Они базируются на установлении некоторых специальных ограничений, налагаемых либо на полугруппу базисных операторов, либо на структуру схем. Оба подхода вполне естественны. Но, в дополнение к ним, А. П. Ершов предложил некий новый подход. Его суть состоит в следующем.

Рассмотренная выше функциональная эквивалентность стандартных схем определяется требованием окончательных результатов их работы. А. П. Ершов ввел понятие истории выполнения схемы и отношения эквивалентности схем по историям. Новый тип эквивалентности схем стал объектом дальнейших исследований, получивших особое признание в случаях, когда рассматриваемая эквивалентность по истории строже, чем функциональная (примером таковой является логико-термальная эквивалентность, обсуждаемая в [5]).

В [5] было показано, что эквивалентность по истории выполнения схемы, более строгая, чем функциональная, сводится к последней, рассматриваемой в некотором подклассе схем; он варьируется с выбором эквивалентности по истории. Для логико-термальной эквивалентности это сведение фактически выявлено в [26].

А. П. Ершов привлек внимание еще к одной задаче: он положил начало развитию специального подхода к конструированию полных систем э. п. схем. Дело в том, что в решении этого вопроса теория схем программ стартовала от устоев математической логики, оперирующей с формулами. В случае схем программ, представляющих собой размеченные графы, роль формулы стал играть фрагмент схемы, вообще говоря, отличный от схемы. Поэтому и возникла упомянутая выше задача. Пример нового подхода к конструированию полных систем э. п. продемонстрирован А. П. Ершовым в [4]. Позиция автора в этом вопросе будет изложена ниже.

5. О логических основах теории схем программ

Они базируются на общей установке, сделанной А. А. Ляпуновым, а именно: схемы программ создаются для построения э. п. программ. Эта установка была поддержана Ю. И. Яновым и А. П. Ершовым в их работах, упомянутых выше. Будучи облечена в концепции, данная установка детализируется следующим образом.

Концепция 1. Исходной точкой конструирования схем программ является формализация понятия программы, т. е. строгое описание ее структуры и функционирования, на основе чего дается определение эквивалентности программ.

Концепция 2. Определение схемы программы, как и определение самой программы, складывается из описаний ее структуры и функционирования; вслед за этим вводится отношение эквивалентности схем программ. Эти построения должны подчиняться следующим условиям:

- а) управляющая структура схемы программы совпадает с управляющей структурой самой программы;
- б) эквивалентность схем влечет за собой эквивалентность программ, для которых построены схемы, т. е. первая аппроксимирует вторую.

Эти условия вытекают из назначения схем. Действительно, при выполнении условия а) преобразование схемы, затрагивающее ее управляющую структуру, является и преобразованием программы, порождающей эту схему; условие б) гарантирует, что всякое эквивалентное преобразование схемы будет и эквивалентным преобразованием программы, для которой построена схема.

Концепция 3. Ведущей проблемой для схем программ является проблема э. п.

Концепция 4. Моделирование программ схемами должно быть варьируемым, что достигается варьированием отношения эквивалентности схем программ. Действительно, так как решение проблемы э. п. схем дает неполную систему э. п. программ, то необходимо обеспечить выбор модели программ для получения более богатой такой системы.

Концепция 5. Фундаментальной в проблематике теории схем программ является проблема эквивалентности схем. Ее разрешимость в некотором классе схем является условием, подающим надежду на существование положительного решения проблемы э. п. в этом классе.

6. Развитие логических концепций теории схем программ

В наиболее полном виде это развитие привело к ветви теории схем программ, названной алгебраической теорией моделей программ (короче: теорией моделей программ). Программы, рассматриваемые в этой теории как исходный материал, являются алголоподобными. Они классифицируются по признаку: используется или нет аппарат процедур (см. [16, 19]). Далее излагаются факты, относящиеся к случаю, когда программы не используют процедур [16–18].

В этом случае формализованные программы представляют собой введенные выше абстрактные программы, построенные над базисом Y, P . Семантика базиса Y, P предполагается произвольной.

Структура схемы программы берется совпадающей со структурой схемы Янова, представленной в графической форме. Следовательно, условие а) концепции 2 выполнено.

Следуя концепции 4, в множестве схем программ вводится параметрическое семейство эквивалентностей (см. [16]). Оно существенно расширяет множество эквивалентностей, рассмотренных Ю. И. Яновым в [27]. Всякая вводимая эквивалентность индуцируется двумя параметрами, а именно:

- эквивалентностью ν в множестве Y^* ;
- подмножеством L , где $L \subseteq L$.

(ν, L)-эквивалентность схем G_1, G_2 , построенных над базисом Y, P , определяется требованием: какой бы ни была функция из L , всякий раз, как на ней останавливается одна из схем G_1, G_2 , останавливается и другая, и результаты их выполнения — это ν -эквивалентные операторные цепочки.

Множество всех схем над базисом Y, P , дополненное их (ν, L) -эквивалентностью, называется (ν, L) -моделью программ.

Следуя условию б) концепции 2, из множества (ν, L) -эквивалентностей отбираются строго аппроксимирующие. При этом (ν, L) -эквивалентность называется *строго аппроксимирующей*, если существует непустое множество S семантик базиса Y, P , такое, что для любых схем G_1, G_2 над базисом Y, P выполняется: G_1, G_2 (ν, L) -эквивалентны тогда и только тогда, когда для всякой семантики σ из S эквивалентны абстрактные программы, индуцируемые этой семантикой из G_1, G_2 .

В [17] доказывается теорема 4.

Теорема 4. Если (ν, L) -эквивалентность схем над базисом Y, P является полугрупповой, то она — строго аппроксимирующая.

По определению, (ν, L) -эквивалентность — *полугрупповая*, если и только если удовлетворены следующие требования:

- 1) для любых операторных цепочек h_1, h_2, h_3, h_4 из Y^*

$$(h_1 \overset{\nu}{\sim} h_2) \& (h_3 \overset{\nu}{\sim} h_4) h_1 h_3 \overset{\nu}{\sim} h_2 h_4;$$

- 2) L состоит из ν -согласованных функций разметки; при этом функция μ из L называется *ν -согласованной*, если она удовлетворяет условию: для любых h_1, h_2 из Y^*

$$h_1 \overset{\nu}{\sim} h_2 \mu h_1 = \mu h_2;$$

- 3) множество L замкнуто относительно операции сдвига, т. е., какими бы ни были функция μ из L и цепочка h из Y^* , функция разметки μ' , определяемая равенством

$$\mu'g = \mu hg, g \in Y^*,$$

принадлежит множеству L .

Здесь запись $h_1 \overset{\nu}{\sim} h_2$ интерпретируется как запись отношения: h_1, h_2 — ν -эквивалентные операторные цепочки.

Заметим, что

- эквивалентности схем, введенные Ю. И. Яновым, являются полугрупповыми;
- эквивалентности дискретных преобразователей, обсуждаемые А. А. Лetichevским в [11], будучи спроецированы на схемы программ, приводят к полугрупповым эквивалентностям схем.

Поскольку строгая аппроксимация — это частный случай просто аппроксимации, определенной выше, возникает вопрос: изучая полугрупповые эк-

вивалентности, не теряем ли мы очевидно полезные эквивалентности схем программ. Ответ на него дается теоремой 5. Подготовим ее формулировку.

Пусть рассматриваются программы, являющиеся отправными при введении стандартных схем. Обозначим K их класс, предполагая, что они построены над некоторым конечным базисом операторов присваивания и булевых выражений. Согласно сделанному ранее описанию, при переходе от K к стандартным схемам, соответствующим программам из K , оператор присваивания заменяется оператором над памятью, булево выражение — предикатом над памятью. Обозначим K_1 полученный из K класс стандартных схем.

Предположим, что эквивалентность в K_1 строится, отгалкиваясь от такой эквивалентности в K , которая требует совпадения результатов выполнения программы на каждой переменной, используемой программой. Далее. Если операторы присваивания заменить операторными символами, а булевы выражения — логическими переменными, то мы получим из программ класса K схемы Янова. Обозначим K_2 их класс. Пусть при этом между операторами над памятью (предикатами над памятью), используемыми в K_1 , и операторными символами (логическими переменными), используемыми в K_2 , имеется взаимно-однозначное соответствие. Оно индуцирует соответствие, тоже взаимно-однозначное, между схемами из K_1 и схемами из K_2 .

Теорема 5. Можно так определить (ν, L) -эквивалентность в K_2 , что схемы из K_1 будут эквивалентны тогда и только тогда, когда (ν, L) -эквивалентны соответствующие им схемы из K_2 ; при этом построенная (ν, L) -эквивалентность — полугрупповая.

Таким образом, очевидно полезная эквивалентность стандартных схем вписывается в множество полугрупповых эквивалентностей схем. Более того, последними эквивалентностями факторизуются первые.

Итак, нами показано, что теория моделей программ строилась согласно концепциям 1, 2 и 4. Концепции 3 и 5 отражены в ее проблематике. Раскроем преимущества создания семейства (ν, L) -моделей.

По определению, (ν_1, L_1) -эквивалентность аппроксимируется (ν_2, L_2) -эквивалентностью, если последняя влечет первую. Предположим, что это отношение имеет место, и пусть K — класс программ, эквивалентность которых аппроксимируется как (ν_1, L_1) -эквивалентностью, так и (ν_2, L_2) -эквивалентностью. Тогда при условии, что T_i — это система э. п., полная в (ν_i, L_i) -модели, $i = 1, 2$, можно утверждать, что для класса K система T_2 не беднее системы T_1 . Таким образом, располагая множеством моделей программ, можно обогащать систему э. п. программ, не покидая его.

Это обстоятельство приводит к задаче поиска условий, достаточных для аппроксимации одной эквивалентности другой эквивалентностью. Такая задача рассматривается в [23].

Обратимся теперь к проблеме эквивалентности схем. Обзор случаев ее разрешимости сделан В. А. Захаровым⁷⁵ на конференции МСУ 2001⁷⁶ и опубликован в [30]. Поэтому мы ограничимся описанием двух новых подходов к проблеме эквивалентности и обсудим наиболее важные из результатов, полученных их применением. Подчеркнем, что речь пойдет только о теории моделей программ.

Оба подхода нацелены на поиск алгоритмов, разрешающих эквивалентность схем программ за практически приемлемое время. Дело в том, что ранние исследования проблемы эквивалентности, проводимые в теории схем программ, были сфокусированы на установлении самого факта ее разрешимости; при этом игнорировалась сложность разрешающего алгоритма. Вполне приемлемой считалась процедура разрешения с экспоненциальной (относительно размеров испытываемых схем) временной сложностью. Легко согласиться с тем, что такие процедуры неприменимы на практике. Практически приемлемой можно считать процедуру, временная сложность которой полиномиальна. Это и послужило отправной позицией при разработке обоих подходов к проблеме эквивалентности.

Один из подходов состоит в поиске условий, достаточных для существования разрешающих эквивалентность алгоритмов полиномиальной сложности. Автором его является В. А. Захаров; найденные им достаточные условия опубликованы в [29]. Они даются формулируемой ниже теоремой 6. Введем используемые в ней понятия.

Начнем с того, что множество Y^* , в котором введена операция конкатенации цепочек, представляет собой конечно порожденную полугруппу. Ее элементы генерируются базовыми символами y , где $y \in Y$; пустая цепочка является ее единицей.

Пусть ν — отношение эквивалентности в Y^* , и L — множество ν -согласованных функций разметки из L . Назовем (ν, L) -эквивалентность схем *эквивалентностью относительно полугруппы Y^* с отношением эквивалентности ν* .

Полугруппа Y^* с эквивалентностью ν называется *уравновешенной*, если Y^* удовлетворяет условию 1), изложенному в пояснениях к теореме 4, и, кроме того, если для любых h_1, h_2 из Y^* из их ν -эквивалентности следует равенство их длин.

Зададимся уравновешенной полугруппой Y^* ; для любой цепочки h из Y^* обозначим $[h]$ класс эквивалентности цепочки h по отношению ν ; длину цепочки h будем обозначать как $|h|$. Очевидно, что множество

$$E = \{ \langle [h_1], [h_2] \rangle \mid |h_1| = |h_2|, h_1 h_2 \in Y^* \}$$

⁷⁵ Владимир Анатольевич Захаров (р. 1960) — доцент кафедры математической кибернетики МГУ.

⁷⁶ МСУ 2001 — Третья международная конференция «Машины, вычисления и универсальность», Кишинев, Молдова, май 2001 г.

является также конечно порожденной полугруппой.

Рассмотрим некоторую конечно порожденную полугруппу W с бинарной операцией \circ и единицей e . Пусть в W выделена подполугруппа U и элементы w^+, w^* ; пусть k_0 — натуральное число. Четверку K , где

$$K = \langle W, U, w^+, w^* \rangle, \tag{1}$$

назовем k_0 -критериальной системой для уравновешенной полугруппы Y^* , если выполнены следующие условия:

C1) существует гомоморфизм φ из E в U такой, что требование

$$[h] = [g] \Leftrightarrow w^+ \circ \varphi(\langle [h], [g] \rangle) \circ w^* = e$$

выполнено для всех цепочек h, g из Y^* ;

C2) для каждого элемента w из $U \circ w^*$ существует не более k_0 левых обратных элементов из $w^+ \circ U$, т. е. уравнение

$$z \circ w = e$$

имеет не более k_0 различных решений z , представимых в виде

$$z = w^+ \circ u,$$

где $u \in U$.

Справедлива

Теорема 6. Пусть Y^* — уравновешенная полугруппа с отношением эквивалентности ν , для которой имеется k_0 -критериальная система (1), где $k_0 > 0$, и пусть в полугруппе W проблема тождества слов «верно ли, что $w_1 = w_2$?» разрешима за время $t(m)$, где $m = \max\{|w_1|, |w_2|\}$.

Тогда проблема эквивалентности схем относительно полугруппы Y^* с отношением ν разрешима за время

$$c_1 n^2 (t(c_2 n^2) + \log n),$$

где n — максимум размеров двух схем, поступивших на вход разрешающего алгоритма, а константы c_1, c_2 зависят только от k_0 , числа элементов в Y и P гомоморфизма φ .

В [29], где доказана теорема 6, даны примеры конкретных уравновешенных полугрупп Y^* , к которым она применима. Одной из них является свободная коммутативная полугруппа, рассмотренная ранее в [20]. Эта полугруппа характеризуется следующими свойствами: в ней цепочки h_1, h_2 эквивалентны тогда и только тогда, когда любой символ из Y имеет равное число

вхождений в одну и другую. Эквивалентность схем относительно свободной коммутативной полугруппы разрешима за время

$$cn^2 \log n,$$

где n определяется так же, как в теореме 6, а константа c зависит только от числа переменных в P .

Техника, используемая в [29], базируется на изучении алгебраических свойств полугрупп Y^* с заданной в ней эквивалентностью цепочек.

Подход, альтернативный изложенному, предложен автором данной статьи; он описан в [22]. Этот подход базируется на вычислении инвариантов эквивалентных схем. Его применением в [22] получен следующий результат.

Теорема 7. Эквивалентность схем относительно полугруппы Y^* с левым и правым сокращением разрешима за полиномиальное время.

Под *полугруппой с левым и правым сокращением* понимается уравновешенная полугруппа Y^* с эквивалентностью \sim , которая разрешима и обладает свойствами:

$$hh_1 \sim^v hh_2 \Rightarrow h_1 \sim^v h_2,$$

$$h_1 h \sim^v h_2 h \Rightarrow h_1 \sim^v h_2,$$

где h_1, h_2, h — произвольные цепочки из Y^* .

Заметим, что частным случаем такой полугруппы является свободная коммутативная.

Выполнив описание новых подходов к проблеме эквивалентности, обратимся к проблеме э. п. схем.

Конструирование систем э. п. схем следует традиции, присущей математической логике, а именно: создается формальное исчисление. Однако оно обладает чертами, не свойственными исчислениям, которые строятся в математической логике. Отметим их.

Объектами исчисления являются фрагменты схем (строгое определение фрагмента дается впервые в [28], затем уточняется в [21]); они составляют множество, содержащее все схемы, ибо схема — это частный случай фрагмента.

Единственным правилом вывода в таком исчислении является правило подстановки в схему вместо одного ее фрагмента другого. При этом заменяемый и заменяющий фрагменты должны быть согласованы так, чтобы результатом подстановки была опять-таки схема.

Операция подстановки сопоставляет всякой паре согласованных фрагментов множество преобразований схем. Согласованные фрагменты называются эквивалентными, если определяемое ими множество содержит только эквивалентные преобразования.

Аксиомами исчисления являются разрешимые множества, состоящие из пар эквивалентных фрагментов. Каждая аксиома индуцирует множество э. п. схем, образуемое слиянием множеств, которые определяются входящими в аксиому парами фрагментов.

Система э. п. схем задается множеством аксиом, которые и индуцируют принадлежащие системе преобразования. Если при этом число аксиом конечно, то система э. п. называется конечной.

Таким образом, исчисление фрагментов схем берет на себя обязательства только по преобразованию схем, в ней строятся выводы схем из схем.

Отметим, что при выборе аксиом исключаются: случай, когда аксиома содержит все пары эквивалентных схем, и случай, когда аксиомой предписывается разметка фрагментов, а не изменение их структуры.

В [22], используя инварианты эквивалентных схем, мы доказали теорему 8.

Теорема 8. Для модели программ, построенной над базисом Y, P и такой, в которой эквивалентность схем индуцируется уравновешенной полугруппой Y^* с левым и правым сокращением, существует полная в ней конечная система э. п. схем.

Этим результатом существенно обогащаются случаи разрешимости проблемы э. п. схем.

В заключение подчеркнем, что теория моделей программ действительно развивается в русле основных логических концепций, провозглашенных А. А. Ляпуновым и А. П. Ершовым на заре становления теории схем программ. При этом модели программ занимают естественное место в ряду других моделей вычислений, что подтверждается общностью рассматриваемых проблем и используемых при их решении методов.

Список литературы

1. Ershov A. P. On programming of arithmetic operations// Communications of the ACM. — 1958. — Vol. 1, № 8. — P. 3–6.
2. Ершов А. П. Операторные алгоритмы. 1. Основные понятия// Проблемы кибернетики. — 1960. — Вып. 3. — С. 5–48.
3. Ершов А. П. Операторные алгоритмы. 2. Описание основных конструкций программирования// Проблемы кибернетики. — 1962. — Вып. 8. — С. 211–233.
4. Ершов А. П. Операторные алгоритмы. 3. Об операторных схемах Янова// Проблемы кибернетики. — 1968. — Вып. 20. — С. 181–200.
5. Ershov A. P. Theory of program schemata// Proc. of IFIP Congress'71, Ljubljana. — 1971. — P. 93–124.
6. Ершов А. П. Введение в теоретическое программирование. — М.: Наука, 1977.
7. Ершов А. П. Избранные труды. — Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1994.
8. Котов В. Е., Сабельфельд В. К. Теория схем программ. — М.: Наука, 1991.
9. Лавров С. С. Об экономии памяти в замкнутых операторных схемах// ЖВМ и МФ. — 1961. — Т. 1, № 4. — С. 687–701.

10. Летичевский А. А. Функциональная эквивалентность дискретных преобразователей// Кибернетика. — 1970. — № 2. — С. 14–28.
11. Летичевский А. А. Об эквивалентности автоматов над полугруппой// Теоретическая кибернетика. — 1970. — № 6. — С. 3–71.
12. Ляпунов А. А. О логических схемах программ// Проблемы кибернетики. — 1958. — Вып. 1. — С. 46–74.
13. Paterson M. S. Program schemata// Machine Intelligence. — Edinburgh; Univ. Press, 1968. — Vol. 3. — P. 19–31.
14. Подловченко Р. И., Петросян Г. Н., Хачатрян В. Е. Интерпретация схем алгоритмов и различные типы отношений эквивалентности между схемами// Известия АН Арм. ССР. Сер. Математика. — 1972. — Т. 7, № 2. — С. 140–151.
15. Подловченко Р. И. О корректности и содержательности некоторых отношений эквивалентности между схемами Янова// Проблемы кибернетики. — 1978. — Вып. 33.
16. Подловченко Р. И. Иерархия моделей программ// Программирование. — 1981. — № 2. — С. 3–14.
17. Подловченко Р. И. Полугрупповые модели программ// Программирование. — 1981. — № 4. — С. 3–13.
18. Подловченко Р. И. Модели программ над структурированным базисом// Программирование. — 1982. — № 1. — С. 9–19.
19. Подловченко Р. И. Рекурсивные программы и иерархия их моделей// Программирование. — 1991. — № 6.
20. Подловченко Р. И., Захаров В. А. Полиномиальный по сложности алгоритм, разрешающий коммутативную эквивалентность схем программ// Докл. РАН. — 1998. — Т. 362, № 6. — С. 744–747.
21. Подловченко Р. И. От схем Янова к теории моделей программ// Математические вопросы кибернетики. — 1998. — Вып. 7. — С. 281–302.
22. Подловченко Р. И. Об одном массовом решении проблемы эквивалентных преобразований схем программ// Программирование. — 2000. — № 1. — С. 66–77; № 2. — С. 3–11.
23. Подловченко Р. И., Попов С. В. Аппроксимируемость одних моделей программ другими// Вестник МГУ. Сер. Вычислительная математика и кибернетика. — 2001. — № 2. — С. 38–46.
24. Rice H. G. Classes of recursively enumerable sets and their decision problems// Transactions of American Mathematical Society. — 1953. — Vol. 89. — P. 25–59.
25. Rutledge J. D. On Ianov's program schemata// J. of the ACM. — 1964. — Vol. 11. — P. 1–9.
26. Sabelfeld V. K. An algorithm for deciding functional equivalence in a new class of program schemata// Theoret. Comput. Sci. — 1990. — Vol. 71. — P. 265–279.
27. Янов Ю. И. О логических схемах алгоритмов// Проблемы кибернетики. — 1958. — Вып. 1. — С. 75–127.
28. Янов Ю. И. О локальных преобразованиях схем алгоритмов// Проблемы кибернетики. — 1968. — Вып. 20. — С. 201–216.
29. Захаров В. А. Быстрые алгоритмы разрешения эквивалентности операторных программ на уравновешенных шкалах// Математические вопросы кибернетики. — 1998. — Вып. 7. — С. 303–324.
30. Zakharov V. A. The equivalence problem for computational models: decidable and undecidable cases// Lect. Notes Comput. Sci. — 2001. — Vol. 2055. — P. 133–153.

Повесть блудного сына проекта БЕТА*

М. И. Шварцман
ValueSearch Capital Management, LLC

«Истинный успех академического проекта состоит в оставленном им идейном наследии и в обученных при его разработке студентах. Если то и другое хорошо, то проект удался».

Проф. Дж. Гуттаг⁷⁷, МТИ

«Первый миллион всего труднее заработать».

Американская народная мудрость

*«Любой идиот может выстоять перед кризисом. Что изнуряет — это повседневные проблемы».*⁷⁸

Антон Чехов, размышляющий в конце XIX столетия о бедственном положении людей вообще, а может быть, в частности, и руководителей некоторых сложных технических проектов XX века

Введение

К 2004 году, когда я пишу эту статью, я посвятил равное число лет двум различным областям деятельности: семнадцать лет (1970—1987) я занимался информатикой и разработкой программного обеспечения и семнадцать (1987—2004) — инвестированием и финансовыми операциями. Здесь я хочу рассказать о том, что происходило давным-давно, в первые семнадцать лет.

Три года я принимал участие в проекте БЕТА, задуманном и руководимом Андреем Петровичем Ершовым, — с момента его возникновения в 1970 году и до моей эмиграции в США в конце 1973 года. Я отвечал за разработку Внутреннего Языка системы; после моего отъезда эту работу продолжили другие участники проекта. Вначале я буду касаться лишь тех аспектов научного наследия А. П. Ершова, которые относятся к проекту БЕТА, а затем обращусь к другим, не связанным с наукой, моментам.

Если говорить кратко, целью системы БЕТА было создание многоязыкового компилятора, переводящего программы с каждого из допустимых в

* © Michael I. Schwartzman, 2004, 2005. Статья написана специально для настоящего сборника.

⁷⁷ Дж. Гуттаг — профессор Массачусетского технологического института (МТИ), в настоящее время возглавляет Группу сетей и мобильных систем в лаборатории вычислительных наук и искусственного интеллекта МТИ.

⁷⁸ Обратный перевод с английского. Русский оригинал нам локализовать не удалось. — Прим. переводчика.

системе исходных языков на Внутренний Язык, а затем с него на любой допустимый в системе машинный язык. Компилятор должен был совершать интенсивную оптимизацию на уровне Внутреннего Языка. В начале разработки системы были приняты следующие исходные языки:

- Алгол 68,
- ПЛ/I,
- Симула-67,
- Паскаль.

Проект БЕТА, который прекратил существование в 1982 году, спустя двенадцать лет после своего появления, не создал, как это вроде бы общепризнанно, никаких работающих систем. В то же время проект сделал более ясным как структуру языков, с которыми он работал, так и различные аспекты проблемы построения компиляторов.

Часто утверждают, что судьба системы БЕТА постигла и все другие попытки создать практический многоязыковый компилятор.

Но хотя проект БЕТА так и не привел к созданию работающей системы, у него имеется некий интеллектуальный отпрыск, осуществивший все, что в проекте БЕТА намечалось, и, быть может, даже более того.

Этот проект называется «LPI Multi-Language Family of compilers (LPI-MLF)» и разработан он в компании Language Processors, Inc. (LPI), которую я организовал в 1980 году в Массачусетсе. Вскоре в ней начал работать Джон Анкорн⁷⁹, и до 1986 года он руководил всеми перспективными исследовательскими разработками, включая и LPI-MLF.

Хотя проект был широко известен и рассматривался в научно-исследовательских отделах всех американских и многих зарубежных фирм, производящих компьютеры, он никогда не привлекал внимания теоретиков информатики – ситуация, совершенно обратная проекту БЕТА. Но, разумеется, во время разработки и активной продажи системы компания не поощряла, скорее, даже запрещала своим сотрудникам публикацию любых материалов, которые могли бы дать конкурентам хоть какую-то информацию, полезную в их разработках.

LPI-MLF оказалась первой практически реализованной и успешной многоязыковой компилирующей системой. Порождаемые ею компиляторы были весьма конкурентоспособны, если сравнивать их с компиляторами, написанными для конкретных языков. Система была практичной, удобной в пользовании, и ее действительно удавалось перенастраивать и использовать на вычислительных машинах с разной архитектурой. Можно сказать, что LPI-MLF – это первая многоязыковая компилирующая система с высокими производственными характеристиками.

Когда система LPI-MLF потеряла актуальность, главные участники ее разработки обрели новые интересы и занялись другими делами, порою весь-

⁷⁹ Дж. Анкорн в настоящее время ведущий научный сотрудник в Исследовательских лабораториях Hewlett–Packard, специалист по мобильным вычислительным системам и сетям.

ма амбициозными. Джон Анкорн переехал в Японию, где создал компанию по производству вычислительной техники; я основал инвестиционную фирму в штате Массачусетс. В результате все, что было опубликовано о системе LPI-MLF, — это рекламные материалы и внешние технические характеристики системы, необходимые в процессе ее продажи⁸⁰.

Результаты, полученные в компании LPI

К 1984 году, когда все компоненты LPI-MLF были завершены и началось коммерческое использование системы, она включала следующие компоненты:

- Внешний интерфейс для Кобола, RPG-II, Фортрана, ПЛ/I, Бейсика, Паскаля и Си.
- Оптимизатор на уровне Промежуточного Языка с несколькими уровнями оптимизации, выбираемыми пользователем.
- Большой и все расширяющийся набор генераторов объектного кода для ЭВМ различной архитектуры, в том числе для Motorola 68000, Intel x86, IBM 8100, АТТ 3В2, АТТ 3В20.
- Отладчик на уровне исходного текста.
- Общая библиотека периода счета.
- Набор средств для порождения генераторов объектного кода по таблицам, задающим новые компьютерные архитектуры. В самих генераторах использовались средства для редукции деревьев выражений.
- Достаточно изощренная система автоматического тестирования компиляторов.
- Инструментарий для создания внешних интерфейсов для новых языков на базе наиболее продвинутых исследований по синтаксическому анализу.

Система LPI-MLF использовалась в больших и малых компаниях, производящих вычислительную технику, и в «start-up» фирмах и подразделениях, только выходящих на рынок (хороший пример — AT&T Information System). Заключение контрактов на поставку системы фирмам требовало немало усилий, а конкуренция с собственными научно-исследовательскими командами из этих фирм была весьма интенсивной.

В 1987 году, когда система достигла пика своих производственных возможностей, прототипный генератор объектного кода для компьютера новой архитектуры создавался за неделю, а для выпуска работающего генератора с высоким качеством объектного кода требовалось около четырех месяцев. Технология сборки компонентов достигла такого совершенства, что готовую версию компилятора можно было собрать и полностью протестировать за несколько часов, что обеспечивало очень быстрый цикл выпуска компиляторов.

⁸⁰ Одну из статей, посвященных LPI-MLF, и собственные рекламные материалы этой фирмы можно найти в Электронном архиве академика А. П. Ершова на сайте <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaindex.asp?lang=2&gid=1464>.

В те времена в промышленности на выпуск очередного компилятора уходило обычно от шести до двенадцати месяцев. А создание самостоятельного компилятора с конкретного языка для новой машины требовало нескольких лет, причем далеко не всегда проект оказывался успешным. Система же LPI-MLF позволяла получить новый компилятор за несколько месяцев, а на добавление компиляторов с других языков уходило несколько недель.

Лишь немногие фирмы покупали систему со всеми семью языками. Что нравилось пользователям LPI, так это возможность быстрого получения одного — двух компиляторов (чаще всего с Си или Фортрана, иногда с Кобола) с тем, чтобы использовать один из этих компиляторов для решения основных классов задач на машине новой архитектуры и добавлять новые компиляторы в случае необходимости.

Таким образом, технологический прорыв фирмы LPI был оценен пользователями не столько за то, что можно было сразу же приобрести многоязыковую компилирующую систему для их компьютеров, а, скорее, за возможность добавить новый компилятор быстрее и дешевле, чем делать самим или покупать у конкурентов LPI.

Вся система была довольно большой по стандартам середины 80-х годов. Она занимала 16 мегабайт, в то время как объем жестких дисков составлял тогда от 30 до 50 мегабайт, и это было одной из причин, почему многие пользователи не приобретали систему в целом. Большинство кодов исходного текста было написано на ПЛ/I, так что пользователи исходного текста нуждались также в ПЛ/I компиляторе нашей же фирмы.

Системе приходилось конкурировать с традиционными компиляторами, разработанными для одного языка и оптимизированными в соответствии со своими специфическими функциями. Однако никакие значительные продажи не имели бы места, уступая компиляторы LPI-MLF своим конкурентам. Но они и не уступали. Наши компиляторы с Фортрана, Си, Кобола при эталонном тестировании постоянно показывали лучшие результаты как по времени компиляции, так и по времени счета. В действительности, дабы конкурировать с существующими компиляторами для конкретной архитектуры ЭВМ, львиная доля цикла создания LPI-MLF приходилась на эталонное тестирование и настройку генератора объектного кода на данную архитектуру.

Разборка нудных жалоб заказчиков, т. е. собственных программистов в фирмах-производителях компьютеров, часто склонных доказывать неполноценность полученного программного обеспечения, также отнимала много времени, но это, впрочем, имело бы место независимо от используемой технологии создания компиляторов. В 80-е годы фирмы, производящие компьютеры, совсем иначе относились к независимым разработчикам программ, чем в 90-е годы и ныне.

Возможно, эти перемены связаны с тем, что осталось мало производителей ЭВМ, из которых могли бы сейчас выбирать системные программисты. Тот факт, что именно производители, наиболее закоснелые в стремлении диктовать цены на разработку программного обеспечения, испытали наи-

большие трудности или просто перестали существовать, как раз и мог стимулировать появление в 1990-х и 2000-х годах нового подхода к этому бизнесу. Но это сейчас, а LPI продала свою систему LPI-MLF на пике битв «делать самим или покупать», которые шли внутри научно-исследовательских отделов фирм — производителей компьютеров.

Целые тома заняло бы описание всех трудностей, неудач, побед и огромной работы, затраченной на разработку, документирование и отладку системы LPI-MLF. Разочарование порой преобладало, и требовались огромные усилия для того, чтобы компания продолжала свой курс.

LPI-MLF была успешной системой, лицензированной на дюжине ведущих фирм — производителей компьютеров в США и Японии и на множестве фирм, только выходящих на рынок.

Компиляторы LPI-MLF не только успешно конкурировали с традиционными компиляторами, но и превосходили многие по таким общепринятым критериям, как время компиляции и счета при эталонном тестировании. Время поставки на рынок и стоимость компиляторов были в LPI сокращены многократно.

Система LPI-MLF достигла практически всех целей, поставленных перед системой БЕТА пятнадцатью годами ранее. Сделано это было для весьма широкого набора языков силами небольшой группы разработчиков — на самом пике процесса, занявшего от трех до четырех лет, научно-исследовательское подразделение компании LPI состояло из 35—40 человек.

Корни LPI-MLF и причины ее успеха

LPI-MLF была создана после многолетних попыток со стороны разработчиков компиляторов (включая команду БЕТА) построить многоязыковую компилирующую систему. Конечно, сама идея многоязыковой компилирующей системы не родилась в проекте БЕТА. Ко времени его начала она уже много лет обсуждалась.

Интеллектуальное влияние проекта БЕТА на LPI-MLF несомненно; я был основателем, президентом и председателем правления фирмы LPI первые семь лет. Сама мысль о будущей системе LPI-MLF пришла ко мне, в частности, на основе моего опыта в проекте БЕТА. Проект БЕТА, последующий опыт создания общих компонентов для семейства компиляторов в корпорации DEC (Digital Equipment Corporation), руководство отделом разработки компиляторов в фирме Prime Computer — все это, как и многое другое, определило успех LPI.

Следует сразу же отметить, что БЕТА — лишь одна из многих опор в основании принятого в LPI подхода. Джон Анкорн, чье научное руководство определило наши достижения, принес в проект идеи и методы, не имеющие никакого отношения к БЕТА. И мой собственный опыт к моменту создания LPI вовсе не ограничивался работой в проекте БЕТА.

В научно-исследовательском отделе LPI работало с десятков специалистов мирового класса в области создания компиляторов, часть из них имела

докторскую степень по информатике; все они имели собственное представление о том, как достичь успеха, и собственное понимание того, в чем состоит успех. Дж. Анкорн осуществлял повседневное руководство группой разработчиков. В мои обязанности входило общее руководство компанией, в том числе определение целей и темпов работы, формулирование требований к программному продукту, а также вопросы ценообразования, маркетинга и поиск источников финансирования.

БЕТА, как и другие подобные проекты, как многие проекты такой же чрезмерной сложности, погибла от тысяч комариных укусов, от тысяч мелких неудач. Они провалились потому, что многие сравнительно малые проблемы, накапливаясь, достигают критической точки, и проект уже нельзя спасти. По сути, понимание того, что же помешало в прошлом успешно реализовать многоязыковый компилятор, само по себе могло бы стать бесценным опытом. Любую малую проблему, относится ли она к некоей конструкции Промежуточного Языка, ограничениям на память или чему иному, специалист мог решить легко и сразу, но как справиться с нагромождением таких малых и взаимосвязанных проблем — вот в чем задача.

В фирме LPI необходимо было поддерживать баланс между прагматизмом с одной стороны и желанием ученых в LPI, обладающих исключительно хорошим знанием академической литературы, приложить все это знание — с другой. Нам блестяще удалось найти этот баланс и обуздать проблему решения тысячи малых проблем до того, как они приведут к катастрофическому провалу.

Можно сказать, что пробную попытку ввести общие компоненты в компилирующую систему я сделал, работая в DEC. Там, в условиях жесточайшего графика разработки нового компьютера (VAX), новой операционной системы (VMS) и серии новых компиляторов (первый — для Фортрана), была предпринята попытка ввести Общую библиотеку времени счета, которая служила бы как для этого, так и для последующих компиляторов, и создать библиотеку подпрограмм, которую могли бы использовать другие подсистемы VAX. Находясь под давлением столь напряженного графика, мы смогли добиться замечательного успеха: путь от спецификации на бумаге новой архитектуры до поставки первого компьютера VAX был пройден за три года.

Битвы были памятливыми, если не сказать больше. В рабочей записке Дэйва Катлера⁸¹ (см. ниже), который руководил сравнительно небольшой группой из двадцати пяти разработчиков будущей операционной системы VMS, адресованной Ричарду Гроуву⁸², работавшему под моим руководством и отвечавшему за разработку компилятора для Фортрана, сформулированы

⁸¹ Дэйв Катлер в настоящее время возглавляет большую группу системных программистов, разрабатывающую несколько версий Windows в корпорации Microsoft.

⁸² Ричард Гроув в настоящее время — ведущий научный сотрудник и Fellow (самое высокое техническое звание в корпорации Intel), специалист в области разработки компиляторов.

проблемы и вопросы, обсуждавшиеся при введении таких новых концепций, как Общая библиотека времени счета и связанные с ней проблемы. Их введение затрагивало компоновщик (подсистему операционной системы), разрабатываемый Тревором Портером⁸³, который работал у Дэйва Катлера. В то время, когда Дэйв писал эту записку, разработка компоновщика уже была на грани провала из-за противоречащих требований и отстала от графика. Введение Общей библиотеки времени счета не спасало ситуацию.

СЛУЖЕБНАЯ ЗАПИСКА⁸⁴

Ричарду Гроуву
От Дэйва Катлера

Копии: Роджеру Гаурду⁸⁵, Тревору Портеру, Михаилу Шварцману
16 ноября 1976

Тема: ПРОВЕРКА АРГУМЕНТОВ В МОМЕНТ СВЯЗИ

На: Ваша спецификация от 16-11-1976

Кажется, мне следует сначала поздравить Вас с хорошо написанной спецификацией, а затем перейти к рассмотрению недочетов. Однако я не могу так поступить ввиду моего крайнего разочарования. Вы заменили реализуемое, хотя, быть может, и несовершенное, предложение на предложение, которое **может** оказаться совершенным, но не реализуемо ввиду наложенных на проект ограничений.

Мы затратили уже слишком много времени на обсуждение этого вопроса, и я думаю, Вы тоже. Можно спросить себя, нельзя ли было потратить Ваше время лучшим образом. Почему Вы не изобрели еще какой-нибудь хитроумной оптимизации, которая улучшила бы эффективность Фортрана, или не нашли способа выдать Ваш компилятор раньше? Эти вещи стоят реальных денег. Вы довели предложение до такой точки, что оно стало абсурдным. Реализация этого предложения будет стоить нам по меньшей мере **одного человекомесяца**, и в результате мы получим ублюдочный объектный язык. Ни у нас, ни у Вас нет свободного человекомесяца. Ваше предложение превращает модель объектного языка из простого потока байтов в какой-то контекстно-чувствительный набор прощупываемых битов, который, кстати, должен интерпретироваться каждый раз, когда встречается такое поле, независимо от того, обрабатывается оно или игнорируется, поскольку мы не можем узнать его длины, не взглянув на него. Думаю, Вы никогда бы не изобрели подобный язык программирования?

В том, что проступает, есть нечто знаковое, и надеюсь, что Вы это понимаете. Вы попытались удовлетворить всех **независимо** от стоимости, которая определяется через сложность, время реализации, время до-

⁸³ Тревор Портер — отвечал за разработку компоновщика и нескольких других подсистем на начальных этапах создания операционной системы VAX/VMS в корпорации DEC.

⁸⁴ Английский оригинал см. в Электронном архиве А. П. Ершова на сайте <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaindex.asp?lang=2&did=27212>

⁸⁵ Роджер Гаурд отвечал за разработку первой версии операционной системы VAX/VMS в корпорации DEC.

кументации, объем и производительность. Вы довели спецификацию до такой точки, что она стала нереализуемой. Вы находитесь здесь не для того, чтобы создавать изящные вещи. Это второстепенно. Вы здесь для того, чтобы делать для корпорации деньги, а это значит делать все, что в Ваших силах, для разработки надежных проектов, реализуемых вовремя и с требуемыми эффективностью, стоимостью поддержки, ограничениями и т. д.

Можно сказать, что Роджер Гаурд был начальником Катлера, хотя в фирме DEC в это время было много сотрудников, которые не считывались ни перед кем, кроме собственной совести и нашего общего начальства — Гордона Белла⁸⁶. Дэйв принадлежал к их числу, и в моей группе было несколько таких же вольных духом. Для руководителей, в частности для Роджера и меня, было подлинным испытанием определить, когда следует занять твердую позицию, когда подбодрить и повести за собой, а когда отойти в сторону. Роджер имел большой опыт в этом искусстве, я же только учился, но учился быстро.

У меня сохранилась небольшая подборка служебных записок, в том числе адресованных и Дэйву Катлеру. Я их писал от руки и передавал лично, чтобы не посвящать посторонних, в том числе и машинисток (ведь электронной почты еще не было). Записки эти, в коих язык и сильные выражения замечательны по своей ясности, если не сказать больше, и которые — дабы не вызывать ненужного замешательства у получателя — требовали крайней конфиденциальности, хранят следы сражений, разгоравшихся во время выпуска первой версии VAX/VMS.

Я храню также подобные записки, отправленные мне, моим подчиненным или руководителям. Читая их, я уже не чувствую себя задетым. Достаточно заметить, что в DEC во времена создания VAX слабые сотрудники не выдерживали гонки, а сильные, подвергнув друг друга уничтожающей критике, шли вместе пить пиво и, если и не становились друзьями, то сохраняли на всю жизнь взаимное уважение. Я отношу себя к этим выжившим.

Во время этих боев одним из моих начальников в многомерной управленческой матрице фирмы DEC был Рон Хэм⁸⁷. После одного особенно бурного заседания под моим председательством его настиг шквал телефонных звонков, требующих, чтобы он вмешался и отменил одно из моих решений. Рон Хэм сказал мне тогда, что порою ощущает себя дворником с метлой посреди главной улицы города после того, как по ней прошел цирк со слонами. Мои решения и мои позиции выжили в значительной мере благодаря мудро-

⁸⁶ Гордон Белл в прошлом — вице-президент по перспективным разработкам в DEC, был руководителем первого этапа создания ЭВМ VAX и ее программного обеспечения. В настоящее время — ведущий исследователь в корпорации Microsoft.

⁸⁷ Рон Хэм руководил созданием компиляторов и файловых систем на заключительных этапах разработки PDP-11 и в начале разработки VAX.

сти Рона и его управленческому опыту, позволившим ему выстоять перед подобными натисками.

Идея же Общей библиотеки времени счета для семейства VAX пережила все сражения и стала частью VAX/VMS.

Прочитую недавние слова Ричарда Гроува: «Общая библиотека времени счета — большое достижение, и многие ее черты мы сейчас воспринимаем как само собой разумеющиеся, среди них:

- общие соглашения о вызовах,
- многоязыковая интероперабельность во время счета,
- система обработки исключительных ситуаций, поддерживающая [столь сложные языки, как] ПЛ/I, Ада и т. д. и используемая в VMS для всех сообщений и информации об ошибках,
- современный многоязыковый отладчик исходного текста,
- интегрированная сетевая файловая система».

Все участники вышеописанного сражения вокруг Общей библиотеки времени счета и других подобных битв сделали самую блестящую карьеру.

Дэйв Катлер, который уже был выдающейся фигурой в DEC, перешел в компанию Microsoft, где стал отвечать за разработку нескольких ключевых версий Windows, в том числе NT. Он определенно заслуживает внесения в Книгу рекордов Гиннеса как единственный человек на Земле, возглавлявший разработку широко используемых операционных систем для по меньшей мере трех поколений ЭВМ: PDP-11, VAX и серии компьютеров, базирующихся на Intel, с операционной системой Windows. Microsoft не стала ждать, пока Гиннесс примет решение, и уже присвоила Дэйву звание Senior Distinguished Engineer⁸⁸. Влияние Дэйва на будущее фирмы остается очень весомым.

Ричард Гроув, один из немногих в фирме Intel, удостоен звания Fellow.

Работа в DEC преподала нам ценные уроки разработки большого программного продукта при экономном бюджете, показав, что можно сочетать передовые академические концепции с беспощадным прагматизмом. Опыт и навыки, полученные в DEC, были перенесены в LPI Джоном Анкорном, мной и теми, кого мы впоследствии переманили из DEC.

Я был первым разработчиком Промежуточного Языка в проекте БЕТА, впоследствии названного там «Внутренним Языком». После того как я покинул проект в 1973 году, мой подход, по-видимому, действительно слишком абстрактный и формальный для проекта, целью которого было создание работающего компилятора, был отвергнут. Я ничего не знал об этом новом подходе в то время, когда работал в LPI, да и до сих пор я с ним не знаком.

В последние годы существования Советского Союза, во времена отсутствия Интернета и электронной почты, которые кажутся теперь далеким

⁸⁸ Senior Distinguished Engineer — самое высокое техническое звание в корпорации Microsoft.

прошлым, все мои контакты с проектом БЕТА полностью прекратились. В значительной степени именно я избегал их, дабы не запятнать моих бывших коллег связью с личностью, отнюдь не пользующейся благожелательностью со стороны советских властей. Я покинул страну в то время, когда эмиграция была редкостью, ей старались препятствовать всеми возможными способами и зачастую строго наказывали. Я обосновался в «цитадели капитализма», в Соединенных Штатах. Не следует осуждать членов БЕТА-команды за то, что они не предпринимали героических усилий для установления связи со мной, — ведь ставкой могла быть их карьера, а то и сама возможность заниматься наукой.

Были немногие, почти тайные встречи (иногда в духе инспектора Клузо⁸⁹) с тем или иным случайным гостем — участником проекта БЕТА, в том числе и с Андреем Петровичем Ершовым, но во время этих коротких и редких встреч мы не говорили подробно об этом проекте.

Был один, очень эпизодический письменный контакт между участниками БЕТА и мной. Помню, как в 1986 году, узнав о болезни Ершова и решив написать ему, я сильно колебался между желанием выразить свои теплые чувства и стремлением не повредить ему контактом со мной. В письме, которое я, в конце концов, отправил, я намеренно использовал официально-строгое обращение «Уважаемый профессор Ершов» на бланке своей компании вместо привычного «Андрей Петрович» на личном рукописном письме, которое бы более подходило для этого случая. Я это сделал, чтобы обозначить некоторую дистанцию между мной и Ершовым. Я был уверен, что сам Ершов, как умный человек, все поймет правильно, а вот посторонних, которые могли бы письмо прочесть, я надеялся одурачить таким образом. Я до сих пор не знаю, получил ли Андрей Петрович это письмо⁹⁰.

29 апреля 1986

Профессору Андрею П. Ершову
Вычислительный Центр
Сибирского отделения Академии наук
Академгородок, Новосибирск, СССР

Уважаемый профессор Ершов:

Вчера я разговаривал с профессором Джеком Шварцем из Нью-Йоркского университета, и он упомянул о Вашей болезни.

Много мыслей сразу пронеслось в моей голове, и много дорогих воспоминаний пришло ко мне. Я хочу, чтобы Вы знали, насколько я огорчен известием о Вашей болезни, и что я очень желаю Вам быстрого и полного выздоровления. Если я могу что-нибудь для Вас сделать, пожа-

⁸⁹ Инспектор Клузо — неуклюжий детектив из сериала «Розовая пантера». — *Прим. переводчика.*

⁹⁰ Английский оригинал см. в Электронном архиве А. П. Ершова по адресу <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaindex.asp?lang=2&did=27213>

луйста, сообщите мне. Наталья присоединяется ко мне в моих пожеланиях.

Преданный Вам

Михаил Шварцман, президент LPI

P.S. Прилагаю маленькую брошюру, описывающую компанию, которую я основал несколько лет тому назад. Возможно, брошюра вас заинтересует.

Таким образом, контактов фактически не было. Проекты БЕТА и LPI-MLF, начатые в фирме LPI десять лет спустя после начала работы над системой БЕТА, развивались независимо друг от друга за исключением той связи, которую представлял собой я со своей осведомленностью, будь то к лучшему или худшему, о состоянии проекта БЕТА на 1973 год.

Я не принимал участия в разработке Промежуточного Языка в LPI. В мои функции входило то, что в рекламных проспектах называется «обеспечение стратегических направлений деятельности компании». Промежуточный Язык в LPI разрабатывался в основном Джоном Анкорном и его группой. Он имел в числе своих предшественников внутренний язык компиляторов для ПЛ/I, разработанный Робертом Фрейбургхаусом⁹¹ вначале для системы MULTICS и расширенный им позже, в его собственной компании Translation Systems, Inc. Фрейбургхаус стал впоследствии одним из основателей фирмы Stratus, успешного производителя компьютерных систем высокой надежности.

Что касается моей работы по обеспечению «стратегических направлений», то я нашел старую записку, которую я написал, должно быть, после весьма бурной встречи с группой разработчиков, где «стратегические», так сказать, направления предлагались обеими сторонами. Записка не нуждается в пояснениях и хорошо понятна каждому, кто руководил перспективными исследовательскими разработками.

СЛУЖЕБНАЯ ЗАПИСКА⁹²

Компания LPI

Участникам заседания научно-исследовательской группы 21-4-1986

ОТ: Михаила Шварцмана

ДАТА: 1 мая 1986 г.

Десять лет тому назад, в DEC, я руководил научно-исследовательской группой из 15 человек и жонглировал своим вниманием, направляя его то на медленно умирающую PDP-11, то на машину, которая должна ее заменить (ей стала VAX-11).

Иногда я чувствовал, что меня недооценивают (руководство уделяло больше внимания другим), иногда — что мной манипулируют и меня обманывают, порой я ощущал себя жертвой несправедливости или

⁹¹ Роберт Фрейбургхаус — один из ведущих разработчиков системы MULTICS в МТИ.

⁹² Английский оригинал см. в Электронном архиве А. П. Ершова по адресу <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaimage.asp?lang=2&did=27214&fileid=173332>

чувствовал, что перетрутился, не способен контролировать окружающую обстановку, или разочарован процессом принятия решений в DEC. А иногда я чувствовал все это сразу.

И вот что помогало мне идти вперед.

Понимание того, что я вовлечен в нечто важное для DEC — нечто новое, перспективное и зависящее от моих суждений — будущая система VAX.

Чувство, что люди вокруг меня — у которых я работал или которые работали у меня или со мной — мне нравятся и ценят мои усилия.

Некоторые книги (две или три), которые я читал и перечитывал снова и снова, когда все шло действительно плохо.

Прилагаемая книга «*Bravely, Bravely, in Business*»⁹³ — одна из них. Почитайте ее.

Сердцем я с Вами, и я знаю, ЧТО Вы иногда чувствуете.

Михаил

У оптимизатора на уровне Промежуточного Языка и внешних интерфейсов были многочисленные практические и интеллектуальные предшественники, среди них выдающиеся оптимизаторы для Фортрана, разработанные в DEC, солидный внешний интерфейс, созданный Фрейбургхаусом, и интенсивные академические исследования по оптимизации в компиляторах.

Технология генераторов объектного кода развивалась от специализированных генераторов, переводящих с Промежуточного Языка на язык конкретной машинной архитектуры, к замечательной системе, которая использовала результаты академических исследований. Она допускала табличное представление целевого компьютера и позволяла порождать новый генератор за несколько недель. В рекламных изданиях LPI эта система называется «Генератором генераторов кода».

Конечно же, в LPI приходилось не только искать ускользающие решения проблемы создания работающей многоязыковой компилирующей системы. Нужно было также доставать деньги, привлекать таланты, иметь дело с большими фирмами — производителями компьютеров, собственные исследовательские отделы которых могли действовать враждебно или дружелюбно, но не всегда рационально, а то и прибегать к маневрам в стиле «плаща и шпаги» против нечестных конкурентов. В одном таком случае мы вместе с адвокатом LPI загнали в угол в суде по делам о банкротстве и заставили выйти из игры одного особенно мерзкого, закулисно действовавшего конкурента. Так была решена еще одна из тысяч проблем на пути LPI-MLF.

LPI достигла успеха в создании системы LPI-MLF, потому что ее основатели ясно понимали необходимость гибкого подхода при одновременном решении тысячи малых проблем без потери из виду общей картины и потому, что мы смогли поддерживать дисциплину и стимулировать разработчиков, что необходимо при руководстве научно-исследовательской командой,

⁹³ Richard R Conarroe, *Bravely, Bravely, in Business*. — AMACOM, 1978.

независимой по самой своей природе. Читателю, не знакомому с трудностями управления такой командой, можно лишь привести выражение «пасти стадо котов» как адекватное описание этого занятия.

Быть может, проект БЕТА, направленный на создание семейства работающих компиляторов, потерпел неудачу именно из-за свойственной советской Академии наук системы стимулов, не позволявшей привести к успеху проекта. Система эта обеспечивает материальными и академическими благами тех, у кого больше публикаций и научных степеней (это не относится к ученым, работающим на военные нужды). Эта извращенная система стимулов распространялась на всех участников проекта БЕТА, от самых молодых и вплоть до А. П. Ершова и его академического начальства.

Эта проблема присуща, по-видимому, многим другим академическим организациям, включая исследовательские подразделения американских университетов, но в Советском Союзе она усугублялась многими факторами, специфическими для командной экономики. Эти факторы в дальнейшем переплелись и привели к таким зачастую непробиваемым препятствиям, как отсутствие мобильности научных работников, зависимость обеспечения жильем⁹⁴ от академических званий и т. д.

Я рад заметить, что один из бывших участников проекта БЕТА Сергей Покровский⁹⁵ высказал недавно наблюдение, сходное с моим, приведенным выше. Со столь характерной для него джентльменской, необвинительной отстраненностью он пишет: «Но [академическая] инерция ли общего замысла проекта [БЕТА], или [научное] воспитание, или ориентация на научный ре-

⁹⁴ В этой связи см. письмо А. П. Ершова академику А. Г. Аганбегяну, которое сохранилось в архиве академика Ершова. Папка 104, лист 130. — *Сост.*

Глубокоуважаемый Абел Гезевич!

Прошу у Вас следующего временного одолжения для Вычислительного центра. У нас есть весьма нуждающийся в улучшении жилищных условий сотрудник М. И. ШВАРЦМАН. Его супруга, ваша сотрудница Н. Г. БЕЛИХОВА, в свое время получила в Вашем институте 18-метровую комнату в трехкомнатной квартире в м-р «Щ». Насколько я знаю, обозримой перспективы расселения этой квартиры в Вашем институте сейчас нет.

Наша жилкомиссия говорит, что она в состоянии предоставить этой семье квартиру только в том случае, если она сможет временно использовать освобождающуюся комнату. Просьба к Вам состоит в том, чтобы взять у Вашего института в долг занимаемую семьей Н. Г. БЕЛИХОВОЙ комнату при условии возврата ее в течение трех лет или немедленно в случае ухода Н. Г. БЕЛИХОВОЙ из Вашего института. Соответствующие гарантии Гурий Иванович [Марчук] обеспечивает.

Я надеюсь на Ваше благожелательное отношение к этой просьбе. Прошу прощения за то, что вызов М. А. ЛАВРЕНТЬЕВА заставляет меня неожиданно уехать и не позволяет обратиться к Вам лично. Не откажите в любезности принять М. И. ШВАРЦМАНА и Н. Г. БЕЛИХОВУ по этому важному для них делу.

Уважающий Вас А. П. Ершов

⁹⁵ Сергей Борисович Покровский — сотрудник отдела программирования, участник проекта БЕТА, в настоящее время работает в Новосибирском филиале ЗАО «Интел А/О».

зультат (естественная ввиду диссертационных планов) — что-то резко изменило направленность работы М. И. Шварцмана, и с момента принятия его проекта за основу он быстро стал обрастать чертами идеально-научной разработки...» Я не вполне уверен, ЧТО именно Покровский понимал под словом «воспитание», но остальная часть его диагноза, даже изложенная с той осторожностью, которой Покровский славен, бьет прямо в точку.

Справедливость требует заметить, что проект БЕТА был действительно сложным, а подобные начинания не удавались и там, где не существовало суровых ограничений командной экономики.

И, конечно, как я уже говорил, оставшееся от проекта наследие идей и озарений — это совсем другая, гораздо более успешная история, и LPI-MLF является ее частью.

Закат LPI-MLF

К 1987 году система LPI-MLF столкнулась с ощутимыми проблемами, о которых речь будет идти ниже. Я предложил план, согласно которому следовало не замыкаться на LPI-MLF, а вложить средства в разработку нового перспективного продукта, которому предстояло заменить на рынке разработки компании Microsoft: устаревавшей операционной системы MS-DOS и ее довольно примитивного тогда расширения — Windows. Но получить требуемое вложение средств оказалось трудно, потому что Совет директоров LPI разошелся во мнениях относительно перспектив системы LPI-MLF. Часть Совета не поддержала этих планов. В 1987 году я продал свои акции и оставил компанию.

Система LPI-MLF хорошо продавалась в течение немногих лет, с 1983 по 1990. В 1989 году Совет директоров фирмы наконец осознал проблему, решил не замыкаться на этой системе и сделал новые приобретения. LPI слилась с другой компанией и впоследствии стала называться Liant Software Corporation. Ниже я привожу пылкий отчет моего преемника, Роя Финни⁹⁶, опубликованный в бюллетене для Liant клиентов Watchpoints, Winter 1991⁹⁷.

Я рад сообщить, что прошедший финансовый год был периодом исключительного роста для Liant Software Corporation. К 30 сентября 1990 г. доходы фирмы выросли на 65 % по сравнению с уровнем прошлого года. Такой существенный рост объясняется как значительным расширением спектра программных продуктов, предлагаемых Liant Software, так и увеличением спроса на открытые системы на рынке разработки прикладных программ.

⁹⁶ Рой Финни — бывший президент фирмы Liant Software Corporation, которая образовалась после слияния LPI и еще одной фирмы.

⁹⁷ Английский оригинал см. в Электронном архиве А. П. Ершова по адресу <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaimage.asp?lang=2&did=27215&fileid=173334>

Наши успехи отмечены в печати, в частности, журнал *Inc.* назвал нашу фирму среди 500 наиболее динамично растущих частных программистских компаний США в 1990 г. Основной причиной нашего успеха стала наша политика в области создания новых программных продуктов. В 1990 финансовом году Liant тратила на исследования и разработки на порядки больший процент своей прибыли, чем это было в среднем по отрасли.

В 1991 году мы планируем продолжить быстрый рост группы Liant за счет приобретения компаний, приносящих новые продукты и методы, которые дополняют те, что существуют у нас, а также за счет выпуска новых программных продуктов и расширения наших продаж за рубежом.

Что касается компаний Language Processors, Inc., Ryan McFarland Corp. и Template Graphics Software, Inc., ныне входящих в группу Liant, то они по-прежнему будут соответствовать самым высоким стандартам отрасли и будут активно участвовать в формировании стандартов таких языков, как Кобол, Си и Си++, направляя все усилия на поддержку нашей философии открытых систем.

Мы планируем сделать 1991 год весьма успешным для наших клиентов, помогая вам в разработке и поддержке переносимых прикладных программ. Как обычно, мы приветствуем ваши замечания и предложения по улучшению нашей работы на ваше благо. Желаю вам успешного нового года,

Ваш Рой Финни

К тому времени старое руководство ушло (Джон Анкорн покинул фирму еще в 1986 году), а угрозы, нависшие над LPI-MLF еще в 1987 году, наконец материализовались.

Liant сосредоточилась на разработке интерпретаторов для Кобола и сопутствующем инструментарии, в 2004 году в фирме работало шестьдесят человек в разных странах. Предлагаемые фирмой интерпретаторы с Кобола не базируются на технологии LPI-MLF, а получены в результате слияния. Система LPI-MLF, в которую добавлен компилятор для Си ++, все еще предлагается фирмой, но как продукт, «доставшийся по наследству», и, по видимому, покупается плохо.

Более крупный и более старый конкурент компании Liant — Microfocus Corporation — также сосредоточен на Коболе. Обе компании обслуживают обширное наследство — прикладные системы на базе Кобола. Рынок компиляторов и интерпретаторов в наши дни весьма ограничен, так что годовой доход этих двух компаний составляет примерно 140 млн долларов.

Система LPI-MLF, какой бы выдающейся в технологическом и рыночном отношении она ни была, просуществовала всего несколько лет. Она подвергалась нападкам и критике по самым разным направлениям и прекратила свое существование прежде, чем смогла перевоплотиться в программный продукт следующего поколения.

Иными словами, LPI-MLF сама достигла успеха и продвинула вперед технологию построения компиляторов настолько, насколько это было воз-

можно. Используя аналогию, можно сказать, что LPI-MLF была подобна большим паровозам 40-х годов в тот момент, когда паровые двигатели достигли пика своих возможностей, были построены самые тяжелые локомотивы, но непосредственно перед тем, как эта технология уступила место гораздо более легким дизельным и электрическим двигателям. Или, используя другую аналогию, можно уподобить нашу систему огромным и тяжелым мониторам с электронно-лучевой трубкой с диагональю в 21 дюйм в тот момент, когда технология CRT достигла своего предела, непосредственно перед тем, как им на смену пришли гораздо более легкие жидкокристаллические или плазменные экраны. Таких примеров можно привести множество. Система LPI-MLF оказалась гигантским паровозом в конце долгого периода развития технологии построения компиляторов.

Система LPI-MLF сравнительно быстро прекратила свое существование, все выглядело так, как будто атака на нее была спланирована, но, конечно, никто таких планов не строил.

- Язык Си, затем Си ++ и, наконец, Java довольно быстро вытеснили Фортран, Паскаль и ПЛ/I. Хотя Си ++ был быстро добавлен к семейству языков LPI, распространение бесплатных или почти бесплатных компиляторов для Си и Си ++ сделало такой шаг бесполезным.
- Системы баз данных и языки запросов вытеснили Кобол, RPG-II и ПЛ/I. Эти системы были органически чужды технологии, используемой в LPI-MLF, она мало что могла дать бы их пользователям. Число программистов, искусных в Коболе, RPG-II и ПЛ/I, быстро уменьшалось. Потребность в компиляторах для этих трех языков ограничена лишь пользователями, заинтересованными в оставшихся в наследство приложениях, отклоняющихся по природе своей от языковых стандартов.
- Исключительно быстрый рост быстродействия и объема памяти компьютеров сделал ненужной утонченность настройки LPI-MLF, покупать и поддерживать эту систему стало дорого (конечно, по сравнению со свободно распространяемым программным обеспечением). Преимущества во времени счета и компиляции, а также по размерам требуемой памяти стали едва заметны на поколении компьютеров, скорость и память которых измеряются в мега-единицах. Компиляторы LPI-MLF с языков Си и Си ++ для новых приложений или с Кобола и Фортрана для старых, оставшихся в наследство задач еще могли бы иметь спрос, но были быстро вытеснены легко создаваемыми, простыми интерпретаторами, многие из которых доступны бесплатно. Эти интерпретаторы, тягостно неадекватные на медленных компьютерах, оказались вполне приемлемы на компьютерах новых, молниеносных, за исключением тех приложений (прогноз погоды, создание оружия), где даже сейчас никакие компьютеры не являются достаточно быстрыми.

- И, наконец, если не считать частных и специализированных областей, все множество конкурирующих операционных систем и машинных архитектур сравнительно быстро приводится сейчас к одной архитектуре: серии все более быстрых обратно совместимых микросхем фирмы Intel и серии (более или менее) обратно совместимых версий операционной системы Windows компании Microsoft. Потребность в системе, которую можно было бы быстро перенести на радикально новую архитектуру, то есть необходимость и этого аспекта системы LPI-MLF, исчезла. Нет новых архитектур, на которые надо переходить. LPI-MLF стала последним «выморочным имуществом», предлагаемым фирмой Liant, наследницей LPI.

Пролить свет на судьбу LPI-MLF поможет наблюдение, что подобный процесс происходит и сейчас, в 2004 году. Система Windows осаждается сильной группой бесплатно или почти бесплатно распространяемых программных продуктов, таких как система Linux и ее инструментарий, подсистемы, офисные приложения на ее основе.

Операционная система Windows достигла, наконец, такой степени надежности и функциональности, о которой в течение долгого времени можно было бы только мечтать. Возможно, она венчает собой определенный подход к созданию операционных систем. Дым схватки мешает участникам и наблюдателям сражений между Linux и Windows четко понять, каков будет ее исход, какие маневры совершаются и на каких позициях стоят противники. Да и сами они едва ли знают, на каких позициях они находятся. Нельзя заранее утверждать, что Windows знаменует собой конец данной технологии. Далеко не всегда технологически превосходящий продукт (значительно усовершенствованная ОС Windows) в конце концов одерживает победу. Microsoft знаком с этим жестоким утверждением лучше, чем многие другие, и часто извлекал из него выгоду. Смена поколений вычислительной техники и перемены на рынках делают туман над полем битвы еще более плотным, влияя на ее исход, и определяют, в значительной мере, победу того или иного подхода. К тому же не обязательно победит один из двух данных подходов или какое-либо неожиданное их сочетание.

Свои выводы относительно того, что стало причиной «кончины» LPI-MLF, я делаю спустя пятнадцать лет после обсуждаемых событий. Дым компьютерных битв восьмидесятых годов не позволял мне увидеть всю картину с той отчетливостью, с какой она представлена здесь, но уже в 1987 году я предчувствовал судьбу LPI-MLF, даже не зная всего того, что я знаю теперь.

У Билла Гейтса⁹⁸, Дэйва Катлера и союзников Linux сейчас чертовски много проблем. Подождите: в каком-нибудь 2020 году кто-нибудь очень четко объяснит нам все, что происходит вокруг Windows и Linux.

⁹⁸ Билл Гейтс — один из основателей и председатель Совета директоров корпорации Microsoft.

Другие многоязыковые компилирующие системы

В этом разделе я не собираюсь представить исчерпывающий обзор всех попыток, как успешных, так и безуспешных, создания многоязыковой системы компиляторов. Это задача не сегодняшнего дня. Я рассмотрю только те попытки, которые так или иначе соотносятся с системой LPI-MLF.

Существует, по всей видимости, всеобщий закон, которому подчиняется любая деятельность людей: если доказано, что некая цель достижима, то и другим легче достичь той же цели. LPI-MLF был таким проектом-первопроходцем, и его достижения, пусть они и не копировались напрямую, в значительной мере определили судьбу других проектов, осуществление которых было невозможно всего лишь на год или два раньше. Так, LPI-MLF успешно включил в свою многоязыковую семью нерегулярный и неформализованный язык Кобол, стимулируя тем самым старания других разработчиков преуспеть в том же направлении.

Translation Systems, Inc. Эта компания, основанная Бобом Фрейбургхаусом, обладала наибольшим потенциалом для создания одного из первых многоязыковых компиляторов, но так и не сделала этого, поскольку такой проект не входил в ее бизнес-планы. В конце 1970-х годов Translation Systems разработала несколько генераторов кода для своего Внутреннего Языка, но семейство ограничивалось всего двумя языками, ПЛ/I и Фортраном; и хотя некоторые производители компьютеров, получившие лицензию от Translation Systems, создавали свои собственные генераторы кодов для Внутреннего Языка, семейство языков они не расширяли. Только компания Stratus расширила это семейство, но много лет не перенастраивала компилятор на другие архитектуры, ибо это не отвечало ее экономическим интересам.

Многоязыковое семейство компиляторов Stratus. Боб Фрейбургхаус, оставив Translation Systems, занялся разработкой программного обеспечения в новой компании, Stratus Computer, одним из основателей которой он был. Начиная с 1980 года Фрейбургхаус осуществил в этой компании разработку и успешный последовательный выпуск нескольких компиляторов из многоязыкового семейства, которое к 1985 году расширилось и включало компиляторы для Фортрана, Кобола, ПЛ/I (подмножество G), Си и Паскаля. Это многоязыковое семейство компиляторов с общим Промежуточным Языком практически не перенастраивалось на новые архитектуры. В соответствии с бизнес-планами фирмы Stratus настройка компиляторов на несколько разных архитектур потребовалась лишь спустя много лет после того, как появилось семейство компиляторов Stratus, предназначенное для единственной архитектуры.

Многоязыковые компиляторы фирм LPI-MLF и Stratus имеют общий источник: гениальную интуицию Боба Фрейбургхауса, воплощенную в проекте Внутреннего Языка его компилятора для ПЛ/I конца 1970-х годов. Этот Внутренний Язык послужил основой для разработки Внутренних Языков в обеих фирмах, LPI и Stratus, но к окончательной версии Внутреннего Языка для своих семейств компиляторов они пришли независимо. Интуиция Боба

Фрейбургхауса и его опыт создания компиляторов существенно помогли этим двум командам успешно пройти по пути построения многоязыкового семейства компиляторов, по тому пути, который был до сих пор отмечен лишь неудачами.

Многоязыковое семейство компиляторов GEM. Ричард Гроув, ветеран баталий вокруг Общей библиотеки времени счета времен разработки системы VAX, с 1984 по 2002 год был архитектором многоязыкового семейства компиляторов, планирование и разработка которого начались в фирме DEC в середине 1980-х.

Это семейство компиляторов, GEM, постепенно включившее в себя языки Ада, Бейсик, Си, Си ++, Кобол, Фортран, Паскаль, ПЛ/I и Блисс, DEC разработал для своих компьютеров с архитектурой Alpha. Затем оно было перенесено на архитектуры MIPS и x86, но не получило широкого распространения на этих компьютерах.

Поучительный урок можно извлечь из судьбы такого технологически сложного программного продукта как семейство компиляторов GEM. Факторы, определяющие, будет ли система GEM переноситься на архитектуру Itanium, сложны, динамичны и не ограничиваются только техническими аспектами проблемы.

Рассмотрим следующие моменты:

- В 1998 году DEC был приобретен фирмой Compaq, которую затем купила фирма Hewlett-Packard, а Hewlett-Packard впоследствии передала команду разработчиков системы GEM фирме Intel. Четыре собственника сложной технологии в течение шести лет, вытекающая отсюда неуверенность по поводу планов разработки и кадрового состава разработчиков — все это может быть существенным фактором, потенциально дестабилизирующим накопленное программное обеспечение проекта и влияющим на перспективные планы.
- Теперь, когда архитектура Itanium, возможно, станет целевой для семейства GEM, на процессы принятия решений и переноса системы влияют следующие факторы. За многие годы Intel развил технологию построения компиляторов, которая в настоящее время включает несколько промежуточных языков. Существует также множество технологий разработки внешних интерфейсов, оптимизаторов, отладчиков, генераторов кода и разнообразных инструментальных средств. Все это имеет разные источники: кое-что приобреталось фирмой Intel, кое-что разработано в ней. Вопрос о том, какой промежуточный язык использовать, или же настраивать GEM на иной промежуточный язык, не тривиален с технической и управленческой точек зрения, так же как и вопросы использования тех или иных имеющихся компонентов, включая сюда и компоненты системы GEM. Проще говоря, существует немало команд разработчиков, состязающихся за право оснащать Itanium *своим* программным обеспечением, *своим* промежуточным языком, *своими* внешними интерфейсами, *своими* оптимизатора-

ми, *своими* отладчиками, *своим* инструментарием, *своими* идеями, *своей* технологией. Создатели системы GEM — только одна из этих команд, по-видимому, самая новая и молодая среди разработчиков компиляторов в фирме Intel, и естественно, что ей не так просто конкурировать с другими. Вдобавок, смена четырех хозяев за шесть лет вряд ли способствовало укреплению этой команды.

- Помните сравнение со «стадом котов»? Так вот, в случае с Itanium имеется несколько таких «стад», географически расположенных в разных местах. «Пасти» их, управлять проектом создания компиляторов для Itanium — это крайне сложная задача. В порядке вещей могут оказаться промедления с принятием решений, никого не удовлетворяющие компромиссы, смена курса, если верх одерживает другая команда.
- Сама архитектура Itanium должна доказать свое право на существование, и это еще один фактор, определяющий судьбу переноса компиляторов GEM на Itanium.

Судьба технологии GEM для Itanium будет зависеть от многих факторов, в большинстве своем не технологических; большую роль будут играть случайности, и только одним из факторов будет являться технологическая основательность структуры самой системы GEM. Легкость перенастройки семейства GEM была бы решающим фактором в более простой ситуации, но здесь она не является ни единственным, ни даже наиболее существенным фактором. Другие вышеперечисленные факторы, а также их непредсказуемые сочетания — вот что определит успех семейства GEM для Itanium в качестве инструмента, которому пользователи отдадут предпочтение. В этой картине отсутствует еще одна важная переменная: конкуренция со стороны компиляторов, в том числе почти бесплатных, предлагаемых разработчиками других фирм, не из Intel.

Какие проблемы стоят сейчас перед разработчиками многоязыковых систем компиляторов

Обстановка, в которой стремился к успеху дерзкий проект 70-х годов БЭТА, была гораздо проще той, с которой имеет сейчас дело семейство компиляторов GEM. Конкуренция с другими разработчиками, конкуренция с другими технологиями и конкуренция с другими машинными архитектурами в значительно большей степени, чем раньше, определяют успех этого проекта. Продвижение, как и «выживание», программного продукта гораздо более динамично и непредсказуемо, чем в плановой экономике и в плановых научных исследованиях Академии наук бывшего Советского Союза.

В наше время существенным препятствием на пути к успеху многоязыкового семейства компиляторов является сокращение того сегмента рынка, который занимает большинство языков этого семейства. Эти языки, Фортран,

ПЛ/I, Ада, Кобол, Паскаль и Бейсик, пользуются весьма ограниченным спросом. Это разработка оружия и исследование нефтяных залежей для ПЛ/I и Фортрана, оборонные проекты и космические исследования для Ады и Фортрана, оставшиеся в наследство прикладные коммерческие задачи — для Кобола.

Общим для всех этих областей является существование большого объема прикладных программ, написанных на версиях, которые слегка, а иногда и значительно отличаются от стандарта данного языка. Чтобы многоязыковая компилирующая система имела успех на рынке, она должна учитывать эти отличия. Модифицировать систему с учетом этих требований технологически несложно, но времени этот процесс требует очень много и его приходится повторять при каждой настройке многоязыкового семейства на новую архитектуру, поскольку приходится учитывать все отклонения от стандарта языка, возникшие с момента последней такой процедуры. Кроме того, на рынке всегда присутствует требование, чтобы эти языки сопрягались с различными нестандартными подсистемами, например, теми, которые используются для введения или обнаружения параллелизма в программах. Эти новые и экспериментальные подсистемы не остаются стабильными и могут измениться за пару лет. Их постоянные изменения требуют соответствующих, столь же постоянных, изменений в интерфейсных расширениях данных языков.

Если многоязыковая система компиляторов попадает в трясину постоянных переделок, ее весьма убедительное преимущество, короткий путь к рынку, нейтрализуется. Таким образом, многоязыковая система компиляторов успешнее всего реализуется для семейств стандартных и широко используемых языков, пользователи которых строго следуют языковым стандартам. В настоящее время такое семейство лишь одно — оно включает Си и Си ++.

Как я уже отмечал ранее, полную историю всех проектов создания многоязыковых компиляторов, как успешных, так и неудачных, еще только предстоит написать. Однако на примере пяти рассмотренных в этой статье проектов — БЕТА, LPI-MLF, Translation Systems, Stratus и GEM — видно, насколько возрастает со временем сложность обстановки, в которой разрабатываются проекты, и как вовсе не технические факторы влияют на успех, широту распространения и длину пути к рынку этих продуктов.

Способность перенастройки семейства Stratus не проверялась в течение многих лет, поскольку Stratus просто не имел разных целевых архитектур; у Translation Systems было лишь весьма узкое семейство компиляторов (Фортран и ПЛ/I), а перенастраиваемость семейства GEM является весьма сложной управленческой проблемой.

LPI (ибо от этого зависел ее коммерческий успех) была первой фирмой, предложившей широкое многоязыковое семейство компиляторов, реально перенастраиваемых на ряд весьма различных машинных архитектур.

Эпилог

Наследие Ершова в информатике далеко не ограничивается рассматриваемыми здесь проектами БЕТА и LPI-MLF, а также многими научными достижениями, о которых, несомненно, напишут его ученики и коллеги. Мне представляется гораздо более важным и непреходящим во времени наследием Андрея Петровича Ершова то сообщество ученых-исследователей и практиков-программистов, которое он создал и которое продолжает жить и сейчас.

Ершов обладал сверхъестественной способностью распознавать, привлекать и удерживать хороших, моральных, честных и благородных людей. Они могли отличаться мерой своего таланта, ссорились и пререкались друг с другом, они были разными людьми, но обладали одной общей чертой — порядочностью. Исключения, тем более заметные, что они редки, можно объяснить главным образом молодостью ершовских учеников и недомыслием, со временем проходящим.

Не следует забывать, что создание и сохранение большого коллектива морально достойных людей из года в год, из поколения в поколение — это само по себе огромное достижение, оценить которое способен лишь тот, кому довелось работать в условиях командной экономики СССР и его сателлитов и кто может сравнить «уровень порядочности» в отделе Ершова со многими другими группами ученых.

И в этом качестве я утверждаю, что такое сравнение всегда было в его пользу. Добавим, что это наблюдение принадлежит тому члену ершовской команды, чьи отношения с некоторыми коллегами не всегда были безоблачными.

Этот аспект наследия Ершова, никогда не упоминавшийся в научных трудах и скучных обзорах его академических работ, является одним из наиболее важных достижений Андрея Петровича, который, к сожалению, прожил недостаточно долго для того, чтобы по достоинству оценить это свое достижение и порадоваться ему.

Благодарности

Эту статью просмотрели Джон Анкорн, Джо Карчиди⁹⁹, Дэйв Катлер, Боб Фрейбургхаус, Ричард Гроув, Вадим Котов и Дейвид Какк¹⁰⁰. Они прямо и откровенно высказывали как поддержку и одобрение, так и критические замечания. Я принял далеко не все их предложения и несу полную ответственность за все изъяны данной работы.

⁹⁹ Джо Карчиди руководил Группой сопровождения и создания последовательных версий операционной системы VAX/VMS для компьютеров фирмы DEC.

¹⁰⁰ Дейвид Какк — работал директором Центра исследований и разработок в области суперкомпьютеров в Университете штата Иллинойс в Урбана-Чемпейн, в настоящее время Intel Fellow, возглавляет Группу программного обеспечения и решений Отдела параллельных и распределенных систем в корпорации Intel.

Откровенный обмен мнениями с этими людьми вновь напомнил мне, как благодарен я судьбе за возможность работать с каждым из них в какой-то момент из прошедших тридцати лет и за то, что мои пути пересекались с путями этих гигантов программирования, для которых старомодные ценности их профессии остались ныне в той же силе, что и тогда, когда мы работали вместе:

- не уходить из проекта до тех пор, пока он не закончен, какую бы заработную плату ни предлагали конкуренты и как бы ни сводила с ума структура управления этого проекта;
- вести себя лояльно по отношению к работодателю и хранить коммерческие тайны;
- сохранять преданность своей профессии, откладывая в сторону свои эмоции во имя получения наилучшего программного продукта.

Я благодарен всем вышеперечисленным рецензентам статьи за их замечания и за то, что представился случай снова поработать с ними.

Рон Хэм и Джеффри Шрисхейм¹⁰¹ любезно поделились со мной своими наблюдениями и воспоминаниями, связанными с различными проектами разработок компиляторов, за что я им крайне признателен.

Высказывания относительно положения дел в фирмах, которые упомянуты в этой статье и где работают мои некоторые рецензенты, принадлежат только мне и не обязательно разделяются ими.

Энтони Шварцман¹⁰², мой сын, чей литературный талант не уступает его терпению при редактировании моих работ и его умению сохранять мой стиль при устранении моих ошибок и недосмотров, широко образован, что позволяет ему в течение последних десяти лет редактировать все мои тексты — посвященные как теории и практике инвестирования, так и информатике и технологии программирования. Его помощь трудно переоценить.

Мои бывшие коллеги из Российской академии наук Александр Рар, Сергей Покровский, Георгий Степанов и Александр Замулин перевели эту статью на русский язык и отредактировали перевод. Я высоко ценю быстроту и профессионализм их работы и дружеский диалог коллег, разделенных океаном. Иван Черкес¹⁰³ просмотрел русский перевод и сделал множество полезных замечаний.

Я отдаю должное спокойным и целенаправленным усилиям Натальи Черемных по координированию представления, перевода, редактирования и публикации этой статьи на русском языке.

¹⁰¹ Джеффри Шрисхейм ранее отвечал за перенос программного обеспечения Windows NT на архитектуру Alpha в корпорации DEC. В настоящее время возглавляет несколько перспективных проектов в корпорации EMC, Хопкинтон, Массачусетс.

¹⁰² Энтони Шварцман — драматург и театральный режиссер, основатель театральной студии Oblivion Productions в Бостоне.

¹⁰³ Иван Черкес — старший консультант швейцарской технологической фирмы TG Consultancy Services.

ВОСПОМИНАНИЯ ОБ АКАДЕМИКЕ ЕРШОВЕ

Об А. П. Ершове вспоминают его коллеги, родные и друзья. Большинство этих материалов написаны специально для этой книги, впервые опубликованы на русском языке или никогда не публиковались.

* * *

Ф. Бауэр

В юности дружба завязывается легко. Однако в 50-е годы мне не представлялось случая подружиться с русскими учеными. На международных конференциях мне приходилось видеть лишь князей русской науки, видных личностей, вроде Павла Сергеевича Александрова¹⁰⁴, сделавшего лучший доклад на немецком языке на съезде математиков в Амстердаме. В 1955 г. в Мюнхен прибыла советская делегация во главе с С. А. Лебедевым и Ю. Я. Базилевским¹⁰⁵, чтобы разобраться в устройстве нашей электронной вычислительной машины PERM. Беседы с ними вели в основном Роберт Зауер и Ганс Пилоти¹⁰⁶.

Первым из более молодых русских ученых, с которым я встретился в 1955 г. в Дрездене, был А. А. Абрамов¹⁰⁷. Уже в 1950 г. он опубликовал

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции. Перевод с немецкого.

¹⁰⁴ Павел Сергеевич Александров (1896–1982) — математик, академик (1953). Основатель российской топологической школы. В течение многих лет президент Московского математического общества.

¹⁰⁵ Юрий Яковлевич Базилевский (1912–1983) — главный конструктор ЭВМ «Стрела» (1950–1954), главный конструктор комплексов ПВО (1955–1961). С 1965 начальник Технического управления Минприбора.

¹⁰⁶ Роберт Зауер (1898–1970) — немецкий математик, профессор Мюнхенского технического университета, возглавлявший (вместе с Гансом Пилоти (1894–1969)) коллектив, создавший одну из первых немецких ЭВМ PERM.

¹⁰⁷ Александр Александрович Абрамов (р. 1926) — к. ф.-м. н., главный научный сотрудник отдела вычислительных методов ВЦ РАН; профессор кафедры высшей математики МФТИ.

ликовал значительную работу по улучшению метода Якоби. Она коснулась и моих интересов в области вычислительной математики.

С Андреем Ершовым все было иначе. В конце 50-х годов мы не раз встречались с ним за границей. Как ученый он произвел на меня впечатление еще до личного знакомства — его первая статья о трансляции формул тесно перекликалась с моими и Замельсона¹⁰⁸ работами о языках программирования и их компиляторах (второе направление моих интересов в те годы). С тех пор на протяжении тридцати лет наши с ним научные работы следовали, тесно соприкасаясь.

Мне не трудно было стать другом Андрея. Мне нравилось его живое лицо, его открытые манеры. Много раз мы виделись в Москве и Новосибирске в 1970 г. Одна из таких встреч, состоявшаяся при содействии Г. И. Марчука, — вспоминаю с симпатией этого человека, — стала мощным толчком для моих последующих работ по семантике языков программирования и преобразования программ. Идеи Андрея о частичных (смешанных) вычислениях упали в моем сознании на благодарную почву.

В 1975 г., когда я по приглашению Академии наук СССР был в Москве, Киеве и Тбилиси, Андрей приехал в Москву специально для встречи со мной.

Но и наши идеи относительно Алгола-60 Андрей воспринял с готовностью, включив их в уже имевшуюся у него концепцию. Через него у меня наладились хорошие контакты с его коллегами в Новосибирске — с Раром¹⁰⁹, Поттосиным, Иткиным, Котовым, Сабельфельдом и другими. В отличие от бюрократов и идеологов, постоянно их ущемлявших, все они оказались дружелюбными, благожелательными людьми. Лучшие свои стороны они проявили, когда в 1976 г., через восемь дней после рождения моего сына Мартина, я приехал в Новосибирск. Узнав о пополнении моего семейства, они тут же устроили празднество в ресторане «Золотая долина» гостиницы Академгородка с крымским шампанским и прочими местными деликатесами. Я был очень тронут такой сердечностью. Сердечность — это именно то, что отличало Андрея. Однажды он коротко поведал мне о своей жизни, об отце, о годах войны, об учебе в Москве. В его рассказе просвечивали и ужасы сталинщины, которые, однако, его не озлобили. При всем интернационализме его поведения он оставался верным сыном России.

¹⁰⁸ Клаус Замельзон (1918–1980) — профессор Института информатики Мюнхенского технического университета.

¹⁰⁹ Александр Федорович Рар (р. 1929) — м. н. с. отдела программирования ВЦ, ныне научный сотрудник лаборатории системного программирования ИСИ СО РАН.

Андрей как-то принимал меня вместе с другими иностранными гостями у себя дома в Новосибирске. Легендарное русское гостеприимство оказалось весьма впечатляющим. Анюта и Василий, дети Андрея, нарисовали столовые карточки с изображением того, как мы, гости, им представлялись. На мой взгляд, моя фигура выглядит весьма лестно. Полученную картинку я использовал для одной истории, действие которой происходит в России. Ее идея пришла мне в голову в Новосибирске, а молодого жизнерадостного героя этой истории я назвал Андреем — в честь Андрея Петровича Ершова.

* * *

А. А. Берс

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 ИМ 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 СО АН я пошел на семинар, на котором Андрей Петрович рассказывал о сведениях 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 Петровича в доме, где и прожил благополучно несколько месяцев. Так началась наша дружба.

Год, прожитый без Андрея Петровича, еще не утешил боль потери и не позволил полностью осмыслить его роль в нашей жизни.

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции.

Поэтому поделюсь несколькими, может быть не очень связными, но главными для меня впечатлениями.

1. 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 вре-

мена 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 которую 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. Шварцем¹¹⁰, Э. Дейкстрой, Ч. 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 исходили мягкое доброжелательство, заинтересованность и внимание к собеседнику.

Он достаточно вовремя уходил с работы домой, чтобы выполнять свою большую 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. Когда в рабочей группе ИФИП по Алголу 68 произошел раскол (после чего,

¹¹⁰ Джекоб Т. Шварц — профессор Нью-Йоркского университета, известный специалист в области языков программирования, один из пионеров параллельного программирования.

кстати, Вирт¹¹¹, который был в составе вышедшего меньшинства, создал язык Паскаль в противовес Алголу 68), Андрей Петрович и гостивший тогда у нас Джон Маккарти с большим увлечением и весельем написали на мотив популярной песенки Джоан Баез свой вариант «особого мнения меньшинства», создав параллельные английский и русский тексты, и записали его в собственном исполнении на пленку, которую Маккарти увез на очередное заседание рабочей группы, где она была воспринята с большим успехом. В русском тексте были, в частности, следующие строки:

«Подайте нам язык другой,
Чтобы не было в нем обмана,
Чтоб на нем могла писать
Любая обезьяна...
Нет, нет, нет, — это не наш язык...» и т. д.

Андрей Петрович писал очень хорошие стихи, только несколько из которых 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». 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 программы в ЭВМ.

¹¹¹ Никлаус Вирт (р. 1934) — профессор Швейцарского федерального технологического института (ETH) в Цюрихе. Автор и разработчик языков PL360, Algol-W, Pascal, Modula-2, Oberon (совместно с профессором Х. Мессенбоком); персонального компьютера Lilith и т. д.

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.

* * *

Д. Бьорнер

1. **Личная оценка.** Андрей работал в разных областях: среди его интересов были методы трансляции, теоретическое программирование, частичные и смешанные вычисления, компьютерная грамотность и школьная информатика. Для меня Андрей был истинным ученым в области вычислительных наук. Таких ученых — единицы во всем мире. Для меня Андрей был главным и ведущим, если не единственным, академиком в области вычислительных наук во всей Академии наук СССР. Он глубоко и полностью понимал истинную природу вычислительной науки. Его столь преждевременная кончина поставила советскую вычислительную науку перед серьезной проблемой выбора дальнейшего пути развития. В моих глазах СССР — мировой лидер в области теории управления, математического моделирования и оптимизации, но эти области относятся к вычислительной науке, как перчатка к руке. Без руки в нынешний век информатики не нужна и перчатка.

Пусть то вдохновение и энтузиазм, которые передал нам Андрей Ершов, станут напоминанием о центральной, решающей роли, которую играет вычислительная наука в семье наук.

С этого момента я сосредоточусь на воспоминаниях об Андрее и наших встречах. Разумеется, я могу говорить лишь о тех моментах его насыщенной жизни, свидетелями которых я был сам. Многие другие ученые могут добавить свои краски в это богатое полотно. Профессор Вадим Котов и я планируем международное издание в конце 1990-х годов мемориального тома научных и других статей в честь академика Андрея Ершова¹¹².

2. **Андрей Ершов — интернационалист.** Немногим советским ученым доводилось путешествовать так много и так часто, как Анд-

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции. Перевод с английского Т. М. Бульонковой.

¹¹² Images of Programming. Dedicated to the Memory of A. P. Ershov / Ed. by D. Bjørner and V. Kotov. — North-Holland, 1991. — 270 p.

рею. Ему были рады везде: по всей Европе и в США, и, если бы время позволило, все чаще и в Китае, и Японии. Во всех этих странах коллеги с радостью вспоминали незабываемые встречи с Андреем и с грустью говорили о его ранней кончине. За многие годы я встречался с Андреем за пределами СССР в Токио, Мельбурне, Штробско Плесо (ЧССР), на Капри (Италия), в Париже, Мюнхене, Софии и, естественно, в Копенгагене. Всегда он был профессионально активным, общительным, полным энтузиазма. На всемирных конгрессах IFIP в Токио и Париже Андрей, помимо собственной работы, представлял и работы коллег – советских ученых, у которых не было возможности посещать эти конгрессы, – и мало кто умел представлять чужие работы с таким старанием. Иногда мне кажется, что его представление докладов, столь ясное, столь строгое дидактически, превосходит авторское.

Его умение вовлекать коллег в глубокие научные дискуссии легендарно: с Ф. Л. Бауэром в Мельбурне (1980) и Мюнхене (1986), с С. Эйленбергом и Х. Расева в Штробско Плесо (1981), с Джозефом Гогеном, Уго Монтанари, Петером Вегнером и Уильямом Вульфом на Капри (1982) и с Сеймуром Пейпертом и Благовестом Сендовым в Софии (1987).

Ёсихико Футакура, Андрей Ершов и Нил Д. Джонс составили легендарное трио, основавшее и оформившее такое направление, как смешанные вычисления: взаимодополняя друг друга, они добились поистине великолепных результатов.

3. Андрей Ершов – гуманист. Андрей постоянно работал над гуманизацией результатов и возможностей вычислительного дела. Благодаря глубокому постижению математических основ вычислительной науки он смог создать дидактически и педагогически безупречный подход, объясняющий ее практическое значение. Этот подход отразился не только в его выдающихся публикациях, особенно хочется отметить в этой связи работу «Программирование – вторая грамотность», представленную на Третьей всемирной конференции ИФИП и ЮНЕСКО по применению ЭВМ в обучении в Лозанне. Он нашел свое воплощение также и в Государственной программе СССР по обучению школьников программированию, о которой Андрей успешно доложил в Софии в 1987 году, когда его смертельная болезнь уже давала о себе знать.

Во время нашего с Андреем путешествия через Словакию в Штробско Плесо на конференцию MFSC'81 я заметил, что он непрерывно расспрашивает принимавших нас людей об их народных тра-

дициях и об их жизни. Андрей специально попросил меня сфотографировать его на фоне деревянной церкви, рядом со статуей мадонны.

Его работа в советском журнале «Программирование», как я недавно обнаружил, позволяла ему редактировать (и затем публиковать) технические/научные статьи других советских исследователей — статьи, сходные по сути с публикуемыми в английских и американских журналах, но за отсутствием глубоких математических моделей не имеющие возможности появиться в советском издании. Вся его жизнь и все его поступки лишь подтверждают его глубокий гуманизм.

4. Андрей Ершов — университетские годы. Мы обедали вдвоем в ресторане Минокити, в Токио, когда Андрей рассказал мне эту историю, во многом объясняющую, при каких обстоятельствах он связал свою жизнь с программированием.

Какую-то часть жизни Андрей прожил с родителями в той части СССР, которая была оккупирована немецкими войсками во время Великой Отечественной войны. Годы спустя в Московском университете он хотел изучать теоретическую физику, но, как и несколько других сильных кандидатов, не получил разрешения. Группа написала письмо Сталину с вопросом, почему так произошло; результатом этого стала встреча с одним из личных секретарей Сталина, который пояснил, что по вышеуказанной причине (оккупация) и из соображений государственной безопасности они могут выбрать любую другую научную область. Андрей выбрал зарождавшееся тогда вычислительное дело. И я считаю, мы ему этим очень обязаны!

5. Андрей Ершов — мой наставник и друг. Впервые я приехал в Новосибирск в сентябре 1978 года, возвращаясь из Японии. Андрей пригласил меня обсудить некоторые вопросы, связанные с его статьей по смешанным вычислениям, представленной на конференции ИФИП. Мне довелось повторно посетить его в 1980 году по пути в Токио на Всемирный конгресс IFIP'80, а затем — в 1986 году. Наши прогулки по прекрасному лесу в Золотой долине, обеда в маленьком ресторане Академии наук, всегда полные оживленных бесед о самых разных предметах, — все это дало мне множество тем для размышлений.

Мой дед много путешествовал по России и Белоруссии в период с 1902 по 1917 год, а потом был там еще один раз, в 1936-м. Многие из его писем дореволюционного периода своим семерым детям публиковались в датских газетах, а позднее вышла книга (1937). Я подарил Андрею Ершову эту книгу (на датском языке). Эти письма и книга — знак большой привязанности моего деда к русскому народу. Я счастлив, что благодаря Андрею Ершову продолжил эту привязанность.

На рабочей конференции ИФИП по спецификации и преобразованию программ в Бад Тельц под Мюнхеном в апреле 1986 года Андрей предложил мне организовать в Дании Рабочую конференцию по частичным и смешанным вычислениям¹¹³. Андрей уже был неизлечимо болен, но как всегда полон энергии, планов и надежд на будущее. Конференция, состоявшаяся в октябре 1987 года в Гамел Авернас, расположенном на прекрасном датском острове Фюнэн, была очень успешной, но не благодаря моим организаторским способностям, а потому, что Андрей смог привезти делегацию из семи советских ученых, вести все дискуссии и привлечь к участию в этой конференции многих всемирно известных ученых. Упоминаю лишь некоторых: Джон Маккарти, доктор Ёсихико Футамура, профессор Нил Джонс. Эта конференция стала венцом всей научной деятельности Андрея Ершова: здесь он получил признание как основатель одной из новых и наиболее перспективных областей вычислительной науки — смешанных вычислений. Книга, изданная в North-Holland¹¹⁴, стала непреодолимым свидетельством его научного вклада. Эта конференция стала также первой, на которой между советскими учеными и западными специалистами завязались близкие и плодотворные рабочие отношения — так много советских ученых посетило это, казалось бы небольшое, событие. Появились хорошие перспективы для международного научного сообщества, и это тоже было достижением Андрея Ершова. Я благодарен Ершову за возможность организовать эту конференцию.

Моя последняя встреча с Андреем произошла в последнюю субботу мая 1988 г. По приглашению Ершова мы с женой были гостями Академии наук СССР и посетили Москву, Ригу, Таллинн и Ленинград. В это время Андрей проходил лечение в Новосибирске и смог прилететь в Москву, когда мы уже уехали в Ленинград. В пятницу вечером, за две ночи до нашего отъезда из страны, Андрей позвонил из Москвы и сообщил о своем прибытии на следующее утро в Ленинград! Вместе мы провели чудесный день. На машине мы посетили Петропавловскую крепость, Петродворец, дворцы в Пушкине и Павловске. Андрей проявил весь свой организаторский талант, доставал билеты без очереди, позаботился, чтобы мы с женой услышали полуденный залп из пушки, увидели фонтаны Петергофа и многое-многое другое.

¹¹³ См. в настоящей книге заметки А. В. Замулина.

¹¹⁴ Partial Evaluation and Mixed Computation: Proc. IFIP TC2 Workshop, Denmark, 18-24 Oct., 1987. — Amsterdam a.o.: North-Holland, 1988.

6. **Benedictum.** Тот день, 29 мая 1988 года, суббота, венчает память о многих встречах с этим чудесным человеком — человеком на все времена, жившим полной жизнью. Последуем же его примеру — в моих глазах, его жизнь была во славу Господа. Да будет так, что его жизнь и борьба и далее будут благотворно влиять на советскую науку, как они повлияли на мировую вычислительную науку, и на деятелей этой науки, которые продвигают своих учеников, вдохновляя их и открывая их для всего мира.

* * *

В. В. Брыскин

...Следующая эпоха моего общения с компьютерами связана с появлением в быту пользователей ЭВМ Академгородка универсальных языков программирования. Поскольку процесс этот происходил буквально у меня на глазах, стоит рассказать о нем подробнее. Но сначала нам потребуется небольшая лекция для читателей, не имеющих опыта составления программ для ЭВМ. Уже упомянутые выше «машинные коды» — это обозначения сигналов, которые непосредственно «понимает» процессор компьютера. Естественно, предлагая ему такую «пищу», мы наилучшим образом потрафляем вкусам этой бессловесной твари. Обратная же сторона дела состоит в том, что программист должен во всех подробностях знать упомянутые «вкусы». Для этого нужно разложить предусмотренные алгоритмом (списком требуемых расчетов) действия на отдельные команды языка заданий процессора. Работа эта не для ленивых. Поэтому почти одновременно с появлением ЭВМ пытливая человеческая мысль, в подавляющей части принадлежащая именно «лентяям», стала искать пути обхода трудностей общения с новым предметом цивилизации. Плодом таких усилий стали языки программирования — наборы знаков и правил их употребления, позволяющие достаточно легко и однозначно «объяснить» бессловесному электронному идиоту, что от него требуется. Поначалу трансляторы — то есть программы, способные автоматически переводить сообщения языка высокого уровня в машинные коды, так и называли *программирующими программами*.

* Отрывки из книги В. В. Брыскина «И еще треть века», Издание автора, Новосибирск, 1997 г. Перепечатываются с любезного разрешения автора.

Разработкой первых трансляторов в нашем ВЦ занимался коллектив исследователей, организаторами и «душой» которого были три замечательных человека: Андрей Петрович Ершов, Игорь Васильевич Поттосин и Геннадий Исаакович Кожухин.

Дружба любых людей, по моим представлениям, относится к числу их самых высших достоинств. А в данном случае эти достоинства дополнялись очевидной научной и практической результативностью титанической работы «трех мушкетеров»: на наших глазах разрабатывались научные основы системного программирования и создавался столь необходимый инструмент общения с ЭВМ. Вся эта деятельность проходила в обстановке далеко не полного благопритворения математической научной среды, выходцами из которой были наши герои, и крайней скудости технических средств оснащения тогдашнего ВЦ.

Как и положено «мушкетерам», трое друзей совсем не походили друг на друга. Блестящий оратор и публицист Ершов, естественно, занимал формальное и неформальное место лидера, он получил все положенные научные звания и чины, вплоть до академика АН СССР, и достойно представлял нашу страну в западном научном мире.

Андрей Петрович очень много сделал для информатизации нашей школы, написал первые учебники по этому делу, которые прекрасно читаются и сейчас, что удивительно с учетом бурных перемен в информатике.

Наверное, это был очень нехарактерный советский академик. Его рабочий кабинет на ВЦ больше походил на хорошо обжитую домашнюю комнату заядлого исследователя: в нем было собрано несметное число книг и журналов, стояли первые появившиеся у нас персональные компьютеры (возле них можно было обнаружить и дошкольников), постоянно кипятилась вода для приготовления кофе.

Андрея Петровича можно было застать в новогоднюю ночь у вычислительной машины, где он в порядке общей очереди «пропускал» задачи для своей жены — Нины Михайловны (она работала в нашем отделе). Заодно ученый обнаруживал недостатки разработанных под его руководством системных программ и вслух обсуждал замеченные несовершенства.

В какой-то степени Ершов симпатизировал Льву Игнатьевичу Швецу¹¹⁵ и мне, с Левого его связывал общий интерес к собиранию марок (точнее, Лев собирал богатый «урожай» своих любимых миниатюр с обширной заграничной почты академика).

¹¹⁵ Лев Игнатьевич Швец (1923–1983) — к. в. н., с. н. с. Секции прикладных проблем при Президиуме РАН.

Изредка встречаясь с Андреем Петровичем, я не заметил ни малейших признаков сословного хамства, которое, к сожалению, очень часто сопровождает перемены в общественном положении многих наших людей.

Показательно, что, не имея со мной близкого знакомства, Ершов знал о моем равнодушии к только появившимся у нас карманным калькуляторам и даже пару раз привлекал меня в помощь для экспертизы предложений по использованию этих машинок, лавина подобного рода дел была частью его деятельности.

Вспоминая своего выдающегося ровесника, горше всего завершать заметки о нем воспоминаниями о сценах прощания в Доме ученых в декабре 1988 года, когда Андрея Петровича скосила безжалостная раковая болезнь...

На другом фланге строя компьютерных «мушкетеров» находился Гена Кожухин. Его квартира располагалась в одном подъезде с моей, и по этой причине создатель первых трансляторов, в дополнение к другим напастям, чаще всего был объектом моих приставаний в случаях «несварения» машиной громоздких программных творений. Несмотря на меланхолический склад характера корифея, я никогда не получал отказа в помощи, и теперь мне предстоит мучиться до конца дней ношей неоплаченного долга. Впрочем, такая ноша лежит на мне и по отношению к большинству других встретившихся мне людей.

Гена никаких научных чинов принципиально не имел, его стихия беззаветной работы располагалась далеко от условностей малость лживого официального научного мира. Когда в Городке начали создавать большие организации по разработке программного обеспечения, Кожухина сделали в одной из них главным инженером, чтобы как-то скомпенсировать явное несоответствие между реальным вкладом исследователя в отечественную программистскую науку и жалкой получкой младшего научного сотрудника.

Как это часто случается, вопреки благим намерениям, назначение это было ошибкой. Гена всерьез воспринимал заботы и обязанности советского начальника, а делать этого никак нельзя было: отказало перегруженное сердце, и, не дожив до сорока лет, он первым из друзей покинул нашу грешную действительность...

А третий «мушкетер» — спокойный и всегда уравновешенный франкофил Игорь Васильевич Поттосин¹¹⁶ — живет и поныне, сейчас он директор Института систем информатики имени А. П. Ершова...

¹¹⁶ Написано все это было в 1997 году, а сейчас Игоря Васильевича уже нет с нами. — В. Б.

Однако нам пора вернуться во времена начала шестидесятых годов и посмотреть вблизи на работу первых трансляторов. К этому времени в мировой науке уже сложился облик основного универсального языка упомянутого типа под названием АЛГОЛ. Наши друзья свое творение назвали АЛЬФОЙ, очевидно, подразумевая, что потом будет БЕТА, ГАММА и так далее. На самом деле это был русифицированный диалект АЛГОЛа, в который его создатели включили и собственные дополнения. Как я уже говорил, к этому времени на нашем ВЦ появилась довольно-таки производительная машина БЭСМ-6.

Программировать для нее в машинных кодах было еще труднее, по сравнению с предшественниками, хотя бы по причине больших размеров уместяющихся в оперативной памяти программ. Поэтому было решено поручить трансляцию уже отживающим свой век машинам М-220 (это были полупроводниковые аналоги все той же М-20), а полученные таким образом задания в машинных кодах автоматически передавать «большой» машине. Все технические работы, связанные с этим проектом, были выполнены, и наступила эпоха более интеллектуальных «разговоров» с ЭВМ.

Колоды перфокарт разом похудели: алгоритмический язык позволял программисту достаточно компактно выражать свои желания. Но теперь на пути к желанному результату расчетов появилась новая преграда — АЛЬФА-транслятор. Его работа была разбита на тридцать шагов, вроде ступенек, ведущих в рай. Сунув колоду в приемник считывающего устройства «малой» машины М-220, пользователь отправлялся к главному пульта и по индикаторным лампочкам следил, как его творение преодолевает пороги транслятора на пути к собственному счету в «большой» машине. В зависимости от размеров обрабатываемой программы работа транслятора занимала немалое время. Увы, частенько желанного сообщения о конце трансляции можно было и не дожидаться. Машина выдавала распечатку с объяснениями причин схода программы с дистанции (к этому времени у ЭВМ появился алфавитно-цифровой выход), и пользователь принимался за разгадку еще одного дополнительного кроссворда. Что касается меня, то частенько с такими выдачами мне приходилось спускаться на второй этаж к Кожухину. Как я уже отмечал, отказа в помощи мне ни разу не было, но иногда сам автор транслятора не мог справиться с собственным творением и советовал просто по-другому записать злополучное место исходной программы.

Андрей Петрович Ершов в Нуэнене*

Э. Дейкстра

Каждый раз, приезжая в Нидерланды в семидесятые и в начале восьмидесятых годов, Андрей обязательно старался продлить свой визит, чтобы провести выходные с нашей семьей в Нуэнене, маленькой деревне на юге страны, где мы тогда жили. И всегда он был самым желанным гостем.

Однажды, когда у Андрея возникли сомнения в правильности использования английского предлога «except», я дал ему свой старый Оксфордский словарь, и до сих пор помню его радостное восхищение, когда он обнаружил там такой пример: «we are all fallible, except the pope» («все мы ошибаемся, за исключением Папы [Римского]») но не «excepting the pope» («исключая Папу»). Он бы расстроился, узнав, что в шестое издание словаря эти замечательные примеры уже не включены.

Во время одного из визитов Андрей поинтересовался моим мнением о языке программирования Ada¹¹⁷. Я сказал, что Ada настолько беспорядочен, что меня пугает сама мысль о том, что безопасность Запада может от него зависеть, и я чувствовал бы себя в гораздо большей безопасности, если бы этот язык использовался бы и в Красной Армии. Андрей улыбнулся и ответил знаменитым «Don't worry¹¹⁸...»

Одним погожим субботним вечером мы взяли Андрея в небольшое путешествие. Машина на первый взгляд бесцельно петляла по тихим сельским дорогам, но у меня был приготовлен сюрприз: в какой-то момент я сказал ему «Теперь мы в Бельгии». «Но у меня же нет бельгийской визы, и паспорт я оставил у вас дома!» Андрей успокоился, когда мы объяснили, что и свои паспорта оставили дома. Назад мы поехали узкой песчаной дорогой. Панорама местности до сих пор живо стоит у меня перед глазами: небольшой лесок слева и заросли вереска справа. Внезапно Андрей сказал: «А знаете, Вы первый европеец, который повез меня по проселочной дороге, показывая свою страну». Домой мы вернулись к чаю.

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции. Перевод с английского Т. М. Бульонковой.

¹¹⁷ Язык программирования Ada разрабатывался по заказу Министерства обороны США, предполагалось, что он будет использоваться во всех военных приложениях.

¹¹⁸ Не беспокойтесь (англ.).

Один эпизод, связанный с Андреем, я вспоминаю с содроганием. Как-то я купил тандемный велосипед, и у нас стало своего рода традицией, что, когда позволяла погода, приезжавшие в гости зарубежные ученые ездили осматривать окрестности на втором сиденье тандема. Иногда это предложение принималось с некоторым колебанием, но когда подошла очередь Андрея, он принял приглашение с большим энтузиазмом и немедленно направился в свою комнату переодеваться, в то время как я выкатывал тандем из гаража. Когда мы уже были готовы отправиться, Андрей сказал: «Знаете, почему я так предвкушаю это путешествие? Я не умею ездить на велосипеде», превратив тем самым мое невинное предложение в рискованную затею. Я немедленно представил самые страшные сцены падения и переломов, однако Андрей настолько загорелся идеей, что у меня не хватило духа отменить поездку. Первые несколько поворотов стоили мне немалых нервов, но нам удалось сохранить равновесие, и вернулись мы целыми и невредимыми.

Одно из последних воспоминаний: Андрей более часа разговаривал на русском языке с моей дочерью, которая в то время изучала славянские языки. (Было очень странно видеть свою дочь и своего друга за приятной беседой и в то же время не иметь ни малейшего представления, о чем же они говорят.) Дочь рассказала мне, что Андрей был исключительно мил, говорил отчетливо и медленно, пока не уловил, с каким темпом речи она справляется. Уехав, он оставил тюбик зубной пасты, и дочь даже ее однажды попробовала.

А.П. Ершов и Комиссия по СМО ККВТ АН СССР*

В. А. Евстигнеев

Идея создать в рамках Академии наук представительный орган для координации всех исследований по вычислительной технике, программированию и смежным вопросам была реализована в конце 70-х годов созданием Координационного комитета по вычислительной технике АН СССР (ККВТ АН СССР). Подробнее об этом я написал в

* © В. А. Евстигнеев, 2004. Статья написана специально для настоящего сборника.

сборнике, недавно вышедшем в Новосибирске¹¹⁹. Возглавил Комитет Председатель Сибирского отделения АН СССР академик Г. И. Марчук, назначенный через пару–тройку лет председателем Государственного комитета по науке и технике, а затем избранный президентом АН СССР. Первоначально целью Комитета являлась координация фундаментальных исследований, проводившихся в институтах АН СССР и АН союзных республик (Украинская ССР, Белорусская ССР, республики Прибалтики). Предполагалось, что наряду с согласованием планов фундаментальных исследований будут проводиться обсуждения текущего состояния и перспектив развития отдельных научных направлений в области вычислительной техники и программирования.

Похоже, что переход на выпуск вычислительных машин серии ЕС – клонов серии IBM/360 – не решил проблему полной унификации создаваемых вычислительных средств и периферии, но способствовал дальнейшему размежеванию разработчиков вычислительной техники (ВТ) и потере перспектив для разработчиков системного математического обеспечения (СМО). Seriously подорвала позиции академической науки передача в 70-е годы части академических институтов в промышленные министерства. Так, например, из Академии наук СССР в Минрадиопром был передан Институт точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева. Особенно пострадали институты, занимавшиеся элементной базой. На одном из пленумов ККВТ даже прозвучала реплика на выступление одного из заместителей министра: «Ни в одном институте не осталось ни одной лаборатории, где бы можно было воспроизвести эффект Джефферсона».

Что касалось СМО, то его развитие было вообще под вопросом, поскольку все СМО для ЕС ЭВМ копировалось, и этим был занят громадный коллектив НИЦЭВТа в оригинальном по архитектуре величественном здании на Варшавском шоссе. Для других организаций поле деятельности здесь отсутствовало. Оставались БЭСМ-6 и специализированные машины. Вообще тема ЕС ЭВМ была очень «горячей» и начинать дискуссии по этому вопросу было просто опасно. Это привело бы к разрушению дружеской атмосферы в Комиссии, чем А. П. Ершов был всегда озабочен. В начальный период работы Комиссии имели место довольно резкие стычки, которые Андрей Петрович моментально гасил, переводя перебранку в конструктивный диалог. Можно

¹¹⁹ Евстигнеев В. А. Научно-организационная деятельность Комиссии по системному математическому обеспечению ККВТ АН СССР // Становление новосибирской школы программирования (мозаика воспоминаний). – Новосибирск, 2001. – С. 134–154.

вспомнить, например, перепалку на одном из первых заседаний комиссии между представителем Минприбора И. Я. Ландау и представителем Минвуза чл.-корр. АН СССР Л. Н. Королевым относительно сорванного Минприбором заказа на поставку техники для оборудования терминального класса в МГУ. А. П. Ершов вмешался в эту перепалку и прекратил ее, выяснив причину конфликта, которая лежала в просчете Отдела вычислительной техники Госплана СССР.

Коллектив комиссии складывался постепенно, возникло ядро из постоянно присутствующих на заседаниях членов. Это были И. В. Поттосин, Э. З. Любимский, М. Р. Шура-Бура, С. С. Лавров, А. А. Летичевский, В. М. Брябрин, В. М. Курочкин, М. Е. Неменман, В. Л. Катков, И. В. Вельбицкий, В. В. Липаев и др. Вначале заседания комиссии проходили в узком кругу. Кроме членов комиссии присутствовали докладчики от принимающей организации и приглашенные специалисты для обсуждения научных докладов. Потом на заседаниях стало присутствовать большое число сотрудников из числа хозяев, так как заседания комиссии были открытыми. Кроме того, был создан институт наблюдателей, часть которых со временем перешли в состав комиссии (Д. Н. Тодорой, М. Г. Цуладзе¹²⁰). После каждого заседания в комиссию поступал ряд просьб о включении в состав наблюдателей. Наблюдатель имел право получать протоколы заседаний комиссии, в которых помещались тексты всех докладов, включая отчетные доклады о деятельности в области СМО принимающей организации, а также тезисы всех выступлений в дискуссиях. Завершались протоколы Заключением о деятельности в области СМО принимающей организации и Решением о состоянии той области СМО, которая рассматривалась в качестве научной программы заседания.

Авторитет Комиссии был очень высок, итоги обсуждения служили отправной точкой для подготовки некоторых директивных документов. Один только раз Комиссия не смогла выработать решение по обсуждавшемуся вопросу. Это было решение, касающееся положения дел в разработке операционных систем: позиции Б. А. Бабаяна¹²¹ и Л. Б. Эфроса¹²² были слишком далеки друг от друга.

¹²⁰ Мурман Григорьевич Цуладзе – к. ф.-м. н., зам. директора ИВМ им. Мухешвили АН ГрузССР.

¹²¹ Борис Арташесович Бабаян (р. 1933) – чл.-корр. РАН, д. т. н., профессор, директор ИМВС РАН, главный конструктор микропроцессорных вычислительных комплексов «Эльбрус», главный конструктор вычислительных средств систем ПРО и ПКО.

¹²² Леонид Борисович Эфрос (р. 1943) – к. т. н., зав. лабораторией ИАиЭ СО АН СССР, ныне живет и работает в США.

Атмосфера заседаний была очень демократичной, ни один докладчик не был лишен слова. Сказывался тщательный отбор докладчиков на этапе подготовки заседаний.

В период работы Комиссии мне часто приходилось летать вместе с А. П., и я всегда поражался его умению работать в самых различных условиях. Он устраивался в любом месте, где только была возможность разложить бумаги на импровизированном столе. Если же дело было ночью и не было возможности поработать, он, не теряя даром времени, тут же устраивался спать, прикрыв чем-нибудь глаза (например, шапкой, надетой задом наперед). Однажды он шутя подсчитывал, сколько лет своей жизни провел в аэропортах и самолетах. Выходила довольно внушительная цифра.

* * *

Н. М. Ершова

– **Нина Михайловна, Вы с А. П. вместе учились на мехмате МГУ. А как Вы решили стать математиком?**

Я родилась и училась в школе в г. Шацке Рязанской области. Родители мои были учителями математики. Меня математика привлекала со школьной скамьи, но когда речь зашла о поступлении в институт, была выстроена иерархия: Энергетический институт, Институт связи, Московский университет. И хотя я окончила школу с золотой медалью, кстати, в нашей школе я ее первая получила (1949), на университет рассчитывала мало. Тем не менее, пошла на собеседование, которое для медалистов состояло из вопросов по математике и общему развитию. И была принята.

– **А Андрей Петрович?**

Андрей попал в Москву не случайно. Его мать Татьяна Константиновна родилась в Москве. Отец, Петр Николаевич, учился в аспи-

* Составители этой книги попросили вдову Андрея Петровича Нину Михайловну Ершову поделиться своими воспоминаниями. К сожалению, болезнь не позволила Нине Михайловне взяться за перо, но она встретилась с сотрудницами Института систем информатики и ответила на их вопросы. Беседа состоялась в ноябре 2003 г. Диктофонную запись расшифровала И. А. Крайнева.

рантуре в НИОПИКе¹²³ (вместе с Ворожцовым¹²⁴). Поженившись, Ершовы жили у родителей Татьяны Константиновны в бывшем доме Нессельроде в Гнездниковском переулке («дом богатых холостяков»), там же жил ее брат с женой. Поэтому, когда Петру Николаевичу предложили жилье и работу в Рубежном Луганской области на химкомбинате, они переехали туда в 1937 г. Во время войны, в 1943 г., комбинат был эвакуирован в Сибирь, в Кемерово, и с тех пор семья Андрея жила там.

На втором курсе (1950–1951 гг.) началась чистка на физтехе МГУ, где учился Андрей. Так называемых «неблагонадежных» отчисляли или предлагали перейти на другой факультет. Из примерно двадцати «вычищенных» к нам на факультет пришло человек десять ребят (А. Ершов, В. Штаркман¹²⁵, Б. Трегубенков¹²⁶ и другие). Нас это событие взбудоражило. Потом я узнала, каким ударом был для Андрея переход на мехмат, но характер у него был жизнеутверждающий, и он стойко перенес это событие. Математика его увлекла. Он дружил с алгебраистами, ходил на семинар по дискретной математике. Другие по-разному реагировали. Как-то в подпитии В. Штаркман говорил: «Понятно, почему меня выгнали: я еврей, но Трегубенкова-то за что?!» Известно, что Андрею «поставили в строку» пребывание родителей на оккупированной немцами территории¹²⁷. А семья не смогла вовремя эвакуироваться из-за болезни младшего ребенка, который все-таки погиб в те дни. Мы с большой симпатией отнеслись к пришедшим ребятам: они все были такие яркие, не похожие на тех, кто учился у нас. К ним тянуло.

– Что Вам запомнилось из студенческой жизни?

Мы жили в общежитии на Стромынке, в комнате нас было 13 человек. Стипендия составляла 290 рублей, этих денег, конечно, не хватало, родители присылали. Мне приходилось очень много заниматься. Некоторые курсы были очень сложные, у Колмогорова¹²⁸, например.

¹²³ НИОПИК – НИИ органических полупродуктов и крашения.

¹²⁴ Николай Николаевич Ворожцов (1907–1979) – российский химик-органик, академик АН СССР, организатор и первый директор НИОХ СО АН СССР.

¹²⁵ Всеволод Серафимович Штаркман – зав. отделом системного программирования ИПМ им. Келдыша. А. П. и В. Ш. поддерживали дружеские отношения.

¹²⁶ Борис Трегубенков – однокурсник А. П., погиб совсем молодым в 50-х годах.

¹²⁷ Эта история подробно описана в воспоминаниях мамы А. П. Ершова, Т. К. Малининой, и опубликована в настоящей книге, стр. 288.

¹²⁸ Андрей Николаевич Колмогоров (1903–1987) – математик, академик АН СССР (1939), основатель научных школ теории вероятностей и теории функций. Фундамен-

На семинарах он старался его разьяснять. Андрей перед сессией соединял свои и мои конспекты в «учебное пособие»¹²⁹, как он говорил, и по нему мы вместе готовились к экзаменам.

Я училась в спецгруппе, всего 25 человек, стипендия там была выше обычной, нас готовили в шифровальщики для КГБ. После окончания университета мне предложили работу в Ленинграде, с предоставлением комнаты в общежитии. Поскольку я была уже замужем и с ребенком, то отказалась, а вообще это было довольно трудно сделать, мой сокурсник Боровков¹³⁰ выхлопотал себе справку о состоянии здоровья, так и ушел из органов.

Андрей уже тогда, в студенчестве, воспринимался как неординарная личность, у него была сильная воля. Он был и душой компании, так как играл на гитаре, научился еще в школе. В университете он упорно занимался английским языком, уже тогда стали к нам иностранцы просачиваться, надо было уметь беседовать. Андрей понял необходимость изучения языка. Работал в комсомольском бюро курса. Каникулы мы проводили по-разному. Однажды отправились в лыжный поход (на 3-м курсе). Шли около недели, ночевали в деревенских избах, о чем договаривались в сельсоветах. В университетские годы у Андрея не было большого увлечения спортом. На курсе знали, что раньше он занимался легкой атлетикой, и шутили над ним: «Тебе надо быть основателем общества “ДСО — бывший спортсмен”». Часто ходили во МХАТ. У Андрея через всю жизнь прошел стойкий интерес к литературе, искусству, он был очень эрудирован, много читал, с ним было интересно общаться.

Еще одно событие нашего студенчества — смерть Сталина. Я помню, что мне было стыдно даже, что я не испытывала никакого сожаления. Было только любопытство, что же будет дальше? Народ валом валил к Колонному залу, чтобы попрощаться с вождем, а мне не хотелось. Моя соседка по общежитию попросила у меня валенки, чтобы присутствовать на похоронах, я ей отдала. У меня на душе стало легко.

— **Вы ведь поженились еще студентами?**

тальные труды по теории вероятностей, теории информации, теории функций, математической логике и др.

¹²⁹ В архиве А. П. Ершова сохранились эти конспекты, см. <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaindex.asp?lang=1&gid=780>

¹³⁰ Александр Алексеевич Боровков (р. 1931) — академик, зав. лабораторией теории вероятностей и математической статистики ИМ СО РАН, советник РАН.

Пожились мы на четвертом курсе. Хотели скрыть от ребят это событие, но не удалось. Устроили свадьбу в общежитии: в одной комнате накрыли столы, в другой танцевали. За столом пели студенческие песни, фронтовые, частушки. Нам подарили скатерть и вазу синего стекла, которая до сих пор жива. Родителей поставили перед свершившимся фактом, я, по крайней мере. Андрей своим сказал накануне свадьбы, когда был в гостях у них в Кемерово.

– **И как жилось молодой студенческой семье?**

Мы учились на пятом курсе, когда построили здание университета на Ленинских горах. Общежития для девушек и юношей располагались в отдельных зданиях. Рассказывают, что когда Сталину показали проект общежитий, по которому планировалось селить студентов по несколько человек, он распорядился проект изменить, чтобы комнаты были на каждого студента. Так и сделали, и поначалу даже первокурсники жили по одному, только в нестандартные комнаты селили по два—три человека. О совместном проживании нашем не могло быть и речи в то время, и хотя уже родился Вася (декабрь 1953), мы с ребенком жили отдельно, а Андрей мог приходить к нам в гости и быть у нас с 8 утра до 11 вечера, при этом пропуск оставляя на вахте. Когда он стал аспирантом, получил комнату, порядки стали уже помягче, и мы с 1954 г. стали жить вместе. Через некоторое время Васю отправили к родителям Андрея в Кемерово. Там он оставался года два.

– **Как сложилась судьба Андрея Петровича после окончания МГУ?**

Андрей после окончания Университета стал аспирантом на кафедре вычислительной математики ММФ. К этому времени он уже год работал в ИТМиВТ АН СССР. Лебедев уже там работал и такие виртуозные программисты, как Курочкин¹³¹. Он был старше Андрея на 3–4 года. В это время создавался Вычислительный центр АН СССР, и всю группу программистов из ИТМиВТ перевели туда в 1955 г. Андрей вскоре возглавил отдел теоретического программирования ВЦ АН СССР (октябрь 1957).

Защита кандидатской шла трудно. Трудность состояла в том, что нужен был солидный оппонент. Андрей хотел, чтобы им был А. А. Марков. Это известный специалист, его отзыв мог стать весомым фактором. Андрея предупредили, что Марков человек с характером и,

¹³¹ Владимир Михайлович Курочкин – к. ф.-м. н., специалист по реализации языков программирования, автор транслятора с языка АЛГОЛ 60; почетный сотрудник отдела систем математического обеспечения ВЦ РАН им. А. А. Дородницына.

что если не будет договоренности между руководителями, то отзыва можно и не дожидаться. Так и случилось. Тогда Соболев сказал, что надо пригласить в оппоненты А. И. Мальцева¹³², это фигура не менее крупная. Тема была немного изменена, и защита состоялась. Кандидатская была написана по теме «Некоторые вопросы теории алгоритмов, связанные с программированием», а защищалась как «Операторные алгоритмы». Докторская пошла уже легче. Вообще Андрей был очень требовательным к себе и к другим. Как-то привез диссертацию Тодорой¹³³. Андрей прочел и сказал: «Если Вы намерены это защищать, я буду молчать. Если хотите знать мое мнение, то...» и выдвинул ряд условий. Тодорой согласился с ним.

– **Когда и как вы решили ехать в Академгородок?**

Весной 1957 г. вышло Постановление о создании Сибирского отделения АН. Академик С. Л. Соболев был одним из организаторов. Соболев как-то появился на кафедре и рассказал про Сибирское отделение. Я от него услышала первая и дома рассказала Андрею. Он ухватился за эту идею. Вскоре Андрей стал доверенным лицом С. Л. по отбору программистов для СО АН. Если кто-то хотел ехать в Новосибирск, должен был сначала поговорить с Андреем, Соболев ему доверял. Так он завербовал И. В. Поттосина, который ходил на семинар, проходивший в ВЦ АН СССР. Андрей мне как-то сказал: «Если хочешь посмотреть двух очень умных ребят, которые хотят работать в Сибирском отделении, приходи к нам на семинар». Это были Поттосин и Кожухин. Перед поездкой в Сибирь костяк собирали в общежитии АН. Сюда приехали Волошин из Риги, Загацкий из Одессы, Кожухин. Последнего Андрей очень ценил, считал его своей находкой. Это был, действительно, очень тонкий и глубокий человек. Андрей с каждым долго беседовал, и когда его упрекали, что он много возится с людьми, он отвечал, что боится пропустить еще одного Кожухина.

В Новосибирск мы приехали в феврале 1961 г. Нас встречал на вокзале Кожухин. Когда машина въехала во двор, мы выгрузились, какая-то незнакомая женщина поприветствовала нас и пришла помогать устраиваться. Потом я узнала, что это была Тамара Темноева¹³⁴. Самое

¹³² Анатолий Иванович Мальцев (1909–1967) – академик, математик, основатель новосибирской школы алгебры и логики, с 1960 работал в Сибирском отделении АН СССР и преподавал в Новосибирском университете.

¹³³ Дмитрий Николаевич Тодорой – д. ф.-м. н., профессор Кишиневского государственного университета.

¹³⁴ Тамара Александровна Темноева – программист, сотрудник отдела программирования, работает в г. Димитровград, НИИАР.

необходимое уже было у нас отправлено из Москвы и расставлено, но еще долго посреди комнаты лежала гора вещей. Первое время очень тянуло в Москву, но человек ко всему привыкает... Я пошла работать в Институт математики к А. А. Ляпунову, предварительно устроив Анюту¹³⁵ в ясли.

Работа у Андрея была интересная, но было и очень много нервозности: не так работают, не те люди, без конца нападали на отдел. Особенно когда они «под Косаревым¹³⁶ ходили». Кстати, когда приехал Ляпунов в 1961 г., он набирал себе сотрудников, устроил «смотринь» отделу и пригласил всех к себе работать. Андрей ничего против не имел. Если бы не одно обстоятельство. На Алексея Андреевича очень большое впечатление произвел А. Берс. Ляпунов его посчитал кандидатом № 1, а Гена Кожухин ему резко не понравился. Ляпунов посчитал его ограниченным и не хотел брать. Тогда Андрей сказал, если не возьмут Кожухина, то и он не пойдет. Так они и разделились.

– **А. П. был беспартийным. Были какие-то причины?**

Меня часто спрашивают, почему Андрей не вступил в партию? Ведь это в определенном смысле облегчило бы его жизнь, карьерный рост. Его уговаривали и С. Л. Соболев, и Г. И. Марчук. Но я «стояла насмерть», отговаривала его очень активно. Основной аргумент: не-свобода человека, подчинение его партийным постановлениям, партийной дисциплине, независимо от того, согласен ты или нет. Мне это не нравилось. Андрей отговаривался тем, что не согласен с политикой партии в области идеологии.

– **И тем не менее, он много раз бывал за границей...?**

Первая заграничная поездка у Андрея была в Венгрию. Он приехал впечатленный, привез детям что-то из одежды. Потом был в Англии. Он, конечно же, видел различия в образе жизни, в благосостоянии людей, но никогда не занимался критиканством, хотя многое в нашей жизни его не устраивало. Он считался одним из самых «выездных» наших ученых. Но и здесь не все было безоблачно. Однажды кто-то из наших зарубежных гостей в неблагоприятной интерпретации изложил критические высказывания Андрея о нашей действительности.

¹³⁵ Дочь Анна родилась в 1959, научный сотрудник ИСИ СО РАН.

¹³⁶ Юрий Гаврилович Косарев — д. т. н., заведующий лабораторией ИМ СО АН СССР.

сти, газеты зарубежные за это ухватились, напечатали¹³⁷. За это Андрея вместе с А. Г. Аганбегяном¹³⁸ (который тоже где-то что-то сказал не так) вызывали в ЦК для пропесочки. Запретить ему выезжать совсем не могли, потому что видели результативность его поездок. Он писал очень содержательные отчеты, которые потом тщательно изучались в инстанциях.

– **И, напоследок, несколько слов о том, каким А. П. был дома? Что он любил, как отдыхал?**

Несмотря на свою колоссальную занятость, основательность в работе, Андрей много помогал мне по дому. Любил мыть посуду. Голова свободна, можно думать. Все видят, что человек при деле, никто не полезет с лишними вопросами. Потом освоил электрику, сантехнику, мог сменить прокладки в кране. Дачного участка у нас не было, хотя как-то предпринималась попытка завести огород. Андрей – городской человек, городской пейзаж ему приятен, а сельский «скуку нагонял». Машину мы могли приобрести, но к ней ни у кого из нас склонности не было. Дома у нас было не принято дарить друг другу подарки. Домашние праздники собирали не всегда, по настроению. Само событие не обязывало. В еде Андрей был очень непритворлив. Любил выпечку, пельмени, картошку с селедкой или с квашеной капустой. Обедал всегда дома.

Андрей очень любил читать, и из каждой зарубежной командировки привозил книги – иностранные и наши, которых здесь было не достать. Мы всегда выписывали много газет и «толстых» журналов, и на их прочтение уходило почти все его свободное время. Он даже брился, глядя не в зеркало, а в газету. Андрей был очень воодушевлен начавшейся перестройкой, внимательно следил за происходящими событиями, делал вырезки из газет, начал выписывать журнал «Коммунист» и даже опубликовал там статью. Он не терял интереса к тому, что происходит в мире, даже в самые тяжелые периоды своей болезни. Помню, как в последние недели жизни, в Онкоцентре, Андрей просил

¹³⁷ В архиве Ершова сохранились следы этой давней истории: ответ на письмо тогдашнему президенту АН СССР М. В. Келдышу и статьи из американских газет, посвященные поездке Ершова на Конгресс ИФИП. Это письмо и переводы статей публикуются в настоящей книге, стр. 458. К сожалению, нам не удалось найти в архивах СО РАН и РАН письмо, на которое ссылается А. П. и в котором, по-видимому, были сформулированы претензии к Ершову.

¹³⁸ Абел Гезевич Аганбегян (р. 1932) – академик, директор ИЭиОПП СО АН СССР (1964–1984).

принести и показать ему репортажи о полете орбитального корабля «Буран». Он был сильным человеком и оптимистом, и оставался им до конца.

**Воспоминания о коллоквиуме
по частичным и смешанным вычислениям***

Дания, октябрь 1987 г.

А. В. Замулин

Одним из последних великих дел Андрея Петровича была организация международного коллоквиума по частичным и смешанным вычислениям¹³⁹, который прошел в Дании в октябре 1987 года. Официальный отчет о коллоквиуме можно найти на сайте ИСИ СО РАН (<http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaindex.asp?lang=1&did=2937>), я же в этих заметках постараюсь осветить некоторые запомнившиеся моменты подготовки и участия в коллоквиуме советской делегации, по естественным причинам не вошедшие в официальный отчет.

Идея проведения коллоквиума возникла в процессе общения А. П. Ершова с профессором Динесом Бьорнером на Рабочей конференции ИФИП по спецификации и трансформации программ в апреле 1986 года. В своем письме А. П. Ершову от 22 июня 1986 года Д. Бьорнер официально подтвердил готовность датской стороны провести такой коллоквиум в Дании осенью 1987 года.

Первоначально предполагалось провести довольно узкий семинар из 30–35 участников из различных стран, в которых имелись коллективы, работавшие по тематике семинара. Д. Бьорнер гарантировал при этом приглашение шести специалистов из СССР за счет принимающей стороны (что было, конечно, очень важным для нас, поскольку Академия наук обычно финансировала зарубежные поездки только очень узкого круга лиц). Семинар предполагалось провести в тече-

* © А. В. Замулин, 2005. Статья написана специально для настоящего сборника при поддержке РГНФ, проект 05-03-12304 в.

¹³⁹ International Workshop on Partial & Mixed Computations. Английский термин «workshop» может означать и коллоквиум, и семинар, и симпозиум в зависимости от количества представленных докладов, широты обсуждаемой тематики, средства публикации трудов и т. п. Я пользуюсь в настоящих заметках термином, употреблявшимся Андреем Петровичем в отношении данного мероприятия, хотя я сейчас назвал бы его симпозиумом.

ние недели в каком-нибудь уединенном конференционном центре, так чтобы его участники жили и работали в одном месте и были свободны от многочисленных городских забот и соблазнов.

Андрей Петрович с воодушевлением отнесся к организации семинара, и во многом благодаря его стараниям вместо узкой рабочей встречи был проведен достаточно представительный коллоквиум с 69 участниками. Интересно отметить, что в то самое время, когда Андрей Петрович договаривался с Бьорнером о проведении семинара, известный японский ученый Ё. Футамуря предложил Ершову стать приглашенным редактором специального выпуска международного журнала «New Generation Computing», посвященного частичным и смешанным вычислениям. Андрей Петрович увидел в этом предложении блестящую возможность представить труды предстоящего коллоквиума в престижном международном издании, и редакция журнала согласилась на такую публикацию. Тем самым статус коллоквиума был существенно повышен.

Тематически предполагалось представление на семинаре трех направлений работ: теория, реализация и применение. Предполагалась также подготовка исчерпывающей библиографии работ по всем аспектам, связанным с частичными и смешанными вычислениями. Так оно впоследствии и произошло.

Поскольку в те времена организация поездки на зарубежную конференцию большой делегации из СССР, представлявшей при этом специалистов из разных ведомств, была чрезвычайно трудной задачей, Андрею Петровичу требовался помощник, который бы вел всю необходимую бумажную работу, общался с Бьорнером, улаживал возможные несогласованности между ведомствами и т. п.

Он предложил эту работу мне. Одним из критериев выбора было, по всей видимости, то, что к тому времени я уже был в командировке в капиталистической стране¹⁴⁰ и неплохо знал английский язык. В качестве научной составляющей моей работы мне была поручена подготовка советской части упоминавшейся библиографии работ по частичным и смешанным вычислениям. Учитывая, что при этом мне было предложено войти в состав советской делегации, нетрудно понять, что я с удовольствием принял предложение.

В сентябре того же года Бьорнер посетил с трехдневным визитом Вычислительный центр СО АН, где мы с ним познакомились и наме-

¹⁴⁰ В те времена в СССР существовало правило, согласно которому человек не мог отправляться в капиталистическую страну, если он не зарекомендовал себя положительно в поездке в одну из стран социалистического лагеря.

тили планы дальнейших работ. В частности, было согласовано, что коллоквиум будет проведен 18–24 октября 1987 года в местечке Гамел Авернас, расположенном на острове Фюнэн. Был также составлен первоначальный список возможных участников из 50 человек с возможностью его расширения до 70 человек и согласован программный комитет из шести человек: А. Ершов, Д. Бьорнер, Н. Джонс¹⁴¹ (Дания), Ё. Футамура (Япония), У. Шерлис¹⁴² (США) и А. Харальдсон¹⁴³ (Швеция).

Было также решено, что Андрей Петрович выступит на коллоквиуме с обзорным докладом, в котором упомянет, среди прочих, работы советских ученых в области смешанных вычислений. В связи с этим в октябре 1986 года мы разослали по всем известным нам научным коллективам нашей страны информационное сообщение о коллоквиуме, в котором просили исследователей, работающих в данной области, прислать к новому году полный перечень своих работ для включения в библиографию и краткий реферат работ для включения в обзор. Кроме того, нескольким исследователям были посланы персональные приглашения выступить с докладами на коллоквиуме и в связи с этим подготовить и прислать полные тексты своих докладов на английском языке. Параллельно с этим информационное сообщение о коллоквиуме (на английском языке) было распространено по известным научным коллективам за рубежом (первоначальный список рассылки включал 72 адресата).

К декабрю 1986 года определился примерный состав советской делегации, которая должна была, по замыслу Андрея Петровича, состоять из 10 человек (семь человек — от Академии наук и три человека из вузов). Учитывая существовавшие в то время трудности¹⁴⁴ с оформлением зарубежных командировок и вследствие этого возможный отсев членов делегации, в первоначальную заявку Андрей Петрович

¹⁴¹ Нейл Д. Джонс (р. 1941) — профессор Копенгагенского университета (Дания).

¹⁴² Уильям Л. Шерлис — профессор Школы вычислительных наук Carnegie Mellon University, специалист в области технологии программирования и анализа программ.

¹⁴³ Андерс Харальдсон (р. 1946) — профессор Линчепингского университета (Швеция), специалист в области языков и систем программирования, преобразования программ и смешанных вычислений.

¹⁴⁴ Следует пояснить для читателей, выросших в современной России, что для выезда за рубеж гражданин СССР должен был получить, кроме въездной, еще и выездную визу. В региональных обкомах КПСС существовали так называемые Выездные комиссии, которые давали разрешение на поездку в капиталистическую страну, если выезжающий представлял набор документов, включающий характеристику с места работы, подписанную секретарем партийной организации учреждения, где он работал или учился, и рекомендацию районного комитета КПСС.

включил 12 человек: А. П. Ершов, М. А. Бульонков, А. В. Замулин, В. Э. Иткин (все из ВЦ СО АН СССР), Н. Н. Непейвода¹⁴⁵ (ФТИ УНЦ АН СССР), Я. М. Барздинь¹⁴⁶ (ЛатГУ), С. С. Лавров, (ИТА АН СССР), С. А. Романенко¹⁴⁷ (ИПМ АН СССР), Б. Н. Островский¹⁴⁸ (Алтайский госуниверситет), А. М. Степанов¹⁴⁹ (ИТМиВТ АН СССР), В. П. Котляров¹⁵⁰ (ЛПИ), А. С. Клещев¹⁵¹ (ИАиПУ ДВНЦ АН СССР). Как и предвидел Ершов, проблемы возникли, так что уже на раннем этапе формирования делегации из этого списка выпали Степанов, Котляров и Клещев.

Первая половина 1987 года прошла для нас в заботах по формированию делегации и (для меня) в составлении библиографии работ советских ученых. И то, и другое было непростым делом. Как я уже отмечал выше, всем работавшим в Союзе в области смешанных вычислений (и близких областях) были разосланы письма с просьбой представить к началу 1987 года аннотированные списки своих работ. К сожалению, мало кто потрудился сделать эту работу (несмотря на уникальную возможность известить о своих работах международное сообщество!). В результате советская часть библиографии не была сформирована вовремя. Бьорнер был разъярен таким положением дела (надо отметить, что он – очень ответственный человек и не любит, когда срывается график) и в одной из своих февральских телеграмм (вспомним, что тогда практически не существовало электронной почты, и потому Бьорнер слал нам длинные телеграммы) он пригрозил мне, что у него не будет основания для моего приглашения в Данию, если библиография не будет срочно составлена. В ответной телеграмме я постарался объяснить ему, что не все зависело от меня, и срочно отправился в Москву, где работало большинство недисциплиниро-

¹⁴⁵ Николай Николаевич Непейвода (р. 1949) – доцент факультета математики Удмуртского государственного университета (г. Ижевск), старший научный сотрудник ФТИ УНЦ АН РАН.

¹⁴⁶ Янис Мартынович Барздинь (р. 1937) – д. ф.-м. н., профессор, академик Латвийской Академии наук, директор Института математики Академии наук Латвии.

¹⁴⁷ Сергей Анатольевич Романенко – к. ф.-м. н., с. н. с. ИПМ АН СССР.

¹⁴⁸ Борис Наумович Островский – ученик А. П. Ершова, ныне профессор АлГТУ. См. также с. 128 настоящего издания.

¹⁴⁹ Андрей Михайлович Степанов – к. ф.-м. н., начальник сектора ИТМиВТ АН СССР.

¹⁵⁰ Всеволод Павлович Котляров – к. т. н., доцент ЛПИ им. М. И. Калинина.

¹⁵¹ Александр Сергеевич Клещев (р. 1940) – д. ф.-м. н., декан факультета компьютерных наук ДВГУ, заведующий отделом экспертных систем ИАиПУ ДВНЦ АН СССР.

ванных авторов, для личных встреч с авторами и «выколачивания» списков работ. В результате этих усилий библиография, насчитывавшая 65 работ, была сформирована, переведена мною на английский язык и в марте 1987 года отправлена Бьорнеру (впоследствии в библиографию было добавлено еще девять ссылок). По всей видимости, он был ею удовлетворен и простил меня.

Первое информационное сообщение не достигло всех заинтересованных в коллоквиуме. В адрес Оргкомитета стали поступать письма с просьбой выслать Сообщение. Поэтому 18 февраля 1987 года было разослано второе информационное письмо 115 адресатам.

Параллельно шла работа по формированию (в бюрократическом смысле) советской делегации. Как упоминалось выше, датская сторона брала на себя местные расходы шести специалистов из СССР. В их число входили сам Андрей Петрович, Барздинь, Бульонков, Островский, Романенко и я. Необходимо было найти финансирование еще для трех человек. Поэтому в апреле 1987 года Андрей Петрович обратился к вице-президенту АН СССР академику Велихову¹⁵² (он в то время возглавлял Отделение информатики в Академии наук) с просьбой о выделении из целевого резерва валютных средств для командирования Лаврова, Непейводы и Иткина. Велихов отнесся к просьбе с пониманием и распорядился выделить валюту.

В то же время Велихов (по представлению Ершова) обратился с письмом к заместителю министра высшего и среднего образования СССР с просьбой включить в состав советской делегации работников высшей школы Барздиня и Островского и переправить в Академию наук их заявочные документы. Надо отметить, что и их включение в делегацию, и даже пересылка документов из одного ведомства в другое оказались непростым делом, так что Андрею Петровичу пришлось писать дополнительные справки об их вкладе в теорию и практику смешанных вычислений, а мне — лично посетить управление внешних сношений (УВС) указанного министерства, чтобы ускорить подготовку и переправку документов.

В мае 1987 года все девять потенциальных членов советской делегации получили официальные пригласительные письма для оформления датских виз. В сопроводительном письме Бьорнер еще раз напомнил Андрею Петровичу о настоятельной необходимости обеспечить участие в коллоквиуме всех шести специалистов, приглашенных

¹⁵² Евгений Павлович Велихов (р. 1935) — академик, директор Филиала института атомной энергии им. И. В. Курчатова (1971–1978). С 1983 — академик-секретарь ОИВТА АН СССР (России).

за счет датской стороны (к тому времени Бьорнер уже ориентировался в реалиях советской жизни и знал, что приглашение — еще не гарантия поездки). В том же письме он сообщил, что удовлетворен подготовленной мною библиографией советских работ.

Сразу же после этого Андрей Петрович отправил меня в очередной раз в Москву с письмом начальнику Отдела внешних сношений Академии наук с просьбой уделить особое внимание планируемой поездке. В письме он подчеркивал, что «датчане, проделав большую работу по материальному обеспечению шести приглашений и по приему остальных делегатов, очень рассчитывают по научно-политическим соображениям, что мы откликнемся конструктивно на их позицию наибольшего благоприятствования». Интересен также следующий фрагмент письма, характерный для той эпохи. «Все формальные приглашения получены. Кандидатуры посылаемых за счет АН согласованы с акад. Велиховым и обеспечены спецметой по выч. технике. ЦК (куратор нашего отделения тов. Пискунов Д. И.) тоже активно поддерживает поездку, в частности, в свете необходимости подкрепить делом нашу активность в области вычислительной техники и информатики, обозначенную в выступлении М. С. Горбачева на XX съезде комсомола». Как видим, Андрей Петрович очень боялся, что московские чиновники по своим соображениям «зарубят» кого-либо из членов делегации, и заранее предпринимал опережающие действия. К сожалению, беда подкрадывалась совсем с другой стороны.

В течение лета 1987 года в Программный комитет Коллоквиума поступило 40 заявочных докладов, 10 из них принадлежали советским авторам (позднее поступило еще два наших доклада). Поскольку предполагалось, что отбор докладов для финальной публикации в специальном выпуске журнала будет сделан после окончания коллоквиума, практически все заявленные доклады были приняты. Таким образом, в окончательной программе коллоквиума значилось 11 советских докладов (плюс вступительный доклад Ершова), что составляло более четверти всей программы. Впоследствии девять докладов советских специалистов, а также вступительный доклад Ершова и аннотированная библиография, подготовленная с моим участием, были опубликованы в Трудах коллоквиума, изданных в виде специального выпуска журнала «New Generation Computing» (Vol. 6, N 2 and 3, June 1988) и отдельно солидным научным издательством North-Holland. Это было, конечно, нашим рекордом (имеются в виду научные мероприятия в области информатики), который, я думаю, не побит до сих пор. К сожалению, не все авторы приехали на коллоквиум, и потому

ряд наших докладов был зачитан присутствовавшими членами делегации. (По каким-то причинам Н. Н. Непейвода не представил окончательного текста доклада для публикации в North-Holland.)

Чем ближе мы были ко времени начала коллоквиума, тем реальнее становились перспективы дальнейшего сокращения нашей делегации. Еще летом выяснилось, что существовала угроза исключения С. С. Лаврова из состава делегации. Дело в том, что, будучи директором Института теоретической астрономии, Святослав Сергеевич незадолго до описываемых событий получил партийное взыскание (что в те времена было обычным делом для руководителей как заводов, так и институтов), а это автоматически включало механизм запрета на поездки за границу до тех пор, пока взыскание не снято. Конечно, существовали исключения из правила, но решаться все это должно было председателем выездной комиссии соответствующего обкома КПСС. Поэтому Андрей Петрович снова написал письмо¹⁵³ академику Велихову с просьбой позвонить секретарю Ленинградского обкома КПСС и урегулировать эту проблему. По всей видимости, Велихов позвонил, так как Святослав Сергеевич был окончательно включен в состав делегации.

А. П. Ершов — Е. П. Велихову

25.07.87

Дорогой Евгений Павлович!

Очень прошу Вас помочь мне, Святославу Сергеевичу Лаврову и общему делу. В октябре 1987 г. я везу в Данию советскую делегацию на семинар по теории и применению смешанных вычислений. По направлениям теории и практики программирования — это важнейшее международное мероприятие этого года. С. С. Лавров — член делегации и очень нужен там, так как за ним — все эльбрусское направление работ, ведущееся в Ленинграде + системы синтезирующего программирования.

В связи с трудными делами в его институте (в целом эта история проходит по другому отделению АН) он недавно получил партийное взыскание, что, как мне объяснил зам. зав. Отделом науки Ленинградского обкома Юрий Иванович Мазуренко, включает автоматически механизм запрета на поездки, пока взыскание не снято.

Из этого правила возможны редкие исключения, допускаемые на уровне председателя выездной комиссии Ленинградского обкома КПСС секретаря обкома Фатеева Анатолия Михайловича (тел. 273-48-93). Мазуренко сказал, что Ваш звонок Фатееву может помочь положительному решению вопроса.

¹⁵³ Машинописный текст, архив, папка 335, лист 294.

Евгений Павлович, я глубоко убежден, в ситуации с поездкой в Данию — это тот случай, когда нужно отделить события в институте и директорские ответственности С. С. Лаврова от целесообразности его участия в семинаре по смешанным вычислениям. Нельзя наносить ущерба реальному и важному делу. Прошу Вас о содействии путем звонка тов. Фатееву.

Ваш А. Ершов

Я в Онкоцентре на одну неделю на повторный курс лазерной терапии.

В начале сентября во время моего очередного визита в Москву выяснилось, что УВС Минвуза требует дополнительное обоснование необходимости поездки Островского (я уже упоминал, что поездка в капиталистическую страну без предварительного посещения социалистической страны в те времена была практически невозможна, а Островский, молодой человек, недавний аспирант Ершова, ни разу до этого не выезжал за рубеж), а в УВС АН СССР не поступили документы Бульонкова и Иткина. Кроме того, несмотря на распоряжение Велихова, не были выделены валютные средства на поездку Лаврова, Непейводи и Иткина. Я тут же позвонил Андрею Петровичу и известил его об этих проблемах. Сравнительно легко решилась проблема Островского. В отношении валюты Андрей Петрович обратился к Велихову с еще одним письмом, закончив его словами «в этой обстановке выдернуть в последний момент из делегации троих активных участников — это значит нанести достоинству советской науки такой удар, которого я не переживу». Письмо подействовало, и валюта была выделена.

В отношении Бульонкова и Иткина выяснилось, что районный комитет КПСС не дал им рекомендаций, а без них дальнейшего продвижения выездных документов быть не могло. Поскольку времени оставалось в обрез, Андрей Петрович первым делом обращается с письмами к председателю СО АН СССР академику Коптюгу¹⁵⁴. В архиве сохранилось письмо, касающееся Иткина (надо заметить, что Владимир Иткин в то время был, наверное, наиболее активным отечественным ученым, работавшим в области смешанных вычислений, опубликовавшим 11 работ по этой тематике), в котором Андрей Петрович отмечает: «Я хотел бы обратить Ваше внимание на то, что неучастие В. Э. Иткина в семинаре затруднит работу советской делегации, опять придав ей облик хромой утки, и нанесет прямой ущерб делу, по-

¹⁵⁴ Валентин Афанасьевич Коптюг (1931–1997) — академик (1979), ректор НГУ (1978–1980), вице-президент Академии наук и председатель ее Сибирского отделения (1980–1997).

сколькx этот семинар на ближайшие годы является единственным шансом на встречу всех ведущих мировых специалистов, ведущих исследования по важному разделу информатики».

Довольно скоро выяснилось, что партийное бюро Вычислительного центра, где работали Бульонков и Иткин, отказалось дать им рекомендации на поездку¹⁵⁵. Таким образом, районный комитет КПСС просто не получил соответствующих документов. Цепочка прохождения так называемого выездного дела в те времена была довольно длинной – партийное бюро по месту работы, районный комитет партии, областной комитет партии, УВС СО АН СССР, УВС АН СССР – и дело могли «зарубить» на каждом из этих этапов. Партийное бюро ВЦ мотивировало свой отказ в рекомендации тем, что Иткин (будучи по натуре истинным ученым) не обращал внимания на свой внешний вид и мог прийти на работу в какой-нибудь затрапезной одежде, что, по их логике, могло нанести ущерб репутации советского ученого. Припомнили ему и недавний развод с женой (страшное преступление для человека, собравшегося за рубеж!). Не исключено, что и национальность сыграла свою отрицательную роль. Официально антисемитизм клеймился советскими властями, но процветал на бытовом уровне.

Основные недостатки Бульонкова, по мнению партбюро, – его молодость (опять же первая поездка за рубеж!) и родственные отношения (он женат на дочери Андрея Петровича), при этом совершенно не принимался во внимание тот факт, что молодой человек успел опубликовать семь важных работ и ему было что рассказать зарубежным коллегам. Здесь неблагоприятную роль сыграл секретарь партийного бюро, которому, по всей видимости, просто не нравился сам факт поездки за рубеж зятя А. П. Ершова, и потому он сделал все для того, чтобы поездка не состоялась.

Последней спасительной соломинкой могло стать решение выездной комиссии областного комитета партии, и Андрей Петрович обращается с письмом к ее председателю, секретарю обкома А. И. Жучкову с просьбой содействовать включению Бульонкова и Иткина в состав делегации. Все тщетно, партийная бюрократия стояла неприступной стеной.

¹⁵⁵ По возвращении из Дании Ершов попытался обсудить эту проблему на партийном собрании коллектива, а затем написал письмо в партийное бюро ВЦ СО АН, в котором потребовал разобраться по существу вопроса (см. раздел «Листая страницы архива»). К сожалению, вскоре смертельная болезнь помешала ему довести это дело до конца, и письмо осталось без ответа.

Тем временем Бьорнер, выяснив по своим каналам, что Бульонков, поездку которого полностью оплачивала датская сторона, даже не обращался за визой, прислал Андрею Петровичу телеграмму, где среди прочего было написано: «They also tell me that visa was never applied for by or on behalf of Michael Bulyonkov. If this really true I shall be most disappointed if Bulyonkov does not come. We have specially guaranteed Danish Research Funding authorities that there will also be young scientists among the participants. Now there seems to be none and our authorities will not like this»¹⁵⁶.

Пришлось Андрею Петровичу оправдываться перед Бьорнером дежурной для тех времен фразой, что Бульонков не сможет поехать по семейным обстоятельствам (конечно, во время семинара мы рассказали Бьорнеру, в чем дело, но было очень опасно с точки зрения дальнейших зарубежных поездок сообщать правду в телефонном разговоре или письме). Деньги, выделенные датской стороной для Бульонкова, были перенаправлены на финансирование поездки Н. Н. Непейводы.

Таким образом, в окончательном виде наша делегация состояла из семи человек, что все равно оставалось рекордом (ни одна советская делегация, по крайней мере, в области информатики, еще не была столь многочисленна). Интересно отметить, что иностранцы прекрасно знали, что в любой советской делегации обязательно должен быть агент КГБ. Вычислить его в нашей делегации не составляло труда: в ней был человек, не представивший доклада, при этом неплохо знавший английский и всегда сидевший в последнем ряду явно затем, чтобы следить за остальными членами делегации. Этим человеком был я. Я не представлял доклада потому, что не был напрямую связан с тематикой коллоквиума и считал, что составление библиографии советских работ будет достаточным научным вкладом в работу коллоквиума, а в последнем ряду я сидел по старой школьной привычке занимать последнюю парту. Но объяснить это кому-либо было невозможно, тем более что я узнал об этой своей роли «агента КГБ» фактически уже после коллоквиума, будучи в гостях у Бьорнера вместе с несколькими другими членами делегации.

Должен заметить, я до сих пор удивляюсь, что среди нас на самом деле не было агента КГБ, в то время как по всем канонам он дол-

¹⁵⁶ Они сообщили мне также, что М. Бульонков не обращался за визой. Если это действительно так, то я буду особенно разочарован его отсутствием. Мы обещали чиновникам из Датского научного фонда, что среди участников будут молодые люди. Теперь же выясняется, что таковых не будет, и в Фонде будут очень недовольны (*Перевод автора*).

жен был быть. Думаю, что агентами фактически были мы все, потому что по возвращении домой каждый из нас представил в вышестоящую организацию отчет¹⁵⁷ о поездке, где надо было упомянуть всех людей, с которыми имел контакты. Один экземпляр этого отчета обязательно поступал в КГБ. Так как каждый советский человек, будучи за рубежом, обязан был пропагандировать советский образ жизни, в его отчете должно было быть указано, как он выполнял этот священный долг. Поэтому мы с Андреем Петровичем закончили наш отчет следующим образом. «Во время командирования не предоставлялась возможность выступать с сообщениями по новым направлениям внутренней и внешней политики КПСС и Советского правительства, связанными с решениями XXVII съезда КПСС, январского и июньского пленумов ЦК КПСС, однако во всех частных беседах с зарубежными учеными члены делегации разъясняли суть процессов, идущих в нашей стране по линии перестройки и гласности в вопросах внутренней и международной жизни».

Надо сказать, что мы не так уж лукавили в заключении нашего отчета. Перестройка действительно была удивительным временем, вызывавшим горячий интерес у наших зарубежных коллег. Поэтому по вечерам во время неформальных встреч за рюмкой или бокалом пива нам (здесь я имею в виду всех членов делегации) приходилось отвечать на массу вопросов о происходящем в стране. Конечно же, мы старались представить политику Горбачева в лучшем виде и защищали ее как могли.

Особенно запомнились беседы с В. Ф. Турчиным. Он вынужден был покинуть страну в 70-е годы из-за своей правозащитной деятельности. К счастью, будучи талантливым ученым, он не потерялся в Штатах, был принят на работу в университет и продолжал научную деятельность. Его интересы лежали в области суперкомпьютеров, которая также относится к проблематике смешанных вычислений. Турчин не озлобился и не потерял интереса к своей стране. Он с энтузиазмом воспринял перестройку и в течение всей недели на коллоквиуме пользовался каждой возможностью побывать в нашей компании, поговорить с нами, задать вопросы, стараясь получше понять, что же там такое творится в нашей странной стране. Помню, он никак не мог поверить, что коллективам заводов было позволено выбирать себе директора. В отчете о командировке о контактах с Турчиным мы по понятным причинам не упомянули.

¹⁵⁷ См. раздел «Листая страницы архива».

В нашей делегации и острым умом, и острым языком заметно выделялся Николай Николаевич Непейвода. Он, несмотря даже на то, что английским владел далеко не блестяще, умудрялся найти слабое место практически в каждом докладе и затем сразить докладчика неприятным вопросом, чем наводил ужас на всех них. Поэтому, когда люди узнали, что фамилия Непейвода может быть переведена на английский как «Do not drink water», каждый иностранец считал своим долгом угостить Николая Николаевича пивом, чтобы задобрить его. Насколько я помню, никто из нас не выпил столько пива на халяву, как Непейвода.

Очень приятно было общаться со Святославом Сергеевичем Лавровым. Он никогда не давал почувствовать разницу в наших возрасте и положении, несмотря на то, что она была огромна, и во всех ситуациях был настоящим другом, с которым хотелось обсуждать и научные проблемы, и любые житейские вопросы.

Коллоквиум был прекрасно организован. Для меня, имевшего в то время только опыт участия в советских конференциях, такая организация была настоящим открытием. По прибытии в конференц-центр каждый участник получил программу, в которой четко были указаны время начала и окончания каждого доклада и время, отведенное на вопросы. Кроме того, программа сопровождалась инструкцией для докладчиков, в которой среди прочего рекомендовалось:

- обязательно укладываться в отведенное для доклада время (30 минут для одних докладов и 20 минут для других),
- не показывать слишком много слайдов и не размещать слишком много текста на одном слайде
(Принципы проведения коллоквиума требовали, чтобы все участники не просто слушали, но активно работали во время представления доклада, а для этого необходимо сформулировать в докладе основные проблемы и предложить подходы к их решению таким образом, чтобы у слушателей возникли вопросы и желание подискутировать. Доклад, не сопровождаемый вопросами и дискуссией, рассматривался как провал.),
- любой символ или буква на слайде должны быть высотой не менее 7 мм,
- следует оставить время для вопросов.

Нельзя, конечно, сказать, что все докладчики (особенно советские) строго соблюдали эту инструкцию, но дисциплинированные западные ученые ей следовали. Мне понравилось также использование во время выступления сразу двух проекторов, что позволяло опытными

докладчикам очень эффективно представить свою работу. Хочу заметить, что участие в таком отлично организованном научном мероприятии позволило мне приобрести бесценный опыт, который впоследствии пригодился при организации серии конференций памяти А. П. Ершова «Перспективы систем информатики»¹⁵⁸.

В заключение хочется еще раз подчеркнуть важнейшую роль, которую Андрей Петрович сыграл в организации и проведении коллоквиума. От идеи его проведения до заключительного заседания он держал руку на пульсе, обращал внимание на мельчайшие детали и делал все от него зависящее, чтобы коллоквиум прошел успешно. На самом коллоквиуме Андрей Петрович произнес вступительную речь, руководил заседаниями, был панелистом в заключительной дискуссии и участвовал в обсуждении практически каждого доклада. Мне кажется, что каждый участник может считать этот коллоквиум и встречи с Андреем Петровичем одним из важнейших научных событий своей жизни.

Андрей Ершов и ИФИП*

Х. Земанек

Андрей Ершов был известным и глубоко уважаемым человеком в международном сообществе специалистов по обработке информации. Я буду говорить, в основном, о хорошо знакомой мне Международной федерации по обработке информации (ИФИП), однако это вовсе не означает, что деятельность Андрея ограничивалась только ею. Я часто слышал уважительные отклики об Андрее от моих американских коллег; я расскажу также о нескольких наших с Андреем встречах, не связанных с ИФИП.

Начиная с создания ИФИП в 1962 году, Андрей был представителем Академии наук СССР в Техническом комитете 2 по программированию (позже — по языкам программирования). С самого ее основания он был членом Рабочей группы ИФИП 2.1 по Алголу, где участвовал в работе над Алголом 60 и Алголом 68.

¹⁵⁸ Сопредседателем программных комитетов трех конференций «Перспективы систем информатики», посвященных памяти А. П. Ершова, был Динес Бьорнер.

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции. Перевод с английского Т. М. Бульонковой.

Андрей принимал участие в конгрессах ИФИП. Он был членом Программного комитета ИФИП 68 и вице-председателем Программного комитета ИФИП 80. На Конгрессе 1968 года он участвовал в панельной дискуссии по разделению времени с позиционным докладом; на Второй рабочей конференции ИФИП в Пизе он вместе с А. Ф. Раром представил язык Сигма; в 1970 году в Мюнхене его имя появилось на двух работах по реализации Алгола 68; и, естественно, трудно переоценить его вклад в организацию Рабочей конференции по созданию качественного программного обеспечения в 1977 году в Новосибирске. Разумеется, этим список не исчерпывается. К его советам прислушивались и зачастую им следовали. Он стремился к тому, чтобы СССР принимал участие в работе ИФИП, прилагал все усилия к тому, чтобы его коллеги и ученики могли представить свои работы, а затем и участвовать в мероприятиях ИФИП, — а все мы знаем, насколько трудно было этого добиться.

Конференция 1976 года в Лос-Аламосе, посвященная истории вычислительного дела, положила начало международному интересу к этой теме. Андрей и М. Р. Шура-Бура представили доклад о первоначальном этапе развития программирования в СССР, ставший ключевым для историков информатики. Мне живо вспоминается также его участие в Пятой Международной конференции по технологии программирования в 1980 году в Сан-Диего, США, где он был членом Программного комитета.

С международной точки зрения одним из наиболее впечатляющих событий стал симпозиум в Ургенче в 1979 году. Совместно с Дональдом Кнудом и от имени Академии наук СССР Андрей организовал Симпозиум «Алгоритм в современной математике и ее приложениях» с такими выдающимися участниками, как С. Клини, Ф. Бауэр, Г. Кауфман и А. ван Вейнгаарден. Это мероприятие стало ключевым для развития теории алгоритмов и послужило стимулом к празднованию в 1983 году 1200-летия со дня рождения аль-Хорезми, также в Хорезме, на его родине.

Место встречи, в 25 километрах от жемчужины древней среднеазиатской архитектуры — Хивы, было уникальным, и ни один из участников не забудет впечатлений от этой неповторимой области СССР и того чувства прикосновения к истории, которое навевает это место.

К сожалению, я не смог участвовать в одной из встреч в Новосибирске — я затрудняюсь вспомнить год и контекст встречи, — однако помню, что сказал профессору ван Вейнгаардену: «Но Новосибирск зимой — это же холодное приключение!», на что ван Вейнгаарден

ответил: «Если Новосибирск, то глубокой зимой», — и я немедленно изменил свое мнение: он был совершенно прав.

Прошли годы, прежде чем мне снова удалось побывать в Новосибирске. В 1983 году фирма IBM проводила там выставку, и я был приглашен выступить с докладом. Разумеется, я выбрал область основных своих интересов в то время, абстрактную архитектуру, но представил и второй доклад, по истории календаря. Чувствовалась насыщенная атмосфера чистой науки и острого интереса, атмосфера, самой сути которой Андрей, несомненно, способствовал.

Трудно представить, что мы потеряли Андрея, — а как же, должно быть, его не хватает в Новосибирске.

Бесценный опыт общения*

В. П. Ильин

В 2003 г. московским издательством «Наука» был опубликован очень нужный, на мой взгляд, сборник статей «История информатики в России. Ученые и их школы». Эта книга продолжает серию изданий по истории информатики, осуществленных в значительной степени на энтузиазме Якова Ильича Фета, и я для нее написал «заказную» статью о феномене зарождения и бурного развития сибирской вычислительной информатики.

Ее мировое признание в первую очередь обязано трем выдающимся ученым и ярким личностям: Гурию Ивановичу Марчуку, Андрею Петровичу Ершову и Николаю Николаевичу Яненко, — создавшим свои фундаментальные научные направления, блестящие математические школы и крупные коллективы единомышленников. О роли личности в истории вообще и в науке в частности много уже написано. Международная практика знает много примеров, когда новые научные институты формировались под конкретными активными ученых-директоров, и этот опыт, как правило, имел положительные результаты. Истории научных карьер, в хорошем смысле этого слова, Г. И. Марчука, А. П. Ершова и Н. Н. Яненко полностью подтверждают успешность такой концепции.

* В этой книге публикуется только та часть воспоминаний, которая относится непосредственно к А. П. Ершову.

Когда Евгения Николаевна Верховская — энтузиаст проекта издания воспоминаний ветеранов Академгородка — обратилась ко мне с предложением внести свой вклад в это благородное дело, я решил продолжить свой предыдущий мемуар, перенеся акцент с научных проблем на общечеловеческие и личностные. Мне посчастливилось стать учеником Гурия Ивановича и при этом по несколько лет работать в отделах под руководством Николая Николаевича и Андрея Петровича. Они все трое были (а Гурий Иванович — и есть) яркими индивидуальностями, обладающими тем, что сейчас называется «харизмой», и подтверждающими собой известный тезис о том, что если человек талантлив, то он талантлив во всем. И предлагаемые строки — это дань восхищения моими учителями с выражением благодарности за бесценный опыт общения.

Становление Вычислительного центра СО АН СССР

ВЦ СО АН СССР юридически начал свое существование 1 января 1964 года, а до этого он входил в состав Института математики с вычислительным центром — такое было длинное официальное название. Располагался ВЦ в здании на Морском пр., 2, но его единственная тогда ЭВМ М-20 находилась в Институте геологии и геофизики. Первым большим делом нового коллектива было строительство собственного здания на проспекте Науки, 6 (теперь пр. Лаврентьева). Точнее говоря, это была кардинальная перестройка уже стоявшего корпуса Института патологии кровообращения, воздвигнутого по специальному проекту для знаменитого хирурга Е. Н. Мешалкина. Ввиду его принципиальных расхождений с Председателем СО РАН по статусу этого института реализация грандиозного проекта была приостановлена на 30 лет (теперь точно такой корпус стоит на станции «Сеятель»), а стены запланированных операционных, больничных палат и морга начали сносить и перекраивать.

По рекомендации Г. И. Марчука я тогда был избран секретарем комсомольской организации ВЦ, и несколько месяцев мне пришлось организовывать субботники и воскресники по переноске неисчислимых тонн строительного мусора, на которых личный пример директора был одним из стимулирующих факторов. С огромным энтузиазмом отметили новоселье, получили благословение Михаила Алексеевича Лаврентьева и начали создавать сибирскую вычислительную информатику.

Андрей Петрович Ершов, создавший ядро отдела программирования еще в Москве, был в Академгородке одним из популярнейших

ученых. Этим он обязан, кроме своего обаяния, системе АЛЬФА – грандиозному проекту русского варианта языка АЛГОЛ с оптимизирующим транслятором и программным инструментальным окружением, реализующим многие опережавшие свое время идеи: комплексная арифметика, векторно-матричная алгебра и т. д. Я с большим удовольствием ходил на публичные лекции Андрея Петровича по языку АЛЬФА, блестящие по форме и собиравшие сотни слушателей из разных институтов.

Отдел программирования включал десятки талантливых молодых людей (иных уж нет, а те далеке), отличавшихся оригинальным менталитетом, особым профессиональным юмором и, конечно, подвижническими круглосуточными бдениями. Тогда не было слова «хакер», появившегося в 90-е годы вместе с персональными компьютерами. Но мои наблюдения говорят, что феномен программиста, которому общение с компьютером заменяет остальной бренный мир, – это явление международное и существовавшее всегда.

Очень интересен и своеобразен был программистский фольклор, кто-то даже собирал коллекцию анекдотов и шуток, но этот раритет оказался, к сожалению, утерян. Вообще тогда были очень популярны такого рода издания, и по рукам ходили дефицитные книжки «Физики шутят», «Физики продолжают шутить», написанные под руководством В. Ф. Турчина из Обнинска, а также «Мифический человеко-месяц» Ф. Брукса из США.

Известный постулат «кадры решают все» неоспорим, и подбор команды энтузиастов-единомышленников стал первым личным успехом А. П. Ершова. Трудно перечислить все фамилии, но здесь нельзя не назвать Геннадия Кожухина и Игоря Поттосина, которые были единственными на «ты» с шефом и олицетворяли собой «старший офицерский состав», обеспечивший триумф такого коллективного (сейчас говорят – корпоративного) проекта АЛЬФА. Без преувеличения, по своему влиянию на жизнь всех институтов внедрение системы АЛЬФА в массовую эксплуатацию – это крупнейший научно-практический результат Академгородка и Сибирского отделения 60-х годов.

Душой отдельской команды был, конечно, А. П., игравший на гитаре, писавший стихи, основавший существующий по сей день интеллектуальный кофе-клуб и постоянно генерировавший новые идеи. После АЛЬФЫ появился суперпроект БЕТА, языки СИГМА, ЭПСИЛОН и различные системы программирования, благодаря которым и возникла сибирская информатика, получившая сразу международное

признание. В этом также главная заслуга Андрея Петровича, который со своим свободным английским, высокой образованностью и коммуникабельностью после участия в первых международных конференциях нашел много единомышленников и друзей среди мировой элиты и пионеров программирования.

Наиболее значимый мировой форум программистов — это Конгресс ИФИП — международной федерации по информационным процессам, собирающий раз в 3 года тысячи специалистов. За право его организации между странами существует конкуренция, как за проведение Олимпийских игр. Здесь А. П. Ершов стал одной из ключевых фигур, а его пленарные доклады неизменно были в центре внимания.

Проводимые им в Новосибирске и других городах Всесоюзные конференции по программированию собирали невиданное количество участников со всех республик. А налаженные в Академгородке творческие контакты с ведущими зарубежными центрами, взаимные визиты и обмен литературой стали неперенными атрибутами жизни отдела программирования.

Андрей Петрович гордился своей профессией и неоднократно в дискуссиях подчеркивал: я — математик. И не случайно он был награжден одной из самых престижных отечественных математических премий имени А. Н. Крылова — за пионерную работу по смешанным вычислениям. Его личные результаты в теории и методологии программирования, а также ответственная общественная позиция сыграли одну из определяющих ролей в становлении информатики в нашей стране как фундаментальной науки. Не без труда были закончены споры о том, что такое программирование — наука, искусство или ремесло? Кстати сказать, у А. П. Ершова была поразительная техника программирования. Я застал его уже в пору, когда он только руководил крупными проектами и к ЭВМ практически не подходил. Но мне показывали написанную Андреем Петровичем в молодости программу на языке АЛГОЛ для решения систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса. Это было настоящее эстетическое произведение: так же как для математика есть неформализуемое понятие «красивая теорема», так и в информатике «красивая программа» связана с оригинальностью решения, изяществом формы и краткостью — сестрой таланта.

Забегая вперед, можно поднять нетривиальную научно-философскую и драматическую проблему: почему такой блестящий проект, как система АЛЬФА с русскоязычным вариантом АЛГОЛа, исторически не выжил в борьбе за существование с «английскими» язы-

ками программирования? Думал ли А. П. Ершов, что поскольку идея создания единого общечеловеческого языка эсперанто не получила международной поддержки, то и программное обеспечение ЭВМ в разных странах будет базироваться на национальных языках? Так или иначе, но свершившимся фактом стало то, что «broken English» (ломаный английский) стал не только языком общения всех программистов мира, но и рабочим языком важнейших конференций по всем наукам. Имеющиеся исключения — в Бразилии, например, в течение нескольких десятилетий успешно развиваются программы на португальском языке — только подтверждают общее правило. Напрашивается патриотическая идея: делать программное обеспечение двухверсионным — на международном и на национальном языках, но целесообразность таких проектов надо оценивать не только социально-политически, но и экономически.

Чтобы представить общественную атмосферу в Академгородке 60-х годов, я расскажу про одно «политическое дело», имевшее широкий резонанс во всей нашей стране. Сейчас вторая половина шестидесятых годов в СССР характеризуется как «конец хрущевской оттепели» или «застойные (другая версия — застольные) брежневские времена». В 1968 г. группа из 46 академгородошных интеллигентов, в их числе несколько коммунистов, написала (кто-то написал, а остальные подписали) коллективное письмо в защиту преследуемых советскими властями четырех диссидентов — А. Гинзбурга¹⁵⁹ и других. Официально обращение адресовалось первым государственным лицам, но оно незамедлительно попало за границу и было озвучено «вражескими» радиоголосами. Это уже рассматривалось как полукриминал, и в Академгородке началась кампания публичного осуждения «подписантов». Среди них оказался молодой сотрудник отдела программирования ВЦ Валерий Меньщиков (будущий депутат Государственной думы РФ) — активный комсомолец, альпинист и душа любой компании.

В Вычислительном центре было организовано партийно-комсомольское собрание, призванное осудить (и наказать) В. Меньщикова. В битком набитом конференц-зале состоялись жаркие дискуссии, в которых жесткой позиции старших товарищей пытались

¹⁵⁹ Александр Ильич Гинзбург (1936–2002) — журналист, общественный деятель, «диссидент». Издатель поэтического альманаха «Синтаксис» (1959), сборника «Белая книга», распорядитель фонда помощи политзаключенным А. Солженицына (1974). Трижды судим. В 1979 году в числе прочих политзаключенных был обменян на двух советских разведчиков, провалившихся в США.

противостоять некоторые демократически настроенные личности. Запомнился такой эпизод. Выступает молодой Александр Нариньяни (сын знаменитого в СССР журналиста из газеты «Правда», а сам в будущем — один из основателей теории распараллеливания и искусственного интеллекта в программировании) и говорит, что вот Н. Н. Яненко требует слишком уж крутых мер и вообще ведет себя неинтеллигентно. Последовала мгновенная реакция Николая Николаевича, который, стоя (стульев для многих не хватало), выпятил грудь и буквально крикнул: «Как, я не интеллигент?! Я вызываю вас на дуэль!» Затихший зал опешил, так как этот вызов прозвучал на полном серьезе. Далее конфликтную ситуацию удалось сгладить, а персональное дело закончилось объявлением Меньшикову «строгого выговора с занесением в личное дело».

Примерно через неделю в институте состоялось уже закрытое партийное собрание, на котором обсуждалась (точнее — осуждалась) в целом акция «подписантов», среди которых было много ученых, работающих по совместительству в НГУ. Я был тогда секретарем партийной организации ВЦ и вел это собрание. Как выяснилось после многочисленных выступлений, только двое были за принятие мягких мер — Гурий Иванович и я. Помню свои попытки призвать к милосердию, ссылаясь даже на ленинский пример: как раз перед этим в журнале «Новый мир» вышла публикация о Борисе Савинкове, который по нескольким статьям был приговорен за террор к смертной казни, но потом по предложению Ленина был оставлен в живых. Общая же атмосфера нашего собрания накалялась по мере эмоциональных речей Н. Н. Яненко и некоторых других, призывающих разделиться с теми, кто позорит честь советского ученого и гражданина: подписавших письмо членов КПСС из партии исключить, ведущим занятия в университете — запретить преподавание, а остальным — в своих институтах принять самые суровые санкции. Недавно я узнал от одной из жертв этой кампании — Евгения Вишневого (известный автор многих книг, пьес, спектаклей, радио- и телепередач), который тогда нигде «не состоял», что он был подвергнут «исключительной» мере наказания — исключению из рядов ДОСААФ.

Г. И. Марчук обладал не только бесспорным научным авторитетом, но и ораторским даром увлечь людей. Однако в этот раз его заключительное выступление было уже бессильно успокоить перевозбужденную публику. В итоге открытым голосованием почти единогласно была принята самая «ястребиная» резолюция, причем произошел беспрецедентный в истории случай — против голосовали

только директор института и секретарь парторганизации. Сразу после собрания Гурий Иванович пригласил меня в свой кабинет, и я стал свидетелем редкой сцены, когда он, никогда не знающий поражений, анализировал свои ошибки: взволнованно ходил и вслух сам с собой рассуждал, что надо было ему не упускать инициативу, а выступить вначале, задать нужный тон собранию и повести коллектив за собой.

Звездный час сибирской информатики

Условно период возмужания Вычислительного центра можно отнести к 1969 году. Во-первых, в этот год Г. И. Марчук стал заместителем председателя СО АН СССР, что свидетельствовало об укреплении не только его личного рейтинга, но и новой науки в целом. Во-вторых, тогда же в ВЦ начала работать БЭСМ-6 (заводской номер 3), что значительно подняло уровень вычислительных мощностей и статус самого ВЦ в стране. Эта машина относилась уже к третьему поколению, и ее быстродействие достигало одного миллиона операций в секунду (1 мегафлоп, что тогда казалось пределом мечтаний — ведь всего 10 лет назад ЭВМ «Урал-2», которую я еще застал в Обнинске, выполняла только 100 операций в секунду).

Из серьезных практических результатов отдела программирования этого периода следует назвать систему АЛЬГИБР, которая реализовывала трансляцию программ с языка АЛЬФА на ЭВМ М-220, но при этом генерировала исполняемый код в машинных командах БЭСМ-6. Далее туда же по каналу передавались готовые программы, и на БЭСМ-6, которая играла роль быстрого арифмометра, осуществлялись сами расчеты. Этот реально и очень эффективно работавший проект стал предтечей современных распределенных вычислений на компьютерных сетях.

Ради исторической справедливости надо отметить, что у системы АЛЬГИБР был и предшественник — автоматическая информационная станция АИСТ-0. Это детище Андрея Петровича и его учеников-соратников идеологически было безоговорочно пионерной системой разделения времени. Но данная разработка опередила свое время, так как могла быть осуществлена только на ЭВМ второго поколения типа М-20 и Минск-22. Кто-то метко пошутил: это было сравнимо с постановкой ракетного двигателя на телегу. Система АИСТ-0 действительно функционировала, и по ней были защищены диссертации, но дальше опытной эксплуатации дело не пошло, а неумолимый ход времени привел ее к демонтажу.

Однако ведущие мировые позиции отдела программирования, а он их бесспорно занимал, были обязаны отнюдь не практическим работам, а в первую очередь фундаментальным результатам в теории и методологии программирования, что и привело к становлению новой науки — информатики. Да и само это слово вошло прочно в русский и английский языки не без активного вмешательства А. П. Ершова.

Андрей Петрович добился серьезных результатов по теории операторных схем, и они имели заметный вес в его докторской диссертации. Кстати говоря, выступавший на ее защите оппонентом С. С. Лавров из Ленинграда назвал себя учеником Андрея Петровича.

Впоследствии теоретические проблемы информатики, несмотря на косые иногда взгляды со стороны, заботливо вышестовывались в отделе программирования, и благодаря этому данное направление по сей день в Академгородке идет в ногу со временем.

Два закадычных друга — Вадим Котов и Александр Нариньяни, — закончившие вместе МИФИ на пару лет позже меня, — начали в отделе программирования новые фундаментальные направления по теории распараллеливания и искусственному интеллекту. Они воспитали своих учеников и сформировали лаборатории, ставшие основами будущих институтов.

Одни из серьезнейших результатов отдела относились к методам и технологиям трансляции программ. Здесь большой личный вклад и Андрея Петровича, и многих его учеников, но наиболее целенаправленно в этом направлении работал И. В. Поттосин, именно по данной теме защищавший докторскую диссертацию и организовавший свою лабораторию.

Большим успехом и признанием заслуг отдела А. П. Ершова явилось в 1972 г. создание на его базе второго отпрыска ВЦ СО РАН — ИТМиВТ — Новосибирского филиала института точной механики и вычислительной техники, который возглавил молодой кандидат наук Владислав Катков, а после его отъезда в Минск — Геннадий Чинин.

Московский ИТМиВТ — это знаменитый институт, возглавляемый в начале 50-х годов М. А. Лаврентьевым, а затем по его рекомендации — С. А. Лебедевым, главным (не по формальности, а по существу) конструктором советских ЭВМ: от самой первой — МЭСМ, до самой лучшей — БЭСМ-6. Однако в начале 70-х годов проект нового отечественного суперкомпьютера БЭСМ-10 уступил в острой конкурентной борьбе возглавляемому В. Бурцевым проекту ЭЛЬБРУС (злые

языки называли его Эль-Бэрроуз, по имени популярной тогда западной ЭВМ, одна из версий которой, кстати, работала в ВЦ СО АН СССР). Главной целью НФ ИТМиВТ являлась разработка программного обеспечения для ЭЛЬБРУСов. Вскоре девятиэтажное здание нового института выросло рядом со своей альма-матер и стало не только заметным архитектурным сооружением Академгородка, но и единственной в СССР крупной организацией, направленной профессионально на системное программирование. Андрей Петрович предрекал появление в мире таких специализированных предприятий – создателей информационных технологий.

А. П. Ершов был, безусловно, выдающимся ученым, одним из основателей информатики в мире и ее знаменитой школы в Сибири. Но, возможно, главное его историческое достижение – это школьная информатика. Да и этот термин, наряду с такими, как компьютерная грамотность, информатизация общества и т. д., был в течение многих лет предметом его активных публичных выступлений в прессе и на различных научных форумах. Поразительно, что он осознал эти будущие социальные тенденции задолго до появления массовых дешевых персональных компьютеров, совершивших информационно-техническую мировую революцию де-факто.

Андрей Петрович начал сотрудничать со школами, нашел молодых ученых – энтузиастов работы с детьми, и вскоре стали появляться первые программные разработки, учитывающие разные дидактические и психологические нюансы педагогической науки. В коридорах Вычислительного центра стали слышны временами звонкие детские голоса, и надо сказать честно, эти стайки ребятишек у некоторых серьезных взрослых вызвали недоумение и даже раздражение. А. П. Ершову удавалось парировать случающиеся иногда на заседаниях замечания о том, что ВЦ – это не детский сад, но такие факты свидетельствуют, что пионерам информатики доставались не только лавры, но и тернии.

Драматическая и даже трагическая судьба сложилась у Геннадия Звенигородского – талантливого ученика Андрея Петровича. Он был беззаветно предан идее школьной компьютеризации, днями и вечерами возился со смышленными ребятами. Но при этом Звенигородский был вдумчивым ученым и сделал ряд профессиональных программных разработок, ориентированных на обеспечение образовательного процесса. На основе своих результатов он представил кандидатскую диссертацию, наверное, первую в нашей в стране по данному направлению. Работа нашла широкую поддержку среди научной об-

щественности. Я был одним из официальных оппонентов по диссертации и в своем отзыве подчеркивал, что она, безусловно, удовлетворяет всем требованиям специальности именно «математическое и программное обеспечение ЭВМ». Однако на заседании Ученого совета по защите, который вел И. М. Бобко, ввиду отсутствия его председателя Г. И. Марчука, произошел беспрецедентный случай. При полном отсутствии критических замечаний тайное голосование оказалось провальным: только четыре голоса было «за», а подавляющее большинство — «против». После скомканной в мрачной тишине официальной церемонии Андрей Петрович потребовал закрытого заседания совета, на котором состоялась нелестная дискуссия по этическим мотивам голосования. Некоторые настаивали на своем праве голосования «по цвету галстука» диссертанта: не понравился, и все. Любопытно, что к Андрею Петровичу потом поодиночке подходило несколько членов совета, которые ему конфиденциально сообщали, что голосовали «за», причем количество таких доброжелателей никак не стыковалось с результатами голосования. Случившийся скандал оказался ушатом холодной воды для всего отдела программирования и для А. П. Ершова лично. Г. Звенигородский отказался переделывать диссертацию и представлять ее заново. Через три года он написал совершенно новую диссертационную работу, которая успешно прошла все необходимые стадии апробации. Однако за неделю до уже назначенного дня защиты Звенигородский заболел скоротечной формой гриппа и умер.

Яркие личные впечатления об Андрее Петровиче у меня сложились во время двухнедельной поездки в 1980 г. на Конгресс ИФИП, первая часть которого проходила в Токио, а вторая — в Мельбурне. В программу Конгресса был включен наш совместный с Г. И. Марчуком доклад по распараллеливанию алгоритмов. А поскольку он поехать не смог, то я был включен в состав советской делегации, которая насчитывала около десяти человек и возглавлялась патриархом отечественной информатики А. А. Дородницыным. Командировка была исключительной как по своей научной значимости, так и по эмоциональному воздействию. Не обошлось и без забавных приключений, особенно в Сингапуре, где мы делали вынужденную однодневную остановку. В А. П. Ершове меня поразили, прежде всего, юношеская непосредственность и неподдельный интерес к совершенно необычным для нас культурам — японской, австралийской и китайско-малайской. А еще, к моему удивлению, он оказался страшно азартным игроком. Тогда в Токио в многочисленных залах игровых автоматов была популярная

игра «починко». На мой взгляд, она была совершенно дурацкая: человек играет не с соперником-человеком, а с автоматом, да и выиграть там было практически невозможно. Но тем не менее я наблюдал мимоходом, что сотни фанатов сидят перед этими автоматами, непрерывно дергая рычаги для управления множеством прыгающих шариков. Так вот, Андрей Петрович часами торчал в этих залах по вечерам и увлеченно рассказывал, как это интересно с точки зрения теории вероятности (надо сказать, что в этом хобби он нашел единомышленника в лице В. Е. Котова).

У Андрея Петровича одна пионерная работа выполнена вместе с Г. И. Марчуком. Это был их доклад на конгрессе ИФИП в 1968 г. в Нью-Йорке, посвященный проблеме диалогового взаимодействия человека и ЭВМ при решении задач математической физики. В этом направлении достигнут огромный мировой прогресс за последнее десятилетие, но многие актуальные вопросы ждут своего решения и по сей день.

С А. П. Ершовым у меня была опубликована только одна совместная работа. Это случилось в 1978 году, когда я уже стал заведующим отделом математических задач физики и химии. Статья называлась «Пакеты прикладных программ как технология решения прикладных задач». Данная тема тогда была очень актуальной и новой, связанной с зарождением индустриализации в разработке прикладного математического обеспечения ЭВМ. Рассматриваемые вопросы лежат на стыке системного и прикладного программирования. Мы сначала сделали совместный доклад на институтском семинаре, который собрал полный конференц-зал и вызвал многочисленные дискуссии методологического и даже философского плана.

Я хочу остановиться на общественной концепции Андрея Петровича. По своему характеру он никоим образом не относился к кабинетным ученым, не сторонился политических вопросов, и жизненная позиция была у него чрезвычайно активная. Однако А. П. Ершов принципиально не вступал в ряды коммунистической партии, хотя это ему неоднократно предлагали. Не был он и оппозиционером, или диссидентом, как это называлось в советское время. Тогда партия и правительство были «близнецы-братья», и он относился к ним достаточно лояльно. А по поводу проблем школьной информатики, когда она стала приобретать всесоюзный размах, Андрей Петрович даже имел личную встречу с Генеральным секретарем ЦК КПСС, на которой он докладывал научное обоснование Государственной программы компьютеризации образования.

В терминах восьмидесятилетней давности он был «беспартийным большевиком». Власть и идеология тогда, как и почти всегда в истории России, были утилитарны, а для него ощущение личной свободы было очень важным.

Андрей Петрович был абсолютно тактичен, и я никогда не слышал от него ни повышенного тона, ни резкого слова. Но в исключительных случаях он мог проявить твердую позицию и даже высказать нелिцеприятное суждение. Однажды, уже после отъезда Г. И. Марчука в Москву, он в сердцах на заседании нашего Ученого совета обронил, что проблемы школьной информатики он обсуждал на самых высоких уровнях, даже с Генсеком КПСС, но ни разу — с руководством СО АН и своего института. А в адрес председателя Сибирского отделения как-то сказал: «Коптют мне не интересен». Наверняка, это было связано с тем, что Валентин Афанасьевич — химик по специальности — не мог уделять информатике столько внимания, как Гурий Иванович.

Ярким примером профессионализма, гражданственности, патриотизма и ораторского искусства А. П. Ершова явилось его публичное выступление в переполненном зале Дома культуры «Академия» в 1987 году. Это было организованное небезызвестным в свое время ультрапатриотическим обществом «Память» сборище с интригующей афишей: «Компьютеризация: магистрали и тупики. Кому это выгодно? Судьбы отечественных школ. ЭВМ и культура — выбор пути. Правда и домыслы об искусственном интеллекте». Тогда было смутное перестроечное время с лигачевским сухим законом и вырубанием виноградников, с началом ельцинско-горбачевского противостояния, приведшего к развалу Союза, с опьяняющим чувством свободы слова в СМИ, приведшего к охаиванию всего и вся, в том числе «замахревшей» отечественной Академии наук.

И вот 25.01.1987 г. в зале ДК «Академия» в течение 4-х часов нагнетались страсти, лейтмотивом которых было следующее: «Что мы вкусили за огромные расходы на вычислительную технику?.. Общение с ЭВМ на жаргонах иностранных языков (фортран и другие) — это проникновение буржуазной идеологии. Работать на английской клавиатуре — это все равно, что воевать на немецких «тиграх» и «пантерах». Нам нужны национальные, а не международные стандарты! Советский Союз — не 51-й штат США!».

В конце такого непрогнозируемого заседания слово было предоставлено А. П. Ершову как профессиональному специалисту. В интеллигентной, но твердой форме он за отведенные ему минуты сумел

все поставить на место. Реабилитировал ряд клейменых отечественных проектов и фамилий. Сказал о естественности гражданского порыва и возникающей при этом ответственности. Упомянул о встречающихся провокаторах общественного беспокойства. Тактично отметил у выступавших ряд передержек, свидетельствующих о неосведомленности в обсуждаемых вопросах.

У данного собрания было одно забавное последствие. Я на нем не выступал, но опубликовал по его следам в газете «За науку в Сибири» полемическую статью под названием «Кому это выгодно?». Там я образно написал, вспомнив средневековых луддитов, что мне казалось: вот-вот разгоряченная публика кинется из зала громить по институтам зарубежные компьютеры. Так несколько месяцев спустя знаменитый поэт Андрей Вознесенский в «Литературной газете» напечатал большую статью на не помню какую острую тему, где в пылу дискуссии вполне серьезно написал: «Представляете, до чего уже дошло — в Новосибирском Академгородке дубинами бьют компьютеры!!!».

Может показаться парадоксальным, но один раз беспартийный А. П. Ершов возглавлял комиссию обкома КПСС. Здесь дело касалось жизненно важного для него вопроса, имевшего свою предысторию. В 1978 году на «высшем» уровне обсуждался вопрос о создании в Новосибирске первого в стране Института информатики Академии педагогических наук. Инициатором был, естественно, Андрей Петрович, но организационное обеспечение этого проекта осуществлялось Г. И. Марчуком. Летом того года проводилось очередное выдвижение кандидатов в Академию педагогических наук. В Вычислительном центре экстренно было проведено расширенное заседание Ученого совета, с представителем Новосибирского обкома партии. Здесь неожиданно для многих было объявлено, что на звание члена-корреспондента АПН рекомендуется будущий директор Института информатики этой академии И. М. Бобко (который до этого отнюдь не был приверженцем школьной информатики). А. П. Ершов это предложение поддержал, голосование прошло единогласно, вскоре в Москве все утвердили, и Игорю Максимовичу пришлось резко поменять профессию. Он взялся активно за формирование нового института, которому выделили здание на левом берегу Оби, и туда естественным образом перешло несколько соратников-учеников Андрея Петровича, профессионально занимавшихся компьютеризацией образования.

Однако через некоторое время из Института информатики АПН стали поступать письма (в обком КПСС), что «не все ладно в датском королевстве». Была создана соответствующая комиссия, которую предложили возглавить А. П. Ершову, а он попросил меня принять участие в ее работе. И мы фактически вдвоем несколько недель ездили в этот институт, слушали конфликтующие стороны, изучали документы, после чего было выработано решение комиссии с замечаниями и предложениями.

Вместо эпилога

Цель моих воспоминаний — показать на живых примерах личного творчества и коллегиальных взаимоотношений трех выдающихся ученых, многие годы работавших бок о бок, как делается история науки. Триумвират Марчук — Ершов — Яненко сыграл исключительную роль в становлении и развитии вычислительной математики и информатики — сибирской, советской и мировой. Здесь явно сыграл роль синергетический фактор: вне зависимости от воли этих трех создателей школ и направлений, их творческие итоги значительно превышают ту гипотетическую механическую сумму отдельных результатов, которые могли бы быть получены в изолированном существовании. Взаимообогащение идей, каталитическое воздействие общения на семинарах и в дискуссиях, явный или неявный дух здорового соперничества — это «нелинейные эффекты», обусловившие феномен беспрецедентного бурного развития всех вычислительных наук и самой животворящей атмосферы в Вычислительном центре 60—70-х годов.

Конечно, после этого жизнь не остановилась и научно-технический прогресс в Computer Science не обошел нас стороной, но это уже сюжет другого рассказа. А закончить его хотелось бы на оптимистической ноте, хотя здесь придется упоминать и о печальных событиях.

Андрей Петрович Ершов оказался свидетелем прижизненного триумфа своих идей и собственной научной школы. Его ученики создали и возглавили два новых научных института в Академгородке. У А. П. Ершова была неоднократно озвученная им мечта о создании большой высокопрофессиональной программистской организации — Software House. Можно сказать, она была осуществлена в упоминавшемся Новосибирском филиале Института точной механики и вычислительной техники, где уникальный многосотенный коллектив создавал компиляторы и операционные системы для советских засек-

реченных компьютеров. Второе детище — Институт систем информатики (ИСИ), который сейчас носит его имя и несет знамя (или бремя) теоретических и системных программных разработок в Сибирском отделении РАН. Здесь по-прежнему сильны международные связи, именно благодаря авторитету А. П. Ершова поступает из-за рубежа большой объем литературы, регулярно проводятся международные конференции и летние школы юных программистов. Кафедра программирования НГУ — одна из самых востребованных студентами. Ирония или знак судьбы: кафедру и сам ИСИ СО РАН сейчас возглавляет старший сын Гурия Ивановича А. Г. Марчук, а мемориальные доски А. П. Ершова и Н. Н. Яненко — антиподов по характеру — висят рядом на здании бывшего Вычислительного центра.

К Андрею Петровичу в 57 лет подкралась неизлечимая болезнь. Незадолго до последней поездки в Москву на операцию он в своем кабинете угощал меня кофе. Мы проводили неспешное обсуждение каких-то задач, которое планировали закончить после его возвращения....

Для заключения очень подходят вдумчивые стихи А. П. Ершова, которые он написал 12 октября 1985 г.:

Человеческая жизнь —
это краткий эпизод
в книге истории.
И в то же время
история — это всего лишь фон,
на котором человек
пишет книгу своей жизни.

* * *

В. Л. Катков

С Андреем Петровичем Ершовым я познакомился тридцать лет тому назад, когда молодым специалистом прибыл на работу в Сибирское отделение АН СССР. Довольно скоро под его непосредственным влиянием и при участии я был обращен в программистскую веру и

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции.

вся моя дальнейшая работа в Сибири проходила в тесном контакте с ним.

Пожалуй, начало 60-х годов было наиболее интересным периодом в жизни А. П. Ершова, когда молодой энергичный завлаб приехал в только что открытый научный центр Сибири вместе со своими сотрудниками и развернул работу по созданию одного из первых в стране трансляторов с языка типа Алгол 60, получившего название Альфа-транслятор. Проект выглядел довольно амбициозным по тем временам: создать систему программирования, превосходящую все известные системы такого рода как по уровню входного языка (Альфа-язык), так и по качеству получающихся программ. Если вспомнить, что программирование тогда велось в основном в машинных кодах и лишь кое-где применялся ассемблер, то станет ясной вся «утопичность» поставленной цели. Трудности усугублялись еще и тем, что в то время методы трансляции с языков высокого уровня находились в зачаточном состоянии, а целевая и инструментальная машина (М-20) выглядела смехотворно маломощной для такого проекта (быстродействие 20–40 тыс. операций/с, оперативная память 16–18 кбайт).

Тем не менее эти трудности не остановили А. П. Ершова и его единомышленников. При активной поддержке начальства – академиком С. Л. Соболева и Г. И. Марчука работы развернулись широким фронтом и уже через 2–3 года началась комплексная отладка транслятора. Очень сильно задерживала работу низкая надежность аппаратуры: достаточно сказать, что время бесбойной работы машины составляло 15–20 мин, в результате чего приходилось организовывать двойной–тройной счет, запоминать информацию в контрольных точках и принимать другие меры по повышению надежности счета.

Параллельно с разработкой транслятора А. П. Ершов активно пропагандировал Альфа-язык и систему в целом в качестве рабочего инструмента программирования. Под влиянием агитации автор этих строк начал писать свои программы на Альфа-языке, за что и «поплатился»: в период опытной эксплуатации Альфа-транслятора на его программах было выловлено около трети ошибок транслятора, в основном в связи с нарушением различных количественных ограничений.

Андрей Петрович творчески относился к любой программистской деятельности, даже на первый взгляд технической. Например, большое впечатление на меня произвел его доклад по итогам разработки Альфа-системы. По существу, это была одна из первых работ в Союзе по программометрии: на большом статистическом материале, накопленном при разработке транслятора, были даны достоверные оценки трудозатрат, стоимости ошибок на различных фазах жизненного цикла системы, оценки качества созданного транслятора и генерируемых им программ и т. д.

Не менее интересной была организация работ в Альфа-проекте. Хирургическая бригада за рубежом появилась гораздо позже, а в Альфа-проекте ее контуры были видны уже достаточно отчетливо. Тогда же систематически применялись сухие прокрутки программ за столом, то, что в 70-е годы вылилось в инспекции кода, сквозные просмотры и статическую отладку программ. Одновременно с Альфа-транслятором создавалось его окружение, прежде всего, символичный отладчик, так что уже в то время речь шла о создании не только транслятора, а, по существу, интегрированной среды разработки программ.

Об этом периоде деятельности А. П. Ершова можно сказать, что многие идеи, реализованные в Альфа-системе, носили пионерный характер и заложили фундамент будущей сибирской школы программирования, навсегда связанной с именем ее создателя — Андрея Петровича Ершова.

* * *

Д. Кнут

Редакторы попросили меня поделиться своими воспоминаниями об Андрее Ершове. Хотя мы с Андреем жили на разных концах Земли и нас разделяло почти 12 часовых поясов, его жизнь оказала на мою значительное положительное влияние.

Это началось еще когда я был студентом последнего курса института Case Institute of Technology. Тогда только появилась книга Ан-

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции. Перевод с английского Т. М. Бульонковой.

дрия «Программирующая программа для БЭСМ», и мы, группа студентов, смогли убедить преподавателя русского языка включить ее в курс в качестве одного из двух сборников текстов для изучения научной лексики. Для нас это был замечательный опыт работы, поскольку многие технические компьютерные термины нельзя было найти в наших словарях, и даже преподаватель о некоторых из них раньше вообще не слышал! Мы почувствовали, что видим настоящий русский язык в том виде, в каком он действительно используется в науке; книга произвела на нас намного более сильное впечатление, чем второй текст, в котором говорилось о спутниках и исследовании космоса.

Эта книга не только помогла мне лучше освоить русский язык; из нее я узнал интересные алгоритмы оптимизации компилятора. На самом деле ранняя работа Андрея, которая послужила толчком к созданию этой важной области компьютерной науки, до сих пор вызывает интерес. Его метод изложения материала также оказался весьма значимым: блок-схемы, представленные впервые в его книге, я впоследствии использовал для иллюстрации процесса выполнения программы в своей статье «Блок-схемы, построенные компьютером»¹⁶⁰ и в серии книг «Искусство программирования»¹⁶¹.

Первая личная встреча с Андреем произошла на конференции Рабочей группы ИФИП, где готовился преемник языку Алгол 60. К тому времени я знал, что Андрей независимо от Джина Амдала изобрел кэширование с линейным числом испытаний — важный алгоритм, изучение которого стало поворотным моментом в моей жизни, поскольку привело меня в область алгоритмического анализа. (См. сноску на стр. 529 моей книги *Sorting and Searching*; в русском переводе эта сноска находится на стр. 628.)

Я слышал также восхищенные разговоры о новых методиках, использованных в проекте языка АЛЬФА, которым занимался Андрей. Поэтому я был крайне рад возможности встретиться с ним лично, тем более что, как выяснилось, он свободно говорит по-английски. Мы провели около двух часов за разговором о компиляторах и языках, пока Андрей копировал на ксероксе многочисленные документы этой конференции.

Впоследствии мы смогли видеться с ним довольно часто, поскольку он регулярно приезжал к Джону Маккарти в Стэнфордский

¹⁶⁰ Computer-based flow charts// Communications of the ACM, 1963, Vol. 5, N 9, P. 555–563.

¹⁶¹ The Art of Computer Programming.

университет. Во время одного из этих визитов был сделан первый шаг к одному из наиболее памятных событий моей жизни, моему участию в симпозиуме «Алгоритм в современной математике и ее приложениях», который состоялся в Ургенче в 1979 году.

Этот симпозиум – паломничество ученых в Хорезм, к месту рождения самого понятия «алгоритм» – стал для меня сбывшейся мечтой. Хотя мы с Андреем официально числились сопредседателями этой встречи, на самом деле Андрей взял на себя 99 % работы, в то время как у меня была возможность расслабиться и наслаждаться происходящим, узнавая множество важного от людей, с которыми я там встречался. Такое бывает лишь раз в жизни, и мне хочется надеяться, что многие другие специалисты в области вычислительного дела смогут принять участие в подобной встрече, если кто-то еще вдохновится примером Андрея.

За эту неделю я узнал его гораздо лучше и был особенно поражен тем, насколько блестяще он справлялся со всеми многочисленными ролями: руководителя конференции, организатора, философа, оратора, переводчика и редактора.

У меня есть немало других воспоминаний, в том числе и о замечательном случае, когда однажды вечером 1983 года мы с женой взяли Андрея на вечер американской кадрили, и он исполнял «Virginia Reel» и «do-si-do», но и того, что уже сказано, вполне достаточно, чтобы понять, насколько важную роль сыграл в моей жизни Андрей.

Во время его последнего визита в Стэнфорд я узнал о громадной работе, которую он вел в последние годы жизни, о революционных изменениях в преподавании программирования миллионам школьников, о чем с восторгом говорили во всем мире. Мы все скорбим о том, что жизни Андрея было предначертано закончиться так скоро, мы восторгаемся тем многим, что удалось ему совершить, и знаем, что многие следующие поколения программистов будут пользоваться результатами его труда.

* * *

В. Е. Котов

Когда в начале 1962 г. мы, группа студентов-дипломников, приехали в Академгородок из Москвы, в Сибирском отделении Академии наук СССР еще не завершился период формирования основных направлений исследований. Научная (в определенной степени и политическая) свобода Академгородка тех лет позволяла ставить и обсуждать задачи самые увлекательные, почти фантастические — расшифровка письменности майя, искусственный разум, ЭВМ миллиардной производительности в спичечном коробке и т. д. Шла борьба за души молодых специалистов, настойчиво обращаемых в свою веру романтиками и энтузиастами еще очень молодых тогда наук — кибернетики, вычислительной математики, вычислительной техники. В кофейно-кибернетическом клубе (ККК) новичку рискованно было не то что выступать, но даже и задавать вопрос: на него обрушивался такой неудержимый поток скептических замечаний и критических оценок его заявления, что он долго потом набирался мужества вновь встать и открыть рот. Из ККК спешили в литературный клуб, на концерты Окуджавы, Галича, Кима и других бардов, на сатирические миниатюры самодеятельных театров, на многочасовые джазовые концерты и выборы Мисс кафе-клуба «Под интегралом».

Естественно, что особым авторитетом у молодежи пользовались наши выдающиеся ученые, члены Академии наук, приехавшие из Москвы и Ленинграда создавать новые научные школы в Сибири. Одним из научных лидеров Академгородка стал и молодой кандидат наук Андрей Петрович Ершов. Программирование как наука еще только зарождалось, главным было не столько решение конкретных задач, сколько их осмысленная научная постановка, а для этого требовались самостоятельность, широкий кругозор, способность заглянуть вперед, одержимость. Андрей Петрович бесспорно обладал всеми этими качествами, но главной его способностью я все же считаю умение удивительно быстро понимать новое и даже предвидеть его. Запомнились на всю жизнь первые впечатления от семинаров лабо-

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции.

ратории программирования. Докладчику позволяли начать сообщение, минут через пять следовал один вопрос, затем другой, кто-то отвечал на вопросы вместо докладчика, потом забывали о докладчике, начиналось активное обсуждение проблемы всем миром и чаще всего была слышна фраза «Дай я скажу, что ты хочешь сказать!». Когда выяснялось, что докладчик никак не может сказать, что же он хотел сказать, выходил А. П. Ершов и все объяснял в течение пяти минут.

Когда подошло время распределения, мы решили остаться в Академгородке, если Андрей Петрович возьмет нас в свою лабораторию. Мы пришли к нему и изложили свои довольно амбициозные и достаточно наивные планы на ближайшее будущее. Но он отфильтровал туманные детали и сразу же поддержал те идеи, которые пусть много позже, чем мы предполагали, но все же стали реализовываться, причем достаточно широко. Он дал нам полную свободу выбора конкретных путей решения поставленных задач, никогда не навязывал своего мнения, если мы не соглашались с ним, не предлагал себя в неперемные соавторы.

Часто Андрей Петрович начинал работать над новыми проблемами тогда, когда другие еще и не задумывались о них. («Нужно сегодня делать то, что все равно придется делать завтра!») Примеров можно привести много — один из первых компиляторов с алгоритмического языка, первая в стране экспериментальная система разделения времени, системы компьютерной подготовки текстов для полиграфии, работы по созданию компиляторов с языков сверхвысокого уровня и разработке интеллектуальных систем программирования, создание теории смешанных вычислений. Но наиболее яркий пример — его пионерные работы в школьной информатике (кстати, отдел А. П. Ершова стал называться отделом информатики в начале 70-х годов, задолго до того, как термин «информатика» получил у нас официальный статус). Многие не могли понять, зачем он тратит столько усилий и времени на работу с детьми, когда вокруг столько важных «взрослых» проблем. Ершову приходилось пробиваться через стену непонимания (даже ближайшего окружения), а иногда и откровенной враждебности. Прошло более десяти лет напряженной работы группы сплотившихся вокруг А. П. Ершова энтузиастов и его неутомимой пропаганды компьютерной грамотности, прежде чем была осознана на го-

сударственном уровне необходимость компьютеризации школы и были официально объявлены соответствующие программы работ.

Человек многих талантов — он играл на гитаре, пел, писал стихи, был прекрасным оратором (в том числе выступая на английском языке) — Андрей Петрович жил с огромным интересом к жизни, легко усваивал самую разнообразную информацию, любил путешествовать, читать. Когда после моих летних походов по Саянам или на Таймыре я возвращался полный новых впечатлений, он подробно расспрашивал о походе и так внимательно слушал, что я не мог остановиться, пока не расскажу все интересное, а он задавал все новые вопросы. Возвращаясь как-то вместе самолетом из Москвы, мы обнаружили, что оба читаем Виктора Астафьева и оба влюблены в его повесть «Последний поклон». Андрей Петрович нашел нестандартное и убедительное объяснение причин успеха повести, кроющихся не только и не столько в ее литературных достоинствах, сколько в «специальной» подготовке советского читателя к ее обостренному восприятию. Этот анализ был сделан на высоком уровне, достойном профессионального литературного критика.

Последняя статья¹⁶² Андрея Петровича в журнале «Коммунист» об инфосфере — яркий пример синтеза многих его талантов — крупного ученого, хорошего публициста, грамотного политика, увлеченного и в то же время мудрого человека. В годы застоя он смог создать вокруг себя «свободную зону», в которой была совершенно другая, чем вовне, здоровая политическая и человеческая обстановка, в которой легче жилось и работалось. Ему было не просто сохранить эту зону до времен перемен к лучшему и может быть поэтому ему самому не привелось пожить в новой, более осмысленной обстановке.

¹⁶² Информатизация: от компьютерной грамотности учащихся к информационной культуре общества // Коммунист. — 1988. — № 2. — С. 82–92.

Светлые годы^{*}

Г. В. Курляндчик

Писать об Андрее Петровиче Ершове — большая ответственность для меня. Но долг перед памятью этого человека, знакомство и работа с которым определили мою судьбу с самой юности, помогает мне преодолеть огромное волнение, чтобы выполнить эту трудную для меня задачу.

Надо просто рассказать, как при всех своих многочисленных талантах ученого и организатора новой области науки Андрей Петрович видел неограниченное значение такого вспомогательного звена как библиотека и как он не жалел своих усилий и средств в создании этого уникального фонда.

Конец февраля 1972 года. Кабинет члена-корреспондента АН СССР Андрея Петровича Ершова. Два письменных стола, полки с книгами на стенах и пять застекленных шкафов с книгами, журналами и сериями отчетов. Я здесь впервые и потрясена обилием и книг, и других материалов в рабочем кабинете заведующего отделением информатики ВЦ СО АН СССР. Мне неизвестно, как должен выглядеть кабинет ученого, но этот больше похож на библиотеку. Я же ничего не знаю об Андрее Петровиче, кроме того, что он научный руководитель моего мужа¹⁶³. Андрей Петрович задает мне вопросы, я отвечаю. Больше всего он доволен моим ответом на вопрос, какой иностранный язык я изучала в школе и институте. Это — английский. Согласно сегодняшней терминологии, такую беседу мы назвали бы «первым рабочим интервью». Когда вопросы ко мне кончились, Андрей Петрович поднимает обе руки, чешет в затылке и задает вопрос уже себе: «Какую же зарплату вам дать? С одной стороны — высшее образование, а с другой — на машинке печатать не умеете...». Мне ясно одно: меня берут на работу!

Я не знала тогда, что эта первая встреча, наш первый разговор определит мою судьбу на долгие годы. Я думала, что мне просто, наконец, повезло и я буду работать, а вот с кем мне посчастливилось работать, я смогла оценить уже позже и никогда не переставала благодарить судьбу за такую удачу.

^{*} © Г. В. Курляндчик, 2005. Написано специально для настоящего сборника.

¹⁶³ Яков Маркович Курляндчик — аспирант А. П. Ершова, позже автор системы «Библиотека», реализованной на персональном компьютере.

Андрей Петрович взял меня в свою лабораторию старшим лаборантом с зарплатой 95 рублей в месяц! А мог и просто лаборантом — на 70 рублей. Значит, он поверил, что я смогу быть ему полезной.

Первые шаги в делопроизводстве научного института мне помогла сделать Антонина Андреевна Кодатко¹⁶⁴, с которой мы сидели в одной комнате. Но очень скоро Андрей Петрович объявил мне, что я должна буду заменить на время декретного отпуска Елену Николаевну Ильину¹⁶⁵, которая стала передавать мне свои дела. Учиться приходилось многому, и, естественно, не обошлось без ошибок, но Андрей Петрович с первого дня был очень терпелив и внимателен ко мне. С его легкой руки все стали называть меня «Галочка», так что рабочая атмосфера была весьма доброжелательная. А какие интересные и прекрасные люди окружали меня все годы работы с Андреем Петровичем! Это были сотрудники его отдела и смежных подразделений Вычислительного центра, других институтов СО АН СССР, его коллеги и ученики из разных городов страны, иностранные специалисты, приезжающие в Академгородок на конференции или для работы, корреспонденты газет и журналов, которых интересовал Андрей Петрович как видный ученый и выдающаяся личность. С одними я уже была знакома, а другие стали моими друзьями на всю жизнь.

Буквально в одну из моих первых рабочих недель Андрей Петрович попросил меня вычитать (т. е. сверить рукописный текст с печатным) текст его статьи «О человеческом и эстетическом факторах в программировании» на английском языке. Когда я нашла несколько маленьких ошибок в печатном тексте, Андрей Петрович остался очень доволен. А для меня Андрей Петрович открылся как ученый, способный видеть общечеловеческие и философские корни в новой тогда профессии программиста. Вскоре он уже поручал мне самой составлять сопроводительные письма для разных материалов, причем не только на русском языке, но и на английском. Поскольку у меня под рукой всегда была папка с копиями отправленных писем (все делопроизводство у Андрея Петровича велось очень аккуратно), то сделать это было легко. Вначале я, естественно, находила подходящее старое письмо, составленное Андреем Петровичем, и брала там ключевые фразы, а потом уже сама знала, что, кому и в каком случае нужно написать.

Однажды Андрей Петрович пригласил меня для другой беседы. Он спросил меня, не возьмусь ли я за организацию его библиотеки

¹⁶⁴ Антонина Андреевна Кодатко — секретарь Игоря Васильевича Поттосина.

¹⁶⁵ Елена Николаевна Ильина — референт Андрея Петровича Ершова в те годы.

после того, когда Елена Николаевна вернется из декретного отпуска. ДА! Мне, внучке и дочери библиотекарей, выросшей среди книг и каталожных ящичков, такое предложение! Это точно судьба! А какое доверие! Ведь эти шкафы в его кабинете и была та самая библиотека по программированию, которая уже в то время представляла большой интерес не только для сотрудников отделения информатики, но и для специалистов в этой области из других институтов Академгородка, ученых из разных городов страны и зарубежных коллег.

Кроме ящичка с картотекой, в котором все читатели библиотеки оставляли перфокарту с названием материала и своим именем, никакого справочно-информационного аппарата в библиотеке не было. Вторую перфокарту-дубль вставляли на место взятой книги или журнала. И это все. Я решила начать с картотеки журналов. Попросила в библиотеке ВЦ бланки регистрации журналов, и вскоре первая картотека с такими журналами, как «Кибернетика», «Acta Informatica», «Communications of the ACM» и другими, была готова.

Одновременно с этой работой Андрей Петрович стал давать мне стопки с новыми материалами, которые он получал. Я составляла от руки «Списки новых поступлений» и вывешивала на доску для информации. Почти все материалы были на английском языке, иногда на немецком, французском, польском. На русском языке было мало материалов, а в моем распоряжении не было печатной машинки с латинским шрифтом, да и с русским не стало, когда вернулась из декрета Елена Николаевна.

Близко общаясь с Андреем Петровичем, я не уставала поражаться не только его огромной работоспособности, но и умению очень быстро читать. Я просто видела, сколько книг и статей он мог прочесть за один день. А ведь были газеты и журналы не только по специальности. Его серьезно интересовали книги по математике, кибернетике, философии, биологии и другим наукам. А художественная литература! Толстые журналы! По его поручению я делала годовую подписку, составляла заказы для магазина «Академкнига» и знала, что он все это читает. Однажды кто-то из сотрудников вернул ему через меня художественную книгу об американских ученых, взятую у Андрея Петровича дома. Я попросила разрешения тоже почитать эту книгу. Он, конечно, разрешил, а потом добавил: «Галочка, вы так молоды и вам предстоит прочитать еще столько прекрасных книг. Это так замечательно!» Спустя примерно полгода в книжном магазине мне на глаза попала книжка (повесть или романчик, не помню даже автора) под названием «Программист». Мы ее тут же прочитали, и я показала ее

Андрею Петровичу. Он взял почитать с большим интересом. Еще бы! Об этой новой профессии, одним из родоначальников которой в нашей стране был он сам, стали писать книги!

Когда Елена Николаевна вернулась к своим обязанностям, я уже числилась инженером в лаборатории Александра Васильевича Замулина в Новосибирском филиале Института точной механики и вычислительной техники¹⁶⁶ АН СССР (в Филиале, как мы его для краткости называли). Андрей Петрович Ершов был научным руководителем этого института, и руководство Филиала всегда шло навстречу нуждам библиотеки Ершова. Всем сотрудникам Филиала разрешено было пользоваться этой библиотекой. Андрей Петрович уже не сам давал разрешение на пользование своим личным научным фондом, а доверил это мне, т. е. на мне лежала обязанность сохранности уникального собрания материалов по такой стремительно развивающейся области науки, как программирование. Фонд рос очень быстро, в месяц мы получали примерно 100 новых материалов. Вскоре у Андрея Петровича появился большой кабинет, и даже была выделена комната для библиотеки перед приемной. Я стала устраивать ежемесячные выставки Новых поступлений в течение первой недели месяца. Информация о выставках вывешивалась на досках объявлений в отделении информатики на ВЦ и в НФ ИТМиВТ. Сотрудники университета и ученые других институтов также знали о нашей традиции и приходили на выставки.

Сначала библиотека размещалась прямо в кабинете Ершова, очень скоро ей стало там тесно, и после переезда отдела программирования на второй этаж библиотеке была отведена отдельная комната, а затем и вторая, смежная с кабинетом. Вскоре после переезда у Андрея Петровича возник проект автоматизации библиотеки. Под руководством А. В. Замулина была создана специальная группа, сотрудники которой осуществляли программную часть проекта и индексацию документов. В те годы ни одна общепринятая библиотечная система (ББК или УДК) не имела разделов, связанных с вычислительными машинами и программированием. Нужна была новая система. Ее разработал сам Андрей Петрович, ориентируясь на систему индексации в АСМ (Американская ассоциация по вычислительной технике) и учитывая личный фонд и направления в области информатики, в которых работали сотрудники его отдела, Филиала и смежных отделов и институтов. Мне было поручено описать фонд, то есть для каждого

¹⁶⁶ Сейчас – Новосибирский институт программных систем РАН.

документа системы заполнить специально разработанные бланки, которые потом из письменной формы преобразовывались на перфораторах в цифровую и затем вводились в БЭСМ-6 для обработки.

Решено было начать описание материалов с новых поступлений, обязательно расписывать постатейно поступающие журналы, сборники и труды симпозиумов, конференций и семинаров, что значительно расширяло возможности работы с фондом библиотеки.

Хотя автоматизация библиотеки потребовала труда целого коллектива людей: программистов, библиографов, переводчиков, но получение информации из вычислительной машины за считанные минуты качественно изменило обслуживание читателей. Ни одна библиотека в Новосибирске (думаю, что мы были если не первыми, то одними из первых) не могла удовлетворять запросы читателей с такой эффективностью. Мы поражали своими распечатками не только своих сотрудников, но и приезжающих на конференции или семинары ученых из других городов и стран. Теперь они обращались прямо в нашу библиотеку, где мы не просто с готовностью, но и гордостью, выполняли их запросы и подбирали по ним необходимые материалы, которые невозможно было найти ни в одной другой библиотеке.

Во время конференций или семинаров, которые проводило отделение информатики, я обычно работала по выходным. Выставки литературы, которые также готовились с помощью автоматизированной системы, и киоск с книгами из магазина «Академкнига» вывозились в Дом Ученых, где проходили мероприятия, а в выходные дни приехавшие на конференцию ученые стремились на ВЦ, чтобы встретиться с Андреем Петровичем и посмотреть в библиотеке необходимую для них литературу. Популярность библиотеки росла, приезжали ученые из разных городов, республик, стран, чтобы не только пообщаться к работам отделения информатики, но и поработать в библиотеке.

Поскольку Андрей Петрович никогда не жалел ни сил, ни средств на пополнение своей библиотеки, то и фонд по специальности «вычислительные машины» (позже «компьютеры») и «программирование» (позже «информатика») был уникальный. Часть материалов Андрей Петрович получал как член научных обществ (российских и иностранных), куда платил деньги за членство (как правило, не рубли), часть материалов он покупал, будучи в зарубежных командировках, на конгрессах или конференциях. Получая и распаковывая литературу, посланную им из таких поездок на адрес библиотеки, я находила оплаченные Андреем Петровичем счета. Я знала, что он все

это покупал на свои деньги. Библиотека славилась большим количеством научных отчетов из таких центров, как Стэнфордский университет, Массачусетский технологический институт, Гренобльский университет и т. д., но это не всегда был просто обмен научной информацией. Я сама отправляла несколько лет в адрес профессора Джона Маккарти из Стэнфордского университета (Калифорния) подписные тома Большой советской энциклопедии, которые Андрей Петрович покупал на свои деньги. Профессор Маккарти много раз бывал в командировках в Академгородке, он присылал серии отчетов Стэнфордского университета по искусственному интеллекту. Я не думаю, что он бы не посылал их без обмена на тома энциклопедии, просто, видимо, Андрей Петрович считал своим долгом так отблагодарить американского профессора, который знал русский язык. А сколько других благодарностей другим коллегам, которых я не знала? Конечно, были и подарки. В библиотеке множество книг и статей с дарственными надписями. Коллеги Андрея Петровича со всего мира, попав первый раз в его библиотеку, считали за честь для себя прислать свои труды в такое уникальное собрание материалов. Поэтому я завела специальные именные папки, где хранились статьи и другие материалы, присланные Андрею Петровичу со всего мира.

Вот так шла моя повседневная работа с Андреем Петровичем. Это открывало мне новый и большой мир, вызывало желание узнать больше об этом мире. Учиться надо было постоянно. Когда Андрей Петрович возвращался из очередной командировки на конгресс или конференцию, он всегда выступал с докладом об итогах своей поездки на семинаре по системному программированию, которым руководил Игорь Васильевич Поттосин¹⁶⁷. Я всегда ходила на эти доклады. Во-первых, Андрей Петрович был великолепным рассказчиком, можно было услышать очень много интересных деталей, а во-вторых (и это было главным для меня), я узнавала, какие новые направления в информатике только что возникли или должны появиться, что считается самым актуальным в данный момент, то есть я улавливала те «ключевые слова», которые мне необходимо запомнить и ввести в автоматизированную систему, чтобы быть готовой к новым научным интересам Андрея Петровича и читателей его библиотеки. Самыми важными были доклады о конгрессах ИФИП, но я училась на любых выступлениях Андрея Петровича.

¹⁶⁷ Игорь Васильевич Поттосин был тогда заведующим лабораторией системного программирования в отделении информатики ВЦ СО АН СССР.

Например, на его выступлении на собрании ВЦ по поводу эмиграции Михаила Шварцмана¹⁶⁸ я осознала, как мало я знаю историю, и в том числе историю еврейства, и что это стыдно и надо больше читать, и в том числе читать Библию, о которой у меня были весьма смутные представления. Я поняла, что это не оправдание, что материалы съездов КПСС и классиков марксизма стоят рядами в книжных магазинах, а Библии и настоящей истории там не найдешь. Ведь Андрей Петрович все это знает, хотя и живет в той же стране, что и я, значит, и я должна это знать. У меня впервые появилась потребность такого знания. Я уже имела опыт проводов любимых друзей в Израиль или в Соединенные Штаты, но потребность узнать причину этого я осознала только на выступлении Андрея Петровича.

Я помню, как будто это было вчера, выступление Андрея Петровича на одной из Летних школ юных программистов, куда я тоже привозила выставки литературы для участников этих школ. Об Интернете тогда еще никто не знал и даже не подозревал, что будет возможен подобный источник информации и связи. А Андрей Петрович нарисовал ребятам картину будущего, где им не нужно будет прибегать к бумаге и книге, чтобы что-то написать или узнать, а достаточно будет обратиться к компьютеру, чтобы получить или передать любую информацию. В это трудно было поверить. Казалось, что Андрей Петрович — посланец будущего, да я уверена, что это и было одним из его предназначений в жизни — предвидеть будущее и вести к нему своих учеников. Свою задачу я видела в том, чтобы помогать Андрею Петровичу не только в организации эффективной работы его библиотеки (фонд которой, по существу, и нес знания для вступления человека в новую эпоху компьютеров), но и в его нелегкой пропагандистской работе по внедрению «второй грамотности» в обычную жизнь.

Однажды на семинаре научных библиотек Сибирского отделения АН СССР в Иркутске я набралась смелости и выступила в дискуссии с инициативой организовать для нас, библиотекарей, курсы по работе с компьютерами, то есть некий «ликбез», который приблизил бы нас к новому уровню в работе с информацией. Я-то в силу специфики своей работы и так была достаточно близка к такому знанию и поэтому чувствовала свои пробелы, но основная часть библиотекарей даже не поняла, к чему собственно я их призываю и зачем им это нужно. Когда же в нашей библиотеке появился свой персональный ком-

¹⁶⁸ Михаил Шварцман — ученик и сотрудник А. П. Ершова, эмигрировал в США, его воспоминания см. в настоящем томе, стр. 185.

пьютер с библиотечной системой (автор системы Яков Курляндчик), у нас началась просто новая жизнь. Туда мы уже внесли и весь наш абонемент, и другие картотеки. Что уж говорить, насколько эффективней стали возможности поиска информации. Вот тогда только к нам стали ходить библиотекари из других институтов на экскурсии и начались какие-то изменения в их деятельности.

Выше говорилось об уникальности фонда библиотеки Ершова, но все же это была личная библиотека, она никак не могла удовлетворить полностью потребности в информации, необходимой и самому Андрею Петровичу, его сотрудникам и коллегам, то есть читателям библиотеки. У нас были тесные связи и обмен информацией и литературой с библиотеками Вычислительного центра, Филиала и ГПНТБ СО АН СССР. Я считала, что я должна не только помогать читателям находить источники в своей библиотеке, но и правильно направлять их поиск в любой библиотеке города, пользоваться межбиблиотечным абонементом из других научных библиотек страны. Я чувствовала, что мне не хватает библиотечно-библиографических знаний, поэтому в течение целого года ездила на учебу в ГПНТБ, где преподавали опытные сотрудники этой огромной и замечательной библиотеки Новосибирска. Новые знания очень расширили мой кругозор, помогли в работе с созданием специальных картотек и открыли дополнительные возможности в получении и обмене информации.

Приобретенный опыт помог мне и при издании Библиографического указателя трудов А. П. Ершова, подготовленного к его 50-летию. Работала я над основной частью перечня научных трудов с Марой Кисаровой¹⁶⁹. Конечно, весь материал для Указателя был взят из библиотеки А. П. Ершова, где все его труды как он сам, так и мы, сотрудники, аккуратно собирали и держали на специальных полках в кабинете. Но была и вторая часть Указателя, совершенно нетрадиционная для такого рода изданий. Я собрала перечень статей, книг и пр., в которых цитировались работы Андрея Петровича Ершова. Это была идея Владимира Анатольевича Евстигнеева, в чьи научные интересы входила и наукометрия. Материала по цитированию работ Ершова было много, но все же мне хотелось расширить его, и я потратила немало часов на поиски новых источников цитирования в ГПНТБ. Мои усилия не пропали даром, и вторая часть Указателя заметно увеличилась. Особенно радовало меня, что удалось найти ссылку в иностранном источнике на самую первую научную публикацию Андрея Пет-

¹⁶⁹ Марианна Кисарова — сотрудник библиотеки ВЦ СО АН СССР.

ровича. Тем самым я не только удовлетворила свою любовь к порядку (начинать с номера 1!), но и показала всем будущим читателям Указателя, что уже своей первой научной работой Андрей Петрович внес заметный вклад в науку.

Как хорошо известно, Андрей Петрович прекрасно знал английский язык и великолепно владел русской письменной речью. Поэтому, наверное, не удивительно, что он стал писать стихи и первый его опыт пришел из перевода стихотворения Р. Киплинга «If», постер с которым он привез из одной из своих зарубежных поездок и повесил на дверях библиотеки. Он ходил мимо этого постера каждый день, и у него в голове родился перевод. Он не подозревал тогда, что существовали известные переводы Маршака, Лозинского и других поэтов. За Киплингом последовали «Сонеты» Шекспира, а потом появились и его собственные стихи. Все мы были рады открывшемуся новому таланту Андрея Петровича. Он сам, прибегая утром на работу и принося свое новое стихотворение, сразу же заходил к нам с Натальей Черемных¹⁷⁰, своим первым читательницам и поклонницам, и оставлял мне рукописный текст. Я печатала стихотворение на пишущей машинке с памятью, которая появилась к тому времени в библиотеке, и в любой момент, когда Андрею Петровичу нужна была копия стихотворения, я тут же распечатывала его, а он дарил свои творения друзьям и коллегам¹⁷¹.

У Андрея Петровича был особенный дар дарить людям свои знания, свои труды, свое внимание и свою радость. Казалось, так будет всегда...

И вдруг лето 1985 года. Андрей Петрович собирался на какую-то зарубежную конференцию или школу. Я же готовилась пойти в отпуск и повезти своих детей на Московский фестиваль молодежи и студентов, а пока провожала своего сына-девятиклассника с группой ребят на Летнюю школу юных программистов в Словакию. Настроение у всех нас было приподнятое в предвкушении стольких замечательных событий, как вдруг пришла весть из Москвы, что Андрей Петрович там обратился к врачу, его немедленно отправили в Онкологический центр на Каширском шоссе и сделали резекцию желудка. Все были потрясены и поспешностью, с которой была сделана операция, и названием «Каширка», с которым неизменно ассоциируется самое страшное. Неужели? Никто толком ничего не знал, ходили разные

¹⁷⁰ Наталья Ариановна Черемных — сотрудник НФ ИТМиВТ АН СССР, ныне заведующая отделом научно-технической информации ИСИ СО РАН.

¹⁷¹ Стихи А. П. Ершова публикуются в настоящей книге.

слухи. Достоверно было известно, что Нина Михайловна Ершова улетела в Москву, а что делать всем нам, непонятно.

Игорь Васильевич Поттосин, возглавлявший отделение информатики в отсутствие Андрея Петровича, принял очередной удар стойко (у него самого в эти дни умирала от рака жена). Он позвал меня в свой кабинет и попытался объяснить, как обстоят дела в Москве. Да, Андрея Петровича прооперировали, как пойдет процесс выздоровления после операции, никто предсказать не может, однако Андрей Петрович не прекращает работу ни на один день и ему нужен помощник в Москве в качестве секретаря и доверенного лица. Игорь Васильевич сказал, что он предложил Андрею Петровичу мою кандидатуру в качестве такого помощника, и тот очень этому обрадовался. Надо было знать Игоря Васильевича, чтобы понять, как деликатно все это было мне подано. Я тут же согласилась лететь в Москву. Игорь Васильевич договорился с руководством Филиала насчет моей командировки, а жить я собиралась у своих родителей в Измайлово. Через пару дней мы похоронили Тамару Поттосину, и на следующий день я вылетала в Москву. Игорь Васильевич попросил меня ничего не говорить Ершовым о смерти Тамары, чтобы не волновать их лишним раз. Уму непостижимо, как он сам держался в этот момент.

Не помню, откуда пошли разговоры о том, что знаменитый хирург, оперировавший Андрея Петровича, нередко делает такие же операции за рубежом, и там такая операция стоит 150 тысяч долларов, а выхаживание больного стоит столько же. У нас операцию сделал тот же мастер, а вот выхаживание больного легло фактически на плечи родственников и друзей.

Когда я первый раз приехала в Онкоцентр, Андрей Петрович встретил меня очень тепло, интересовался новостями из Академгородка, шутил. Выглядел он похудевшим и очень бледным. К тому времени, как я появилась в Москве, уход и, главное, режим питания после резекции желудка были уже организованы. Нина Михайловна проводила все дни на Каширке в палате Андрея Петровича (к счастью, палата была одноместная), ухаживала за ним, кормила протертыми супчиками, пюре и киселями, а ночевать уезжала к своим родственникам в Измайлово. Мы с ней жили недалеко друг от друга, что было удобно для передачи всяческих лекарств, денег, бумаг и других дел. Покупку продуктов на рынке и приготовление всего диетического рациона взяла на себя Дина Абрамовна Бухштаб¹⁷², а некоторые сотруд-

¹⁷² Дина Абрамовна Бухштаб – сотрудник НИВЦ МГУ.

ники МГУ и Института прикладной математики отвозили готовые баночки со свежей едой в больницу. Все друзья Андрея Петровича были озабочены его самочувствием. Он очень сильно терял вес, врачи рекомендовали есть как можно больше икры. Икру и черную и красную доставали все, кто мог, и передавали Нине Михайловне. Владимир Макарович Савинков¹⁷³ нашел и пригласил для консультации знаменитого в Москве диетолога. Недостающие в Онкологическом центре лекарства выписывала главный врач поликлиники АН СССР. Она получала распоряжения из Управления делами Академии наук. Я все это хорошо знаю, потому что мне и поручили все эти поездки в Управление делами, поликлинику, аптеку и Онкоцентр. Нина Михайловна передавала мне деньги на лекарства, икру, продукты и т. д.

Но большой ошибкой было бы думать, что Андрей Петрович был озабочен только своим лечением и питанием. Нина Михайловна регулировала большой поток посетителей, который требовал от Андрея Петровича огромных усилий, но он принимал всех, потому что в основном это были деловые встречи. Люди ждали указаний Андрея Петровича, его решений, отзывов и всего того, чем он занимался будучи здоровым и полным сил.

Мне же он поручал всяческие секретарско-курьерские разъезды по Москве: в Президиум АН СССР, Управление делами АН СССР, Московский государственный университет, Государственный комитет по науке и технике СССР, институты АН СССР, Министерство просвещения СССР, издательство «Просвещение» и т. д. Дома моим секретарем работала моя мама, которая фактически дежурила на домашнем телефоне. Уходя из дома, я оставляла ей список людей, которые должны были что-то передать по телефону для меня или Андрея Петровича, или, наоборот, ждали ответа от Андрея Петровича через меня. Звонил и Андрей Петрович с поручениями. Мама все всегда выполняла четко и аккуратно. Мы с ней ни разу ничего не забыли и не перепутали.

Было множество разнообразных дел и поручений, но особенно ярко запомнилось, что летом 1985 года выходил из печати первый школьный учебник по информатике. Это свершилось, несмотря на огромные препятствия, которые пришлось выдержать Андрею Петровичу, чтобы добиться введения нового курса в школьную программу. Это была большая победа, и Андрей Петрович, лежа в больнице, вычитывал гранки первого учебника. Такую ответственную работу он не

¹⁷³ Владимир Макарович Савинков — сотрудник ГКНТ СМ СССР.

мог доверить никому другому. Я же встречалась с его соавторами, ездила в Министерство просвещения и в издательство, чтобы отвезти или забрать гранки и какие-то другие бумаги, связанные с публикацией.

Срок послеоперационного пребывания Андрея Петровича в Онкологическом центре подходил к концу. Он был еще очень слаб и продолжал терять вес, ему было необходимо санаторное лечение. Гурий Иванович Марчук обратился с письмом от Академии наук к Чазову¹⁷⁴ с просьбой выделить путевку академику А. П. Ершову в санаторий, подведомственный 4-му медицинскому управлению.

Мне позвонили из Управления делами Академии наук и сказали, что я могу забрать путевку для Андрея Петровича, и дали адрес. Приехав по этому адресу на улицу Грановского, я никаких вывесок на входе не нашла. Там, правда, была проходная, куда я и обратилась. У меня проверили паспорт, спросили, по какому я делу, и пропустили в закрытое от посторонней публики учреждение. Найдя нужную приемную, я долго сидела в ожидании, когда меня пригласят в кабинет, где должна была быть путевка. Двери в кабинет из приемной были стеклянные, на приеме у хозяйки этого кабинета никого не было. Вообще была разительная разница между аналогичным Управлением в Академии наук, где ученые и члены их семей отсиживали часами в ожидании долгожданной путевки в дом отдыха или пансионат, и этим учреждением, куда, наверное, присылали только секретарей. Здесь же очередей не было, но ждать все равно пришлось. Я думаю, что по моему облику было хорошо видно, что я «чужая», поэтому даже когда меня все же впустили в кабинет и я объяснила, зачем пришла, чиновница, небрежно просмотрев свою картотеку, сказала мне, что для академика Ершова у нее ничего нет. Я сама потом удивлялась, что была необычайно спокойна в этот момент. Я просто знала, что не могу уйти отсюда без путевки для Андрея Петровича, поэтому села поудобней и попросила ее еще раз все проверить, так как я точно знала, что у нее должно быть письмо академика Марчука с визой академика Чазова. Она не ожидала от меня такого напора, да я и сама от себя этого не ожидала. Если бы эта просьба касалась меня или моих близких, я бы наверняка ушла ни с чем, но тут я знала, что не имею права уйти с пустыми руками. Конечно же, письмо нашлось, и ей пришлось офор-

¹⁷⁴ Академик Е. И. Чазов в то время возглавлял 4-е медицинское управление, обслуживающее ЦК КПСС и Правительство СССР.

мить путевку для академика Ершова. Я уверена, что она прекрасно знала про письмо из Академии наук, но уж очень ей не хотелось выписывать путевку в правительственный санаторий какому-то академику.

Андрея Петровича перевезли в подмосковный санаторий недалеко от Горок Ленинских. Нина Михайловна уехала в Новосибирск, так как место в санатории было только одно. Я продолжала выполнять поручения Андрея Петровича в Москве и несколько раз ездила к нему в санаторий. Пару раз меня подвозил на своей «Волге» В. М. Савинков. Я не думаю, что ему было необходимо непременно лично решить какие-то важные вопросы с Андреем Петровичем. Мне показалось, что он ездил туда, чтобы проконтролировать, как устроен Ершов, переговорить с врачами, медсестрами и внушить еще и еще раз Андрею Петровичу, чтобы он не стеснялся заказывать себе икру, которая была там в ежедневном меню.

Одним из его последних поручений уже перед отъездом в Новосибирск была просьба купить подарок маленькой внучке Тане, к которой он как любящий дедушка не мог приехать с пустыми руками. Он попросил также купить несколько коробок конфет и развезти их по Москве в благодарность всем тем людям, которые помогали ему после операции. Когда я привезла ему последнюю коробку, думая, что он повезет ее домой в Новосибирск, он протянул эти конфеты мне со словами: «Галочка, а это вашему милому семейству к чаю». Он ведь очень подружился по телефону с моей мамой, которая с волнением и ответственностью выполнила все его поручения.

Андрей Петрович улетел, но тревога за него осталась. С этой тревогой я жила еще три с половиной года. А потом его не стало. Осталась библиотека, и осталось чувство бесконечной благодарности за все эти годы, что прошли с ним рядом. Светлые прекрасные годы, такие же, каким был он сам, Андрей Петрович Ершов.

Автор благодарит В. Л. Кричевскую¹⁷⁵ за помощь в подготовке этой статьи.

¹⁷⁵ Виктория Львовна Кричевская (р. 1941) — сотрудница НФ ИТМиВТ, затем лаборатории искусственного интеллекта ИСИ СО РАН. Живет в США.

* * *

Э. З. Любимский

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 пионерные 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 исследование подобных моделей. Много интересных теоретических результатов получилось и в процессе практического

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции.

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 блестяще справлялся с ней Ершов, свидетельствует, например, такой случай.

Устроители одной из конференций АСМ пригласили его выступить на первом заседании, открывающем конференцию. Это было почетное приглашение, однако предложенная тема не могла не вызвать сомнений у представителя советской науки: «Программирование в развивающихся странах». Гордо отказать или покорно согласиться? А оказалось, что можно гордо согласиться. Андрей Петрович ответил, что с благодарностью принимает приглашение и выступит с сообщением на тему: «О человеческом и эстетическом факторах в программировании». И мы все потом читали это блестящее эссе¹⁷⁶.

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

¹⁷⁶ О человеческом и эстетическом факторах в программировании// Кибернетика. — 1972. — № 5. — С. 95—99.

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 беспрерывный 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.

Все эти «незнакомые товарищи» из редколлегий, комитетов, педагогических институтов когда-нибудь сами расскажут о своих встречах и совместной работе с А. П. Ершовым. Мне же нужно рассказать, как под его руководством работала Комиссия по системному обеспе-

чению координационного комитета по вычислительной технике при Академии наук (тогда еще не было отделения информатики). Не знаю, кто еще сумел бы составить комиссию так, что в ней оказались представители всех крупных программистских центров и регионов и основных направлений в программировании и даже представители промышленности и при этом всего 25 человек. И, что самое главное, мы все друг друга хорошо знали и нам было интересно и приятно работать вместе. Мы собирались два раза в год, все время в разных городах. На каждом заседании рассматривались работа какого-либо крупного центра или региона и состояние дел в одном из направлений системного программирования. Обязательно с приглашением наиболее серьезных представителей этого направления и в сопоставлении с ситуацией за рубежом. Как правило, заседания тщательно готовились и проходили очень живо и интересно. Мы искренне старались помочь программистам в тех регионах, где программирование еще только зарождалось. Работая рядом, мы испытывали чувство единения, товарищества, совместной причастности к общему делу — становлению программирования в нашей стране. И мы все очень ценили эту возможность, которую нам предоставил наш товарищ, Андрей Петрович Ершов. И мы не раз успели ему об этом сказать, еще при жизни.

Мы с Ершовым учились в одной группе в Московском университете. Из моих студенческих воспоминаний приведу, пожалуй, вот эти два. 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. А на пятом курсе на одном из вечеров он так проникновенно спел лермонтовскую «Русалку», что мне достаточно закрыть глаза, и я слышу ее сейчас.

Лет пять тому назад в Дубне проходило какое-то совещание, и мы условились поехать туда вместе, чтобы поговорить о делах. Но вместо этого Андрей всю дорогу показывал мне свои стихи. Это были не просто рифмованные строки, это были хорошие стихи. Мне очень понравился перевод стихотворения Кипплинга «Если». Одно из стихотворений Андрей посвятил директору издательства «Правда» Б. А. Фельдману, с которым мы тогда сотрудничали. Б. А. Фельдман был крупным и интересным человеком, беззаветно влюбленным в свое дело, но об этом как-то мало думалось во вре-

мя наших с ним деловых и ответственных встреч. А вот Андрей воспринимал и дело, и человека. Но самое сильное впечатление на меня произвело теплое и какое-то очень светлое стихотворение, которое Андрей написал своей жене. Я выпросил у него этот листок.

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 мириться. А после одного из обследований, давших оптимистический результат, он сказал мне (в санатории, в коридоре): «Ну вот, теперь опять можно планировать не на недели, а на 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.

Вспоминая Андрея Петровича Ершова*

Дж. Маккарти
Стэнфордский Университет

Я впервые встретил Андрея Ершова в декабре 1958 года в Теддингтоне, Англия, на Конференции по автоматизации мыслительных процессов. Это было его первое путешествие за границу, и мое тоже. Мы общались немного, потому что в то время мы работали в разных областях вычислительной науки.

Ершов рассказывал о языке программирования Альфа. Для своего времени это был продвинутый язык, в котором воплощено много новых идей. К сожалению, язык Альфа не мог состязаться на равных с Алголом-60, поскольку последний был разработан как международный стандарт западноевропейским и американским сообществом уче-

* Воспоминания были написаны для журнала «Программирование», но автор прислал их с опозданием, они не вошли в номер и более нигде не публиковались. Редколлегия любезно предоставила возможность напечатать этот текст в настоящем сборнике. Перевод с английского Т. М. Бульонковой.

ных-программистов. Алгол-60 был бы более совершенным, если бы Ершов смог принять участие в Парижской конференции по Алголу в январе 1960 года.

Мы снова встретились в 1965 году, во время первого из моих многих визитов в Советский Союз. Мое знакомство и дружба с ним были главной причиной того, почему этих визитов было так много. Он уже работал в Новосибирске и хотел, чтобы я приехал к нему после Конференции по кибернетике, проходившей на корабле «Адмирал Нахимов». Организовать этот визит было нелегко, потому что в то время Новосибирск был закрыт для иностранцев. Я помню, как после безуспешных попыток он сам приехал в Москву, чтобы встретиться со мной, но выяснилось, что все наконец устроилось, и мы вместе отправились в Новосибирск.

В то время у нас было много общих интересов, в частности, методы доказательства того, что программы соответствуют своим спецификациям. Однако эти интересы не были близки настолько, чтобы вылиться в реальное сотрудничество.

В ноябре и декабре 1968 года я провел два месяца в Академгородке в качестве сотрудника Вычислительного центра и читал курс по верификации программ в Новосибирском университете. У меня было множество хороших студентов, и я познакомился со многими традициями и обычаями советских научных учреждений. Андрей Ершов помогал мне справляться со всеми возникающими трудностями. Мы пригласили Андрея поработать шесть месяцев в Отделе вычислительных наук в Стэнфорде, но, к сожалению, он не получил разрешения на эту поездку.

В последующем у нас было много контактов, всегда кратких. Я помню его роль в положительном решении политической проблемы на Международной объединенной конференции по искусственному интеллекту в Тбилиси в 1975 году.

Мне кажется, что наиважнейший научный вклад Ершов внес в область смешанных вычислений. Ему принадлежат первые работы по этой тематике, кроме того, он сыграл важную роль в вовлечении специалистов в эту область — и не только в Советском Союзе.

Особенно грустно то, что Ершов умер так рано, ведь многое из того, над чем он работал и во что он верил, лишь только сейчас начинает приносить плоды.

Наше путешествие*

Т. К. Малинина

... Мне часто было страшно и тоскливо.
Меня томил войны кровавый путь.
Я не мечтала даже — стать счастливой.
Но так порой хотелось отдохнуть.
Да, отдохнуть ото всего на свете:
От поисков жилья, тепла, еды;
От жалости к моим несчастным детям,
От вечного предчувствия беды,
От свиста бомб над беззащитной крышей,
От мужества и гнева отдохнуть ...

О. Берггольц

8-го июля 1942 года я с детьми вышла из дома. И в этот день мы надолго потеряли то, что называется крышей над головой, своим углом, из которого тебя никто не может выгнать. Мы шли на завод, в цех, где работал Петя. Оттуда нас должны были на машине увезти дальше. В цехе мы провели сутки. Так как в семье были больной и маленькие дети, то очень скоро между стеной цеха и столбом была протянута веревка, и на ней повисли пеленки, штанишки и прочие атрибуты, говорящие о маленьких детях, которым нужна кровать, тепло, семья. И, может быть, эта веревка с детским бельем около корпусов во дворе большого завода, где все говорило о производстве и ничего не говорило о семье, впервые с начала войны, дала мне почувствовать о наступившей катастрофе. Еду готовили в цеховой лаборатории.

Вечером уложила всех трех ребят на столах в конторе цеха. Там же заснул и муж. А мне, в первый и последний раз, было так страшно, что о сне нечего было и думать. До утра я просидела около цеха. Курить, из-за светомаскировки, было нельзя. И так хотелось проснуться, стряхнуть этот кошмар и оцепенение. Было очень страшно в эту ночь, несмотря на то, что предстояла эвакуация и, казалось, был выход, я не могла думать о настоящем и, тем более, о будущем. Я не могу сказать, что не верила в удачный исход эвакуации. Нет. Я просто не знала.

* В архиве семьи Ершовых бережно хранятся воспоминания мамы Андрея Петровича, Татьяны Константиновны Малининой, о первых днях войны. Написанные с несомненным литературным талантом, эти записки читаются с живым интересом. Публикуются в сокращении.

Во второй половине дня 9-го июля мы погрузились на машину. Я с сыновьями, двумя младшими и старшим, сидели поверх вещей, которых оказалось очень много. Нас вывезли за территорию завода, и мы остановились около заводоуправления. Набралось десять – пятнадцать машин, целый эшелон, с женщинами и детьми. Мужчины не ехали. Почему-то нас долго не отправляли, и мы стояли до тех пор, пока не налетели немецкие бомбардировщики. Они начали бомбить завод и обстреливать из пулеметов машины. Поднялась паника. С грузовой машины довольно трудно слезть, даже и одной. А тут я с быстротой ветра слетела с машины с двумя детьми в руках и даже не ушибла их. Мы спрятались под лестничной клеткой заводоуправления. Впрочем, жертв как будто бы не было. Зато этот налет заставил наших организаторов поторопиться, и мы уехали.

Нас отвезли за 80 км от Рубежной на маленькую станцию Новый Айдар. Это была единственная станция, с которой еще можно было выбраться на Ворошиловград. Так как 8-го июля на Новый Айдар был большой налет и много наших, выехавших раньше, погибло, нас выгрузили, по нашему настоянию, в селе за полтора – два километра от станции.

Жители встретили нас недружелюбно, они боялись, что такое большое скопление людей в селе привлечет немецкие самолеты. В дома нас не пускали. Мы разместились табором на улицах и в садиках. С первыми лучами солнца и до его захода 10-го июля шла непрерывная бомбежка. Одни самолеты улетали, а на смену им прилетали другие. Земля, не переставая, дрожала от разрывов. Горели склады и цистерны. К вечеру начался сильный ливень, и моментально вся земля превратилась в засасывающий глинистый кисель. Канавы наполнились водой, и через них нельзя было пройти. Эшелон должен был отойти ночью. Выяснилось, что машин не будет, и вещи и детей надо тащить к поезду в кромешной темноте, по грязи, плохо зная дорогу.

Я с детьми укрылась от дождя в хлеву. Началась спешная перепаковка вещей с тем, чтобы взять самое необходимое, остальное надо было бросить. Муж (он приехал в Новый Айдар 10-го июля днем) и знакомая девушка унесли узлы, следом должны были тронуться мы с детьми. Но они вернулись и принесли нерадостную весть: во время бомбежки разбило рельсы, и поезд не мог уйти, пока не исправят путь. Создалось отчаянное положение – пережить еще день бомбежки, не имея возможности укрыться, с детьми и, по всей вероятности, все равно не уехать. Я растерялась. Нужно было действовать, сейчас же, немедленно. Ждать было выше сил. Но у нас было трое ребят: Андрюше

было 11 лет, Николке — 7, но он был в параличе, и его надо было нести, и Сереже 2 года 7 месяцев, его тоже надо было нести. Семилетнего ребенка нести долго невозможно, и мы решились... Я с Андреем и Сергеем ушла. Петя с Николкой остались.

Сейчас мне кажется, что это было большой ошибкой. Нужно было мне с детьми остаться, а Пете уйти. Но тогда я не могла поступить иначе. У нас была надежда, что одного Петю с Николкой возьмут в машину организаторы этой злополучной эвакуации (грузили сперва оборудование, а людей постольку, поскольку оставалось место и время, они должны были уехать на машинах после отправки эшелона).

Утром Петя, оставив Николку, пошел на станцию выяснить положение дел и договориться, чтобы его взяли... Была бомбежка, и когда Петя вернулся, не было ни хлеба, ни Николки. Мне потом кто-то говорил, что за Петей приходили сослуживцы, но он был в истерике, и его оставили. Тут появились немцы, а так как он был стрижен наголо, его приняли за переодетого красноармейца и взяли в плен.

А мы ушли. Я несла Сережу. Он спал. Андрей нес небольшой мешок, в котором было немного хлеба, пшена, соли и бутылочка масла. Это все наши пищевые запасы. Да еще полотенце, кусок мыла и чайник с водой. Вот и все. Мы вышли из села на шоссе и попали в поток отступающей армии и машин с эвакуированными. Ехали в несколько рядов, обгоняли, цеплялись колесами, бортами машин, и все спешили, было темно. Я до сих пор не могу понять, как в этом месиве машин, орудий, лошадей нас не раздавили.

В эту ночь нам повезло: нам подобрала какая-то машина и 20 км подвезла. Утром привезли в какое-то село, битком набитое войсками, и предложили выгружаться. Остаться в селе я побоялась из-за бомбежки, и мы пошли дальше. Часов в 7 утра пришли в какой-то хутор, в стороне от больших дорог. Остановились в доме, отдохнули, поспали. Хозяйка накормила кислым молоком. Кислое молоко — это, за редким исключением, единственное, что мне давали, вернее, подавали, на мою просьбу продать что-либо из еды для детей. Деньги у меня были.

Встал вопрос — куда идти. И тут я совершила вторую ошибку. Надо было сразу двигаться на Ворошиловград и оттуда пытаться уехать поездом. Но я совершенно была не в курсе существующего положения и поэтому решила добираться в Миллерово, где у меня жила тетка, в последних письмах она меня звала к себе. Карты у меня не было. Дороги я не знала, не знала даже основных пунктов, через которые надо двигаться. Расспросила у жителей и пошла наугад. Где мы ночевали следующей ночью, не помню.

Помню, что рано-рано утром Андрюшу взяла на подводу молодая пара, и он уехал далеко от меня. А в это время летели самолеты и бомбили, и я очень боялась потерять Андрея, и ругала себя, что отпустила его. Больше я так не делала. Как это ни странно, но я совершенно не испытывала в то время страха перед бомбежками. Я не боялась самолетов, хотя великолепно отдавала себе отчет, что каждая бомба или пуля может быть смертельной. Я только боялась, чтобы не убило меня, а остались бы дети или чтобы не убило детей, а меня нет. Причем первого варианта я боялась гораздо больше. Мне так страшно было думать, что дети останутся одни, совсем одни на дороге, в чужом краю, среди очень часто враждебных или равнодушных людей. Да еще в прифронтовой полосе. Поэтому во время бомбежек мы прятались, главным образом, в стогах, и я почти накрывала их своим телом.

А немецкие самолеты бомбили все. Скопления войск, тракторы, стада, даже отдельные группы мирных жителей. Я видела, как самолет на бреющем полете гнался за легковой машиной и не отстал, пока она не сгорела. Мы шли в Миллерово. Как-то вскоре мы набрали на воинскую часть, расположившуюся на отдых. Я разыскала комиссара или политрука и попросила указать мне направление и основные пункты, через которые должен проходить наш путь. Теперь у меня были ориентиры, и мы шли быстрее.

Шли мы, кажется, дней пять. Шли ради безопасности, главным образом, ночью. Иногда, очень редко, шли днем. Днем идти было легче, потому что Сережа не спал и восседал у меня на плечах. Ночью, сонного, его приходилось нести на руках, и это было мучительно. Всю дорогу мы очень мало ели. Есть не хотелось. И не только мне, но и детям. Зато вода была очень нужна. Андрей в дороге последовательно терял все свои вещи, одну за другой. Туфли, куртку, шапку, и только шубу ему не удалось потерять. Он, бедный, в жару, усталый, должен был тащить ее на себе. Это было очень тяжело. И вот, потеряв свои туфли, он шел босиком. Конечно, наколол ногу, и у него на подошве образовался большой нарыв. Идти было мучительно, по существу, невозможно. Он расплакался и сказал, что больше идти не может. Я на него дико накричала и заявила, что если не может идти, пусть остается, а мы с Сережей уйдем. Ведь тащить его я не могла. А это было в поле, вдали от жилья. И он пошел. С тех пор я от него не слыхала ни одной жалобы. Он шел на пятке, без конца задевая свой нарыв. У меня не было тряпки, чтобы перевязать ему ногу. И он шел по пятнадцать, по двадцать километров, а иногда и больше, в сутки.

Да, вот так мы шли в Миллерово. Нас еще раз подвез на своей машине один старший лейтенант. Он стоял в Рубежной со своей частью, и у нас оказались общие знакомые. Все было очень хорошо, за исключением того, что машина была гружена боеприпасами, и мы восседали на ящиках со снарядами. И было совсем нехорошо, когда налетели немецкие самолеты. Машина свернула с дороги, залезла в кусты, и все обошлось. Мы неуклонно приближались к Миллерову, и я уже надеялась на конец пути, отдых и сон в кроватях для детей.

Пришли мы на большую станцию под вечер и решили сделать передышку. До Миллерова оставалось 80 км. В селе был размещен госпиталь. Наутро выяснилось, что госпиталь срочно эвакуируется. Я пошла узнать, в чем дело. Наскочила на майора, и он мне сказал, что в Миллерово идти нельзя, что там кордон и туда никого не пропускают, что близко от Миллерова немцы. Госпиталь эвакуировался в тыл. Я разыскала начальника госпиталя и попросила взять меня с детьми. Ничего не вышло. И он, и майор в один голос советовали мне идти в Ворошиловград и оттуда попытаться уехать поездом.

Тут и началось. Если до сих пор мы шли с надеждой, что скоро придем, то теперь просто бежали. Метались. Очень трудно стало попасть на машину. Раньше подвозили охотно, а теперь отказывали, даже если машина шла пустая. Был, очевидно, какой-то приказ не брать на военные машины частных лиц. И вот мы пошли на Ворошиловград. Прошли столько километров, сделали такой крюк, упустили так много дорогого времени. И все напрасно.

В первую ночь мы шли довольно легко и почти весело. С нами шла группа бойцов из госпиталя, выздоравливающих или легко раненых. Они помогали нести спящего Сережу. Много шутили и смеялись. Потом было хуже. Помню, мы пришли в деревню Верхняя Ольховка. Переночевали. Хозяева были приветливы. Накормили и даже кое-что постелили на пол, где мы спали. Я даже немного постирала. Часа в три утра мы вышли. Дошли до Новой Ольховки километрах в шести. Расположились в каком-то заброшенном саду. Там были вишни, и мы паслись. Как обычно, здесь тоже были войска. И вдруг распространился слух, что в Ольховке высадился немецкий парашютный десант. Что тут поднялось! Бойцы выплескивали котелки с недоваренной едой. Начали запрягать коней. Заводить машины. И все побежали. Грохотали пустые машины, и их нельзя было остановить, а бойцы, некоторые раненые, груженные, бежали пешком. Боялись немецких мотоциклистов, боялись окружения. Дорога ужасная, песок, колдобины. Бегут люди, скачут галопом тачанки, телеги, несутся машины, орудия, и

среди них бегу я с Сергеем на плечах и Андреем за руку. Боялась потерять. Бегу, задыхаюсь. Если б я споткнулась и упала, то была бы раздавлена.

И вдруг я слышу настойчивый крик: «Женщина с детьми! Женщина с детьми». Услыхала я этот зов только потому, что он был иностранным в том гуле и грохоте, который стоял на дороге. Услышала, но он не дошел до моего сознания до тех пор, пока Андрюша не сказал: «Мама, это тебя зовут». Я оглянулась и увидела стоящую машину, пикап, а в ней четырех военных. «Идите, садитесь!». Приглашения повторять не пришлось. Ребята были в восторге и сияли. А я так была переполнена благодарностью, что на время онемела. Но при первых словах благодарности все сидящие чуть ли не хором остановили: «Не надо! Не надо!». Мне кажется, что они были потрясены видом бегущей женщины с детьми в этом хаосе панически бегущей армии.

В кабине сидел какой-то крупный командир, кажется, генерал. В кузове младшим по чину был капитан. Все орденосцы. Очевидно, это были работники штаба. Все они начали шарить по карманам и угощать ребят печеньем, шоколадом и прочим. У нас был полный чайник вишен, и мы угощали их. Я всю жизнь буду думать об этих людях с большой благодарностью. Довезли они меня до станции Луганской. Это на берегу Донца. А на том берегу, в скольких-то километрах, Ворошиловград.

В Луганской машина остановилась, сидящий в кабине вышел. К нему присоединились еще двое. Их не было полчаса. Вернувшись, они мне сказали: «Вам придется сойти. Мы возвращаемся к фронту. Если бы мы ехали в тыл, мы бы вас не отпустили. Если бы вы были одна, мы бы вас взяли с собой, а рисковать детьми нельзя. Мы не имеем права везти вас туда и подвергать ребят обстрелу и бомбежкам. Идите в Ворошиловград. Оттуда еще можно уехать». Мы сошли, поблагодарив, и распрощались с нашими случайными друзьями. Спасибо им за человечность, большое.

Вся станица гудела и суетилась, как муравейник. Несмотря на ранний час, жители бегали с узлами, вещами, что-то прятали, переносили в погреба, закапывали. Большой поселок был в ужасе от приближения немцев. Незамедлительно появились вражеские самолеты. Нас приютила в погребе какая-то семья. Мы ушли, вероятно, часов в 12 дня. Небо было без единого облачка, и солнце палило нещадно. В станице мы не достали воды, в реке набрать было нельзя, так как у берега она была очень грязной. Перебрались на тот берег по понтонному мосту.

Начался мучительный переход. На Андрее была шуба, в руках мешочек и пустой чайник. Чайник нагрелся так, что до него было неприятно дотронуться. На мне, поверх сарафана, надето пальто, а на плечах Сережа. Я шла босиком, так как свои туфли отдала Андрюше. Ему они были велики, и он без конца растирал ноги. Когда мы поднялись наверх, наши взорвали железнодорожный мост через Донец. Гул взрыва больно отозвался в сердце. Жара была нестерпимая, и идти было очень трудно. Сердце колотилось где-то в горле. Примешалась жажда, пить хотелось смертельно. У Сереженьки губенки распухли и растрескались. Он все время просил пить и требовал чайник, которым мог только обжечь губы. Наш чайник приводил в смущение и бойцов, и они неуверенным голосом просили глоток воды. Какой-то боец-нацмен увидел, как Сережа, свесившись с моего плеча, разглядывал дно чайника, остановился, вытащил свою флягу. Там было полстакана теплой и мутной воды. Дал два глотка Сереже, а остальное вылил в чайник.

Ни я, ни дети были не в состоянии долгие выносить палящие лучи. Нужно было отдохнуть и спрятаться от зноя. Но ведь колосья тени не дают. Из-под всех телег веером торчали ноги красноармейцев. Наконец, нам попала телега, под которой лежали только двое. Они нас пустили к себе. Сережу мы полностью засунули под телегу, а я и Андрей спрятали только головы. Можно было отдохнуть. Прилетели самолеты. Так как объектов для бомбежки не было, они на бреющем полете кружили над полем и обстреливали его из пулеметов. Пули щелкали буквально у самых ног. Одна щелкнула об обод колеса и упала между мной и Андрюшей. Отколовшаяся щепка его поцарапала. Пулю он долго носил в кармане. А страха мы все равно не испытывали. Сережа вертел в руках стебелек и что-то напевал. С Андреем мы вели посторонние разговоры и каким-то боковым зрением фиксировали падение пуль. Я не боялась, вероятно, инстинктивно, без особого напряжения воли. Это оттого, что первое, что я замечала при очередном налете, это устремленные на себя тревожные глаза детей. Видя меня спокойной и почти беспечной, они быстро успокаивались и уже не обращали внимания на бомбежку.

В Ворошиловград мы пришли глубокой ночью. Пришли на окраину, где было много садов, много огородов, а деревянные большие, удобные дома напоминали купеческие особняки. Ставни были закрыты, ворота заперты, и мы с большим трудом нашли приют. Семья, нас приютившая, была многочисленной, состояла из детей разных возрастов, молодых и пожилых женщин. Нас накормили. Предоставили в

наше распоряжение огород с картошкой и сад, где были вишни и абрикосы. Мы там провели две ночи и полтора дня. Помылись, отдохнули, постирала я наше обмундирование.

Хозяйка меня уговаривала остаться, сказав, что сейчас в городе раздадут населению продовольствие и можно таким образом сделать некоторые запасы. Домоуправление составляло списки на муку и собирало деньги. Внесли в список и меня с детьми. Я уплатила деньги. Но все же на другой день мы ушли, так как говорили, что формируется эшелон для эвакуированных, и я рассчитывала уехать.

Нужно было далеко идти до вокзала. Пришли к вечеру. Оставила детей в какой-то хибарке, а сама пошла на вокзал. Он был разрушен. Выяснилось, что последний эшелон с эвакуированными ушел несколько часов назад, но что поздно вечером, возможно, будет сформирован еще один эшелон для жителей города. Я пошла за детьми. Когда мы пришли, вагоны стояли, и в них грузились преимущественно еврейские семьи. Погрузились и мы. Заняли целую нижнюю полку. Сережу я уложила, а мы с Андрюшей сидели. Напротив уместилась маленькая суетливая старушка с массой узлов и корзин. Она все время охала и волновалась, что ее муж не пришел. Наконец он явился. Она успокоилась. Потом она вдруг узрела моих ребят и начала снова волноваться и охать: «Ах, бедные детки! Да как же вы? И совсем без вещей! Да они, наверное, голодные!». Распаковала корзину, извлекла оттуда чудесные еврейские коржики с маком (я такие ела когда-то в детстве) и начала угощать ребят.

К сожалению, эта идиллия скоро кончилась. Явился железнодорожник, сказав, что эти вагоны заняты не по назначению. Они приготовлены для нужд армии, а для населения будут предоставлены другие вагоны, но только утром. Что тут поднялось, не берусь рассказать. Мы ушли в ту же хибарку, где я оставляла детей. Было часов 12 ночи. Я не могла спать и часа через два ушла опять на вокзал. Тех вагонов уже не было, и людей не было. Но на путях, готовый к отходу, стоял военный пломбированный эшелон с боеприпасами. Я с трудом разыскала коменданта поезда и, с еще большим трудом, убедила его разрешить мне с детьми ехать хоть в тамбуре.

Рано утром мы приехали на станцию Лутугино. Какая она была страшная! Накануне был налет, много было разрушений, а пожары пылали вовсю. Пути были разбиты, а впереди нашего стояло еще несколько поездов. Все ожидали нового налета, а мы ушли пешком. Идти по путям я боялась, и мы пошли напрямик, без дороги, до следующей станции. Днем мы оказались одни, без попутчиков, в степи. На

много километров не было никого кроме нас. Охватило чувство потерянности и одиночества. Это почувствовали и дети. Они притихли. Андрей пытался разговаривать, но мне было тяжело отвечать, и я его довольно резко оборвала.

Помню, мы остановились. Устали. Я оглянулась. Кругом по горизонту поднимались черные столбы дыма. Низко над нами бесшумно кружились большие немецкие самолеты. Где-то глухо грохотало. Я вдруг поняла, что не выбраться нам из этого частокола дымных столбов, не пройти под этими хищными птицами. Они так напоминали коршунов. Стало очень плохо и безнадежно.

В тот же день, еще засветло, мы подошли к следующей за Лутугиним станции. Она была маленькая, нарядная и мертвая. В каком-то огороде я надергала немного картошки и у кого-то из жителей поселка сварила ее. Это была удача. Мы в тот день ничего еще не ели. Достать у жителей посуду, чтобы сварить картошку, было нелегко. Еще труднее было раздобыть топливо. Приходилось долго собирать сухую ботву, листья, бурьян и прочее горючее. В безлесной местности это довольно сложно. Я уже не помню, ночевали ли мы где-то или шли дальше.

Следующим этапом был переход к станции Семейкино. Шли по путям. Вечером, довольно поздно, за несколько километров до Семейкино нас обогнала дрезина. Остановилась и подобрала нас. Железнодорожники в Семейкино отнесли к нам очень сочувственно. Притащили нам хлеба, селедок, немного печенья и конфет. Мы наелись. Тут формировался эшелон для железнодорожников. Он должен был уйти ночью и по дороге подбирать всех путевых рабочих. Поезд должен был пройти через Зверево на Шахты, а оттуда на Ростов. Из Ростова я рассчитывала добраться до Пятигорска, где жили Петины родные.

Мы сели в пассажирский вагон без стекол, со следами обстрела. Дети уснули, а мне не спалось, да и холодно было. Поезд никуда не ушел ночью, и только утром, когда уже совсем рассвело, мы тронулись. Через полчаса, низко над поездом, пролетели два самолета со звездами. Мы обрадовались, думали, что эти самолеты провожают поезд. Кинулись к окнам, а они сбросили несколько бомб, и только тогда мы увидели на хвосте свастику. К счастью, бомбы не попали. Самолеты зашли второй раз и начали обстреливать. Мы забрались под лавку. Поезд остановился. Самолеты улетели. Мы снова тронулись.

Сколько мы ехали, не помню. По дороге то и дело останавливались и подбирали новых пассажиров. Люди тащили мебель. Погрузка

занимала много времени, и двигались мы медленно. Меня поражала привязанность людей к вещам и боязнь их потерять. К вечеру эшелон остановился в хвосте другого. Мы вышли и выяснили, что до Зверева впритык стоят 15–16 поездов. Среди них один санитарный и несколько воинских. Звереву разбито, и когда рассосется пробка, неизвестно. Мишень мы представляли великолепную, и поэтому, переночевав в поезде, утром ушли. Всю ночь я из окна вагона наблюдала пожар на станции Лихой. Там горело что-то так ярко, как будто всходило солнце.

Рано утром мы дошли до Зверева, оттуда свернули на Лихую, а затем, через Шахты, пешком на Ростов. Налеты участились. Самолеты летали с утра и дотемна. Иногда целыми днями мы лежали в стогу, а шли ночью. Уже устали, долго идти не могли. По дорогам шли и ехали военные. Поэтому мы шли в стороне, полем, по стерне. Босиком это мучительно, все равно, что идти по гвоздям. Иногда, не вытерпев, возвращались на дорогу. Но и там было не легче. Глинистая, вся изрезанная следами шин, с острыми засохшими краями, покрытая горошинами засохшей глины, она была трудна для босых ног. Андрюша шлепал в моих туфлях. То и дело обгонявшие бойцы не удерживались от возгласов соболезнования при виде моих босых ног.

Мы пришли в Шахты. Город был уже сильно разрушен. Решили идти в Новочеркасск. Предстояло пройти, кажется, 60 км. Прямое, как стрела, гудронированное шоссе. Нагнали группу штатских мужчин, которыми командовал военный, назвавший себя комиссаром. У них была подвода, на которой лежали их вещевые мешки. Комиссар или командир предложил мне посадить Сергея на телегу сверх мешков. Но Сережа боялся упасть, и мне пришлось вплотную к телеге идти «в ногу» с лошастью, чтобы придерживать его рукой. Было неудобно и трудно, так как лошадь шла значительно быстрее меня. То и дело цеплялась за ось, а один раз больно придавило колесом ногу и содрало кожу с двух пальцев. Низкая, сизая туча быстро догоняла нас. Грохотал гром. Комиссар решил своих людей укрыть в селе. Свернули с шоссе и прямо по степи почти бегом шли два или три километра. Сережу пришлось взять на руки. От дождя не убежали, и в деревню пришли промокшие.

В эту ночь в простом деревенском доме разместилось не менее пятидесяти человек. Лежали вплотную, прижавшись друг к другу. Если бы кому-нибудь понадобилось встать, пришлось бы шагать по телам. Ночью мой комиссар потребовал компенсации. Как он добрался ко мне, не представляю. Учитывая такую возможность, я нарочно лег-

ла у порога, а детей положила рядом. Его попытки были так просто-душны, и ему самому это казалось так естественно. Я его довольно громко и спокойно отчитала. — «Ну, ты не серчай». И уполз на свое место. Это меня не обидело и не возмутило. Меня многое в то время не обижало. Помню, как-то мы сидели в большом каменном помещении, возможно, в бывшей конюшне. Там же была группа мужчин-военных, которые, разговаривая, гнусно ругались. Я не реагировала ни внешне, ни внутренне. Зато Андрюша был страшно поражен — как это они ругаются, когда тут мама.

Наутро пришли какие-то плохие вести. Я это почувствовала по тому волнению, которое охватило военных. Мой незадачливый комиссар, невзирая на ночной инцидент, отозвал меня в сторону и сказал: «На Новочеркасск тебе идти нельзя. Там идут бои. Ты двигай прямо на юг и добираться до Дона. Там есть переправа».

Итак, мы пошли на Дон. Я не помню сейчас названий всех переправ, к которым мы стремились. Их было три, и ни одной мы не достигли. Пошли на одну, ближайшую, но нас завернули: «В пяти километрах немцы, вы не дойдете». Мы собрались идти на Константиновку, это было дальше, но там был постоянный мост и были попутчики. Нам посоветовали свернуть на Мелихово, так как близко от Константиновки были немцы. По дороге на Мелихово мы ночевали в деревне. Я ее запомнила по тяжелому настроению, которое вызвала эта остановка.

В этой деревне стоял штаб, и нам сказали, что останавливаться посторонним тут нельзя. Разыскала какого-то старшего лейтенанта, от которого зависело разрешение. И этого молодого человека, крайне озабоченного своими делами и абсолютно равнодушного к нашей судьбе, с трудом уговорила все же оставить нас. Он указал крайнюю хату. Мы там ночевали и провели весь день до сумерек. День был пасмурный, холодный. У Сережи к тому времени вовсе разыгрался кровавый понос. Он температурил, и ничем, кроме сульфидина (его у меня было 50 г), я не могла ему помочь. Помню, много раньше, на какой-то очередной остановке Сережу, сидящего на корточках, увидел проходящий майор: «Что, у него диспепсия? — Покачал головой и буркнул, — Пропадет малыш». Я и сама этого очень боялась.

К вечеру штаб начал спешно уезжать. Меня поразило большое количество в этом штабе гражданских женщин. Веселых, накрашенных и хорошо одетых. Они везли много чемоданов, и им предоставлялись машины. Я стояла у калитки и с тоской смотрела на эту веселую и шумную компанию, уверенную, что они сумеют уйти. Я смотрела и

думала, что ведь нас тоже могли взять. Попыток не делала, так как чувствовала всю их безнадежность. Этой же ночью мы ушли на последнюю переправу, на Раздоры.

Шли долго и медленно. Было очень грязно. Дорога была изрыта, в колдобинах и ямах. Размытая дождями, она была вконец испорчена всем едущим и идущим по ней. Мы проваливались до колен в ямы, наполненные грязью. Измученные, мокрые и грязные мы, наконец, решили отдохнуть. Глубокой ночью подошли к крайней от дороги хате. Было очень темно. Дом спал. Мы поднялись на крыльцо. И вдруг я подумала, что здесь есть мертвый. Стало неприятно. Я боюсь мертвецов. (Теперь уже не боюсь.) Постучали. Нам открыли, покорно впустили, и мы моментально уснули. Утром выяснилось, что вчера в этом доме похоронили хозяина.

С первыми лучами солнца хозяева поднялись и начали спешно переносить, прятать и закапывать вещи и запасы. Потом они все ушли, и мы остались одни. Я не помню, кормили ли нас здесь. С нами была девушка. Она и Андрей нашли какие-то сухари, черствые куски. Подобрали их, а потом «украли» немного пшена и муки. У нас появились запасы. В благодарность Андрей забыл у них свою бархатную куртку.

Так как часть ночи мы проспали, то решили идти днем. Это плохо удалось из-за самолетов. К ночи вышли в степь, с высокой, некошеной травой. Местность была болотистой. Дорога мягкая, сырая. Трава одуряюще пахла. Как-то незаметно мы очутились среди военных. Их было очень много. Пехота с орудиями. Машин почти не было. Были лошади. Вся масса людей была в страшном напряжении. Каждую минуту это могло перейти в панику. Они почти бежали. Это, наэлектризованное страхом, настроение передалось и мне. Я очень боялась в этой гуще людей потерять Андрея и все время ловила его за руку.

Это стремительное движение в ночи огромной массы людей, орудий и лошадей происходило почти бесшумно. Люди молчали. Слышался только скрип колес, цокот копыт да шуршание высокой травы. Где-то вдали защелкали мотоциклы, и вся масса шарахнулась в сторону от дороги. Побежали и мы, путаясь в высокой по пояс траве. Тревога оказалась ложной. Это были наши мотоциклисты. Такое шараханье повторялось еще два раза. Для этого было достаточно какого-нибудь резкого постороннего звука. Я думала, что до переправы близко, и очень волновалась. Мне многие, обгонявшие нас, в ту ночь говорили: «Берегите детей. На переправе их так легко потерять». Один даже посоветовал привязать к себе Андрея.

Перед рассветом я увидела в стороне какой-то поселок. Мы свернули к нему. Это был совхоз «Придонский». До Дона оставалось километров пятнадцать. Мы остановились в клубе, поспали, отдохнули. Удалось из наших запасов сварить варево и напечь лепешек. Утром пошли дальше. Шли медленно, часто прятались, так как над головой все время пролетали немецкие самолеты. Они летели на переправу и бомбили ее нещадно. Около нее скопилось множество войск, беженцев, тракторов и скота. Переправлялись по мосту и на паромках. По мосту, главным образом, шли войска. На ночь наводили понтонный мост, и тогда армия шла по понтонам, а мост был предоставлен остальным. Не доходя шести километров до переправы, мы остановились, с тем чтобы с наступлением сумерек двинуться на переправу. Правда, немцы бомбили ее и днем и ночью, при свете ракет. Остановились мы в полуразрушенном скотном дворе. Здесь было много людей, ожидавших, как и мы, ночи. Было человек семь раненых, причем тяжело. Были на костылях, один был ранен в пах. Они лежали в жару, некоторые бредили.

Часов в шесть вечера, хорошо отдохнув и закусив нашими запасами, решили двигаться. Впереди уже маячил конец пути. Нужно было еще одно усилие, еще немного напряжения, и на завтра мы рассчитывали быть на своей территории. Не бояться окружения, не бояться немцев. Настроение было хорошее. Мы были полны надежд. Я посадила Сережу на плечи и только сделала несколько шагов, как вдруг затрещали мотоциклы, застучали пулеметы. Это были немцы. Началась паника. Военные снимали с себя звезды и знаки различия, скидывали гимнастерки и бежали в холмы, в сторону от дороги, в сторону от поселка. Мучительно было смотреть на раненых.

Я села на землю и долго сидела без мысли, без чувств, ничего не видя и не понимая. Очнулась от разрыва пушечного снаряда, его немцы послали в трактор. Все! Кончилось все, и не нужно было никуда спешить. Появилась огромная непреодолимая усталость. Не хотелось ни говорить, ни двигаться, ни думать.

Наутро встал вопрос, что делать, куда идти. Мелькнула мысль о Рубежной и тут же отпала. Там меня никто не ждал. Да и далеко, ужасно далеко. Решили идти в Миллерово. Там были родственники. Тетя Маруся в письмах приветливо и настойчиво звала к себе. Было 28 июля. Семнадцать дней! Семнадцать дней такого напряжения всех, и духовных и физических, сил были напрасны. Жизнь обманула еще раз. В этот же день мы дошли до совхоза «Придонский». Остановились в том же клубе. В поселке уже были немцы. До этого мы их не видели.

Пришли в клуб, проверили документы. — «Иди, matka, назад». Впервые я услышала это слово... и возненавидела его. Ниже поселка проходила дорога. И вот потянулась первая длинная вереница пленных. Ох, и тяжело же было на них смотреть.

Нам предстояло возвращаться на Шахты. По дороге нас подобрал тракторный поезд. Кроме тракториста там еще было человек шесть мужчин. Они не успели перебраться через Дон и теперь возвращались в свой колхоз. Наши хозяева дали нам большой кусок жареной баранины и много сухарей. Впервые за время эвакуации мы ели мясо.

Трактор тащился медленно. Но теперь спешить нам было некуда. Самолеты больше не летали, отступающей армии не было, беженцев тоже. Была гнетущая тишина. Мы никуда не спешили, и это было так странно и непривычно. Я отдыхала физически, сидя на мешках. Дети были сыты и дремали. О сегодняшнем дне можно было не думать. Ему предстояло завершиться в Шахтах, где собирались заночевать. Немцев не было видно. Я сидела высоко, и мне хорошо была видна окрестность. И где-то далеко я увидела очень маленькую черную машину. Она напоминала большого жука. Быстро и ловко она спускалась и поднималась по холмам. Она как будто что-то искала и высматривала. Я подумала, что мы очень заметны. Еще не верилось, что мы уже на земле, занятой немцами. Потом она исчезла, и я о ней забыла. И вдруг она появилась около нас. Остановилась. Выскочил немец. Приказал трактористу остановиться. Немец осмотрел мешки, заглянул в цистерну и велел ехать в Шахты. Так как это совпадало с намерениями наших спутников, они радостно согласились. Машина исчезла. Через час она появилась снова, и было дано распоряжение ехать в Новочеркасск. Мужчины стали убеждать его сохранить прежнее направление. Немец разозлился, что-то крикнул и положил руку на кобуру.

Поехали дальше. Через некоторое время трактористу вздумалось заправить машину. Он сцедил отработанное масло в ведро и вылил его около дороги. Не успел он подойти к трактору, подлетела та же машина, и из нее выскочил совершенно разъяренный немец. Размахивая револьвером, он дико что-то кричал, мешая русские и немецкие слова. Я с детьми стояла на обочине дороги, рядом стояло несколько мужчин. Вдруг немец повернулся к нам, взвел курок, выхватил гранату, замахнулся и, казалось, несколько секунд колебался, что сделать раньше, выстрелить или бросить гранату. Я оцепенела от ужаса и приросла к месту, судорожно вцепившись в детей. Тракторист крик-

нул: «Солидол! Солидол!». Немец оглянулся, посмотрел на лужу, ткнул пальцем, понюхал и успокоился. Повторив распоряжение ехать в Новочеркасск, он уехал и больше не возвращался. Наш поезд тронулся, и все мужчины, кроме тракториста, один за другим, на ходу, взяв заплечные мешки, соскочили и ушли. Мы остались одни. Забрались в будку, нашли там сахар, сухари, муку. Взяли всего понемножку, прихватили небольшую кастрюльку и тоже на ходу соскочили и ушли.

Шахты прошли насквозь, не останавливаясь. Город был сильно разрушен. Висел разбитый виадук. По шоссе от Ростова непрерывно мчались на большой скорости большие машины с солдатами. Летели мотоциклы. Люди в машинах смеялись, что-то кричали и пели. Видно было, что они упоены своими успехами.

Мы шли по железнодорожным путям. Разбитых рельсов не помню. Но разбитые, сгоревшие и еще дымящиеся поезда попадались очень часто. Помню, мы шли вдоль поезда. Вдоль всего эшелона мы шли по крупе и макаронам, перемешанным с осколками разбитых водочных бутылок. И почему-то было очень много этикеток от всевозможных консервов. Видно было, что тут основательно пограбили. В Шахтах мне рассказали про возмутительный случай. В первый же день немцы предложили жителям разгрузить продовольственный поезд и продукты взять себе. Когда собралась толпа, они стали стрелять в нее из автоматов.

В Красном Сулине мы переночевали, с трудом найдя приют. От Сулина мы пошли на Каменск. Этот переход мы сделали в два дня. Мне все труднее и труднее было идти с Сережей на руках. Начали пухнуть ноги и живот. Теперь мы все время шли днем. Ночью ходить запрещалось. Было жарко, а нам то и дело попадались трупы людей (редко) и лошадей. Около одной деревни мы наткнулись на разбитый наш танк, из открытого люка несло трупным запахом. Как-то мы напились из ручья, а пройдя немного вверх по течению, увидели в ручье убитого бойца. Я до сих пор не понимаю, как уцелел Сережа.

Путь от Сулина до Каменска лежал в очень живописной местности. Но найти приют в этих красивых и уютных селениях было почти невозможно. Люди боялись. Помню, как в одной деревне я прошла из дома в дом, отовсюду меня гнали, и только в одной, чуть ли не последней хате, где жила большая и бедная семья, меня приютили, да еще и накормили. При следующей ночевке повторилось то же самое. Не доходя до Каменского, решили заночевать в большой, богатой, красиво расположенной у подножия горы станице. Долго искали

приют и бедную хату. Такой не оказалось. Дети хотели пить. Увидели женщину, выгаскивающую ведро из колодца. Попросила напиться, а потом рискнула просить ночлег. Хозяйка, счастливая недавним возвращением мужа, пустила и обильно накормила молоком и огурцами. То же ел и Сережа. Молоко, огурцы, и тут же кровавый понос. Так я лечила Сережу. Правда, я время от времени, когда уж очень плохо было, давала ему сульфидин. Позже хозяйка дала детям по пирогу. Но спать в дом не пустила. Мы улеглись на открытой веранде.

Утром мы подошли к Донцу. Переправиться можно было только на лодке. Они были частные, и никто не хотел нас везти. Мы долго лежали на берегу. На той стороне был немецкий пост. Лодки приплывали и уплывали, а нас не брали. Я долго и слезно умоляла какую-то женщину взять нас. Неожиданно выручил немец. Ему нужно было на тот берег, за ним пришла лодка, и он взял нас. Переправившись через Донец, мы подошли к немецкому посту. Там стояли часовой с автоматом и офицер. Потребовали документы. Паспорт и детские метрики, деньги (несколько тысяч) и сульфидин я хранила в мешочке на груди.

Документы я выгащала заранее. Просмотрев их, офицер ткнул в грудь, где был мешочек: — «Что это?». Пришлось показать. Деньги его не интересовали, а сульфидин вызвал вопросы — что это и откуда? Я объяснила, что получила на заводе, где работала перед эвакуацией. — «Какой завод?» — «В Рубежной». — Во время осмотра он улыбался. Возвращая мне пакет, немец, все с той же улыбкой, сказал: «Расстреливать вас нужно!».

Андрюша, видя улыбку и не поняв последней фразы, остался в убеждении, что немецкий офицер очень добродушный.

От Каменска у нас появились новые попутчики. Их было много, все мужчины, они нагоняли нас, какое-то время шли с нами, потом уходили в сторону или вперед. Запомнились двое. Первый — пожилой мужчина, по-видимому, добрый и хороший семьянин. Он помогал мне время от времени тащить Сережу и был приветлив с детьми. Он хотел идти в Миллерово, но, узнав, что там есть лагерь для военнопленных, после Тарасовки ушел в сторону. Второй — невысокий рыжевато-седой человек лет сорока пяти с лисьим лицом и с явно антисоветским настроением. Свое отношение к происходящему он высказывал не стесняясь. По дороге он обыскивал всех убитых и забирал все, что казалось ему ценным. Набредли мы как-то на убитого красноармейца-сибиряка. Из нагрудного кармана гимнастерки эта рыжая скотина извлекла красноармейскую книжку и деньги. Книжку он засунул обратно, а деньги, сказав, что они не пахнут, забрал себе. Деньги как

раз пахли, так как были подмочены трупной жидкостью. Я долго берегла в памяти имя этого убитого и место его жительства. Я думала, что когда-нибудь смогу сообщить его родным о его смерти. Записать мне было нечем, и я, конечно, забыла. В другой раз этот человек снял с убитого шапку, а на мертвую голову надел свою. В станице Глубокой мы с ним расстались.

С питанием было все хуже и хуже. Выкапывать картошку на колхозных огородах стало опасно. Немцы за это расстреливали на месте. В селах на советские деньги ничего не продавали. Да и раньше денег не брали, а подавали, как нищим. Сейчас подавали хуже. Иногда отказывали даже в воде. Очень неохотно пускали в хаты. А мне все труднее и труднее становилось тащить Сережу. Я часто спускала его на землю. Он плакал, жаловался, что не может идти и просился на руки. Когда мы проходили через село, он жалобно просил: «Мама, попроси хозяйку». Это означало, что он очень хочет есть или сильно устал. Вспоминаю, как раньше, еще до прихода немцев, он поднимал ручонку, пытаясь остановить машину, и бывал молчаливо, не по-детски огорчен, когда они равнодушно проезжали мимо.

После Глубокой мы дошли до станицы Верхне-Тарасовки. За Верхне-Тарасовкой был последний переход до Миллерово. В этой станице мне не повезло. Остановились мы в доме, где жила красивая и еще очень молодая женщина, мать двух почти взрослых сыновей. Муж ее был на фронте. Она как-то особенно охотно и приветливо встретила меня с детьми. Такую же приветливость выказали и ее сыновья. Извинившись, что в доме нет хлеба, так как она не ждала гостей, она поставила тесто. Наутро она подала на стол несколько пресных пышек, кринку свежего молока и кусок сливочного масла. Такой роскоши мы не видели со времен Рубежной. Дети с наслаждением набросились на масло. Я не удержалась и тоже съела кусок пышки с маслом. Поэтому или потому, что пришло время, но у меня ночью начался страшнейший приступ печени. Когда уже все спали, я проснулась от жесточайшей боли. Подступила рвота. Еле удерживаясь, с трудом ориентируясь в темной чужой избе, я нашла выход и выскочила на крыльцо. Это продолжалось всю ночь. Примешалась боль и сильнейшее расстройство желудка. Как только рассвело, я разбудила детей, и пока хозяева спали, ушла. Мне было стыдно, что я запачкала рвотой крыльцо и двор и так по-свински отблагодарила эту милую женщину за ее исключительное гостеприимство.

Голова кружилась, слабость была отчаянная, ноги подкашивались. Идти не было сил. При первых попытках нести Сережу боли

стали непереносимыми. Взяла его за руку. Он хныкал и не хотел идти. Было холодно и росно. Его обувь, байковые сапожки, которые перед самой войной привезла мама, промокли. Он мерз и просился на руки. Я его время от времени все же несла. Андрей шел значительно впереди. Я отставала. Проходя через какое-то селение и таща Сергея, я услышала крик. Как обычно, не обратила внимания. Крики стали настойчивее, я оглянулась. По огороду, догоняя меня, бежала женщина и несла в руках две горячих, только со сковороды, пышки. — «Я вас догоняю. Возьмите, дайте детям». Это заботливое внимание чужого человека растрогало меня. Не так уж часто встречалось оно на нашем пути. Таким образом, завтрак у нас состоялся. Я тоже не удержалась и съела кусочек пышки. И немедленно расплатилась за это усилившимися болями и рвотой. Нести Сережу стало совсем невозможно. Я его не вела, а волокла, держа за руку, так что на мягком грунте дороги оставались не следы, а две параллельные канавки. Наконец, совершенно обессилев, я свалилась под кустами в стороне от дороги и пролежала без движения несколько часов. Я уже не помню, где и как мы провели ночь. И ночевали ли вообще или в этот же день, к вечеру, пришли в Миллерово. Кажется все-таки, что в Миллерово мы пришли утром.

У самого Миллерова дорога пошла в гору, вернее, на холм. Поднявшись наверх, я остолбенела. С левой стороны дороги открывалась широкая панорама большой, с пологими скатами котловины (до войны тут были огороды горожан). Она мне показалась удивительно правильной формы, как огромная чаша. По дну этой чаши протекала речушка. Из чаши неся какой-то странный непонятный звук, и вся ее коричневатая поверхность шевелилась. Я не сразу поняла, что это? И только оторвав глаза от котловины и оглянувшись, я увидела, что по верху, через правильные промежутки стоят деревянные грибы-зонтики, а между ними ходят немецкие автоматчики, и у некоторых из них собаки. Тогда я поняла, что это миллеровский лагерь для военнопленных. И только теперь я разглядела, что все склоны чаши и ее дно сплошь покрыты шевелящимися человеческими телами. В этой котловине не было ни деревца, ни кустика, даже травы не было. Солнце и дождь, зной и холод, все это обрушивалось на беззащитных людей. Не было и отхожих мест. Я долго стояла и не могла оторваться от этого ужасного зрелища человеческой гибели. Вот внизу появилась лошадь с телегой, на которой стояли баки. Это привезли еду. Шевеление стало активнее, начала выстраиваться и змеиться длинная очередь к телеге. Кто-то упал и больше не поднялся. Его обходили, обтекали. Со стороны города подходили женщины, пытались что-то из еды пе-

ребросить вниз. Часовые их гнали и грозили автоматами. Это заставило очнуться и уйти. Так меня встретило Миллерово.

Наконец мы подошли к дому Лебедевых, моей тетушки и ее семьи. Небольшой одноэтажный домик в две комнаты с кухней. Одной стороной дом выходил на улицу, а второй — на огромный, без края пустырь. Я не знаю, что тут было раньше, степь или хлебное поле. Теперь это была стоянка огромных семитонных машин-фургонов. Стояли две такие машины и около домика Лебедевых, полностью его загромождавая. В доме от них был полумрак. Здесь не было немцев, эти машины принадлежали итальянской армии. Внутри фургоны были, как комнаты, там стояли кровати, был стол и прочие вещи. Эти машины с итальянскими солдатами приехали сюда за день или два до моего прихода и оставались тут все время моего пребывания в Миллерово. Немецких войск было тоже много, но они стояли в другом месте.

У дома был небольшой фруктовый садик и огород. Тут же стояли сарай и уборная. Семья тети Маруси состояла из нее самой, ее мужа Виктора, дочери Тани, школьницы четырнадцати лет, и бабки Петровны — няни и домоправительницы, живущей у тетки с 1910 года. Старший сын Лебедевых, мой двоюродный брат Юра, танкист, к этому времени уже погиб на фронте. Встретили нас приветливо и по-родственному. Маруся обняла, расплакалась и сказала: «Ты будешь мне вместо Юры». В этот день мы вымылись, были сыты и измученные дети, наконец-то, спали на кровати. Первые два дня мы отдыхали, а потом я активно включилась в жизнь и заботы семьи.

У Лебедевых было три огорода, два — далеко, один — близко. Нужно было спешно собирать урожай, несмотря на то, что было только начало августа. Уж очень škодили вражеские солдаты, особенно итальянцы. Немецкая и итальянские армии отличались не только формой одежды (у итальянцев она была более яркая, что ли, а мундиры офицеров были просто театральны), но и рацион питания итальянцев резко отличался от рациона немецкого солдата. Если итальянский солдат в сутки получал три котелка макарон-рожек, сдобренных томатным соусом и подсолнечным маслом, да два небольших круглых хлебца, то немец, кроме трехразового приварка и большой буханки хлеба, обязательно получал еще джем, банку тушенки и жиры. Естественно, что вечно голодные итальянцы шныряли по огородам и таскали мелкий скот, птицу во дворах и даже приспособились выдаивать коров, перехватывая их на дороге. Немцы тоже грабили, но они требовали «яик, курку, млеко».

Не знаю, как в высших сферах, но итальянский солдат побаивался немецкого, и последний был как бы выше итальянского. Обиженные жители даже жаловались немцам на итальянцев. Водителем одного из фургонов, стоявшего у дома, был молодой парень Ромео. Он не был фашистом, а отбывал действительную службу и угодил на войну в Россию. Он окончил два колледжа и собирался стать искусствоведам. Он постоянно подчеркивал, что не «фашисто», и говорил: «Гитлер — плохо, Муссолини — плохо, фашисто — очень плохо. Итальянский народ — хорошо, русский народ — хорошо».

Как-то Ромео отозвал меня в сторону и сказал: «Мадонна, там ночью пришел фашисто (и указал, где), это очень плохо. — Указал пальцем мне на грудь. — Нехорошо, мадонна, фашисто берегись». Ромео по-русски говорил очень плохо, корежил слова, но смысл его речей был вполне понятен. Накануне ночью, через два дома от нас, расположился отряд итальянских фашистов-чернорубашечников. На рукавах их рубашек была эмблема — череп и кости.

Ромео тепло относился к Сереже. Он говорил: «Твой бомбино кароший оки». Это означало — у твоего ребенка красивые глаза. Да, глаза у него были красивые, но общий вид был ужасен. Сильно отекший, так что казался толстым, с не прекращающимися кровавым поносом, покрытый гнойными язвами. Время от времени я давала ему сульфидин и, промывая язвы, посыпала их сульфидином же. Может быть, это его и спасло.

Как-то, во время очередной раздачи макарон, Сережа сидел на ступеньке крыльца. Получив свою порцию, Ромео с котелком проходил мимо. Он остановился и в крышку котелка отлил часть своего обеда. Сережа взял. С тех пор это стало обычаем. Если Сережи не оказывалось во дворе, Ромео разыскивал меня или Андрея и просил передать крышечку с макаронами для «бомбино». Причем это никогда не были остатки или объедки. Прежде чем опустить ложку в котелок, отливалась Сережина порция.

Постепенно Сережа так к этому привык, что, услышав звяканье котелков во дворе, выползал и молча садился на крыльце. Он никогда не просил и никогда сам не шел к Ромео. Тот всегда сам приносил ему его порцию. Это продолжалось вплоть до их отправки на фронт. Мне очень бы хотелось, чтобы его не убили на войне. Признаюсь, я не чувствовала в нем врага. Он привел в дом к Сереже врача-итальянца. Врач внимательно осмотрел его, покачал головой и сказал: «Диета, жиры, фрукты, витамины». Потом послал пришедшего с ним солдата, и тот принес касторку. Налил немного в стакан и протянул мне. Заметив

мое колебание, сказал: «Рицина олеум, потом я выпью». Я колебалась не из-за боязни отравления. Просто чувствовала всю бесполезность этого медицинского вмешательства.

На Сереже особенно сказались все лишения последнего времени. В апреле у него был дифтерит, правда, в легкой форме, но на сердце он сказался. Тем более что у него был врожденный порок, незаращение баталлова протока. Вместо той диеты, которая полагалась детям до трех лет, он очень много голодал и ел часто просто недоброкачественную пищу. Помню, как-то в дороге еще, одна старуха дала нам много огрызков и обломков каких-то сдобных пирогов и пышек. Дети были очень голодны и с жадностью набросились на них. Мы сидели на траве тут же около дома. Все это было основательно проплесневевшим и местами дурно пахло. Очистить и выбросить не испорченные куски было почти невозможно, и их было так мало, что дети все равно подобрали бы отбросы. А в результате всего у Сережи получился хронический колит с кровью, сильнейший отек всего тела и язвы от истощения.

Он никогда не бегал, не смеялся. В нем не было ничего детского. Целыми днями он сидел где-нибудь в уголке. Соседи, бабка и Маруся называли его старичком. Он очень чувствовал обстановку и отношения в семье, а они были очень тяжелыми. Поэтому избегал оставаться без меня в комнате. И когда я уходила из дома, а уходила я очень часто, он садился на землю у стены дома, всегда с той стороны, в какую уходила я. И терпеливо, часами, ожидал моего возвращения. Возвращаясь, я еще издали видела этот маленький серенький комочек, и столько в его позе было недетской тоски и одиночества, что, какой бы я усталой ни была, какой бы тяжелый груз ни тащила, я ускоряла шаги, чтобы скорее прекратить это ожидание. Мне всегда казалось, что Сережа боялся, что я не вернусь.

Только сейчас, спустя четыре года, Сережа начинает быть ребенком — озорным, непослушным и лукавым. И я ему все прощаю. Я не могу ему не прощать.

Андрюша был старше, сильнее и здоровее. Он очень похудел, был всегда голоден. Но ему не так нужна была мать. Он всегда знал, что я вернусь. Знал, куда и зачем я ушла. Он был старше, но не настолько, чтобы многое понять. Был беспечнее и оптимистом по натуре. Воспринимал только смешную сторону явлений. От него многое отскакивало, почти не оставляя следа, и переставало существовать, как только уходило в прошлое.

Итак, мы обосновались в Миллерово. Первое время я не задумывалась над тем, что будет дальше. Долго ли я пробуду здесь, что буду делать. Уйдем ли мы еще куда-нибудь или останемся в Миллерово до конца войны. У меня никогда не было чувства, что это конец, что немцы тут навсегда. Очень раздражало абсолютное незнание действительного положения дел. А так хотелось знать, ну сколько еще надо ждать и терпеть. Год, полгода или десять лет? Только бы знать — когда. Только бы видеть в уме эту светлую точку, а тогда бы уж хватило сил ждать и дожидаться наших. У меня, безусловно, было внутреннее желание никуда не идти больше. Остаться здесь, под крышей, в семье, среди своих людей.

Ни голод, ни холод, ни отсутствие всякой одежды меня не пугали. О Рубежной я не вспоминала. Она была для меня таким же пустым и чужим городом, как любой другой, занятый немцами. О Пете и Николке я старалась не думать. Это была дополнительная непосильная нагрузка на душу. Только во сне я их видела.

Очень скоро приветливость и доброжелательное отношение к нам изменилось. Проявил свою действительную натуру Виктор, за ним изменили свое отношение бабка и Тата. Только Маруся осталась верна мне. По складу характера Виктор был настоящим деспотом. Он не выносил, когда кто-нибудь в доме читал. Даже Татка, его дочь, читала только в его отсутствие и, завидев подходящего к дому отца, быстро прятала книгу и судорожно искала «работы». У Андрея он очень часто грубо вырывал из рук газету, ее выпускали в городе, и заявлял, что «нечего совать свой сопливый нос куда не надо». А мне он часто говорил: «Ты их плохо воспитываешь».

Виктор всем старался найти какую-нибудь работу, часто совершенно бесполезную. Даже Сережу он заставлял рвать траву для зайца. У них в сарае жил заяц, и за ним вся семья ухаживала, как будто ожидала, что из него со временем получится кабан. Виктор очень боялся голода, хотя семья имела два огорода с картошкой, кукурузой и подсолнухами и небольшой огород с овощами. Были некоторые запасы муки и зерна. Был большой чемодан с хорошими вещами, которые легко могли быть обменены, и с большой выгодой, в самом Миллерове на зерно и другие продукты.

Должна сказать, что эта семья в 1931–32 годах в Ставрополе пережила очень голодную зиму, когда все буквально пухли от голода. Может быть, этим объяснялись страх голода и скупость Виктора. Примерно через неделю после нашего прихода он меня спросил: «Что ты намерена делать дальше?» — «Я об этом не думала». — «То есть,

как это не думала? У тебя же есть дети. Кто же о них будет думать, как не ты?»

Приход Маруси прервал разговор. Но с этого началось. Каждый день я получала очередную порцию. — «Я ни тебя, ни детей содержать не намерен. Мне нахлебников не нужно. Ты должна найти работу». — «Где же я ее найду?» — «Это меня не касается. Где хочешь». Потом он начал требовать, чтобы я пошла в комендатуру и нанялась там уборщицей. Я категорически отказалась это сделать. — «Я не буду тебя больше кормить». Мы с Андреем перестали садиться за стол. Я нашла себе работу: ходила по домам и шила, помогала косить траву, убирать огороды, мазать хаты.

Первая моя работа — переделка шинели на мужской ватный пиджак. Шинель была грязная, в крови (видно, снята с убитого), дурно пахла. Ее нужно было распороть, выстирать и сшить вручную. Во время работы я питалась у хозяев и кое-что оставляла детям. Оплату получала натурой: мукой, молоком, подсолнечным маслом, картошкой, иногда печеным хлебом. Все, что я зарабатывала, делилось пополам, половину я отдавала Лебедевым, половину — себе. Была у меня и еще одна работа, очень выгодная. Я стирала белье одному немецкому офицеру за хлеб и мыло. Мыло это было, как золото. Приносил мне белье денщик. Однажды он пришел в мое отсутствие, и бабка перехватила у меня эту работу. Она сказала ему, что я очень недобросовестно стираю, а она это будет делать лучше. Одна Марусина знакомая работала на немецкой кухне и иногда приносила нам остатки от немецкого обеда.

Виктор начал выгонять меня из дому. Вслед за Виктором распоясались бабка и Тата. Для меня это был самый трудный период за все время войны. Я старалась компенсировать свое вынужденное пребывание у Лебедевых. Я убирала огороды, конечно, не одна. Но везти груженую тачку (как я их ненавижу) мне приходилось наравне с Виктором.

Миллерово было в то время на редкость неприятным городом: он был очень грязен, захламлен и битком набит немецкими войсками. Везде в землю были врыты тяжелые орудия. И везде огромными буквами было написано «ФЕРБОТЕН». Попадались и другие надписи: «Вошедший будет немедленно расстрелян!».

Когда иссякли продукты, я вспомнила про сульфидин. В городе функционировал вендиспансер. Пошла туда, разыскала врача (женщину, русскую) и выменяла у нее 30 г сульфидина на пуд муки и литр подсолнечного масла.

С первого сентября начались базары. Цены, правда, были очень высокими. Все же, в крайнем случае, кое-что можно было купить. У меня было около четырех тысяч.

Виктор все настойчивее и настойчивее предлагал мне убраться. Я не знаю, чем бы все это кончилось, хватило бы у меня сил сопротивляться ему. На его счастье в начале сентября немцы издали приказ, по которому всем жителям, приехавшим в Миллерово после 21 июня 1941 года, надлежало покинуть Миллерово и отправиться на прежнее местожительство, если оно оккупировано. Те, кто прибыл из не оккупированных мест, выселялись за 40 км от города. Кроме того, выселялась часть коренных жителей из некоторых районов города. Им было предложено в 24 часа покинуть пределы города и тоже выселиться за 40 км. Транспорта, разумеется, не предоставлялось. После этого приказа Виктор уже не отставал от меня, и я отправилась в комендатуру за пропуском.

Когда я получала пропуск, стал вопрос, как выбраться из Миллерово. Мне была непереносима мысль, что нужно снова проделать пешком весь путь от Миллерова до Рубежной. Правда, между Миллерово и Ворошиловградом было очень оживленное автомобильное сообщение. Ездили немецкие и итальянские машины. Итальянцы иногда подвозили, но им нужно было заплатить чем-то из продуктов. Недалеко от нашего дома был регулировочный пункт на шоссе в Ворошиловград. В Миллерово ежедневно приходило много людей с тачками (и без них) менять вещи на картошку. Очень много было и ворошиловградцев. Они собирались около регулировщика и ждали, пока какой-нибудь шофер возьмет их на машину. За это давали масло, гусей, яйца и т. п. В один прекрасный день к этому пункту подкатили две грузовые машины, из них выскочили немцы и спокойно и хладнокровно, невзирая на вопли, обмороки и истерики, обобрали этих несчастных женщин. Забрали у них буквально все до зернышка. После этого люди стали прятаться по домам.

У нас в доме приюта никому никогда не давали. Но ввиду моего предстоящего отбытия стали пускать, в надежде на то, что я найду себе попутчиков и смогу с ними уехать. Должна сказать, что к тому времени у меня появился багаж. Как-то я купила у одного немца мешок пшеницы со сгоревшего элеватора. Пшеница не была горелой, но основательно припахивала дымом. У меня ее было пудов пять. Два пуда я оставила Марусе. А три должна была взять с собой. Значит, пешком я никак не могла уйти. И вот мне повезло. У нас остановились две молоденькие девчущки, ученицы 9-го класса. Они приехали из Вороши-

ловграда менять. У них было несколько мешков с зерном и картошкой. Они прожили у нас два дня, и в конце второго дня обработали шофера-итальянца, который согласился взять их и меня с детьми и доставить в Ворошиловград. Нужно было чем-то расплатиться. Я побежала на базар и купила десяток яиц, уплатив за них несколько сотен. Шофер поморщился, но все же взял и яйца, и нас. Девочки расплачивались медом и маслом.

Уж не помню, какого числа, 11 или 15 сентября, рано-рано утром мы уехали. Часов в шесть вечера, не доезжая восьми километров до Ворошиловграда, шофер остановил машину и предложил выгружаться. Девочки оставили свои мешки и меня с детьми, а сами пошли в город за тачками и отцами. Был уже одиннадцатый час, когда они вернулись. Сережа спал. Мы его положили на тачку на мешки. Но он проснулся, испугался и заплакал. Пришлось взять его на руки. Сперва шли все вместе, потом я стала отставать. Отцы с тачками, девочки и Андрюша уходили вперед. Потом останавливались и поджидали меня. Это очень замедляло наше путешествие. Все устали, и я понимала, что нельзя дольше злоупотреблять их терпением. Уже в самом городе я предложила им идти не останавливаясь. Сказав мне адрес (улица Ленина, 6-я линия) и объяснив, как пройти, они ушли. Андрюша ушел с ними. И вот началось мое путешествие по ночному незнакомому городу.

Ленинскую улицу я нашла довольно быстро. Она была оживлена, несмотря на то, что шел второй час ночи. Часто попадались пары: разряженные и покрашенные женщины под руку с немецкими и итальянскими офицерами. Они звонко смеялись и казались веселыми и счастливыми. А вот шестую линию найти оказалось очень трудно. Она мне не давалась, как клад. Я нашла и первую, и вторую, и третью. Четвертая и пятая были разрушены. Сохранились только чудом уцелевшие угловые стены с дощечками, а дальше только груды кирпича и обломки. Потом шли седьмая и восьмая. Я дошла до десятой, а шестой не было. Я вернулась к первой. Прошла сначала, и опять не нашла. Спросить было не у кого. Улицы опустели. Вышла опять на Ленинскую, совершенно обессиленная, села на тумбу у чьих-то ворот и с полчаса просидела в полном отчаянии. Немного отдышавшись, пошла опять... и очень быстро нашла 6-ю линию. Потом, днем, я никак не могла понять, почему ночью я так долго ее искала. Меня все ждали и волновались.

Хозяйка дома, мать одной из девочек, Нины, два раза посылала мужа искать меня. Меня накормили чудесным борщом с пышкой

(Андрей поел раньше) и уложили на полу, дав одеяла и подушки. Ко мне и к детям все относились очень хорошо. В доме было пианино, и Андрею разрешили им пользоваться. Питались мы из одного котла. Имея деньги, я покупала свою долю на базаре, стараясь не обременять моих милых хозяев содержанием трех лишних ртов. На базаре я продала часть своей пшеницы.

В то время в городе было еще очень много евреев. Они все ходили с желтыми повязками на руке. Мне было страшно за них. Хотелось подойти и сказать: «Уйдите. Что вы делаете? Зачем остались?». Ведь в Миллерово не осталось ни одного еврея. Там на наших глазах увезли в машине большую еврейскую семью. В ней были старики, дети и молодые. И больше о ней никто ничего не слыхал. Я помню одну женщину-еврейку. У нее было красивое и такое скорбное лицо. Она шла вдоль забора. Я подошла к ней. Мне хотелось ей что-то сказать. Она вздрогнула, внимательно посмотрела на меня, махнула рукой и быстро ушла.

В семье, где мы жили, часто собиралась молодежь. Это были товарищи Нины по школе. Обсуждался вопрос о поездке в Германию. Немцы в это время вели усиленную агитацию за добровольный переезд. Среди приходивших был один парень лет восемнадцати, красивый и надменный. Он был ярким германофилом. Он собирался добровольно ехать в Германию и усиленно агитировал своих товарищей. Надо отдать должное — его агитация успеха не имела. Дети еще не чувствовали в нем врага. Им было просто непонятно, как это их товарищ, с которым они столько лет просидели за одной партией, с которым они выросли, как это он один хочет ехать, тогда как они только и думают, как бы не поехать, куда бы спрятаться, если добровольное перейдет в обязательное. Я его как-то спросила: «А вам не страшно так вот взять и уехать из родной страны и, может быть, навсегда потерять возможность вернуться?». Он удивленно вскинул глаза: «А чего же страшного? Я всегда смогу вернуться, если захочу». — «А если здесь уже не будет немцев?» — «Это невозможно!» И это было его убеждение. Кто ему так вывихнул мозги?

Отдохнув, я начала думать о дальнейшем перемещении. Кто-то мне сказал, что из Дебальцева в Рубежную ходят поезда. И вот я решила добираться до Дебальцева, чтобы оттуда поездом уехать в Рубежную. Регулировочный пункт, через который шли машины на Дебальцево, находился далеко за городом. У будки регулировщика уже сидело много народу. Для оплаты проезда у меня были приготовлены

снова десяток яиц. В этот день нам не повезло. Ни на одну машину, хотя их прошло очень много, нас не посадили.

Дети измучились от жары и голода. Грязны мы все были невообразимо. На противоположной стороне дороги стояло несколько больших деревянных бараков. Договорившись с хозяевами, я приготовила кое-что поесть детям. Помню, что израсходовала пару яиц из неприкосновенного фонда. Ночевали мы в одном из бараков, в пустой квартире с выбитыми стеклами. Спали прямо на очень грязном полу. Какие-то девушки, жившие в бараках, долго пели хором советские песни. Этот хор звучал вызывающе и дерзко. На другой день, после долгих упрасиваний, регулировщик остановил итальянскую машину. Все бросились к машине со своими мешками. Я схватила Сережу, сунула его в кузов и хотела бежать за Андрюшей и мешком. В это время машина тронулась. Я смертельно испугалась, что сейчас увезут моего ребенка и я никогда больше его не найду. Я дико закричала: «Бамбино! Бамбино!». От моего ли вопля или еще почему, но машина остановилась.

В это время Андрюша, страшно перепуганный внезапным отъездом одного Сережи, бежал, запыхавшись, за машиной, волоча двухпудовый мешок по земле. Забравшись в машину и вновь обретя заплаканного, перепуганного Сережу, мы благополучно прибыли в Дебальцево. Приехали вечером. Выгрузились у какого-то большого разрушенного здания. Надо было подумать о ночлеге. Дети были голодны и очень утомлены. Я остановила проходившую женщину и попросила пустить переночевать. Против ожидания она сразу согласилась. Наскоро обмыв ребят, я напекла пресных ржаных лепешек, купила у хозяйки пол-литра снятого молока, и, поев, мы, как убитые, заснули на снопах гречихи в одной из пустых комнат.

Наутро я пошла на базар, чтобы купить чего-нибудь в дорогу и узнать, каким образом можно выбраться из Дебальцева. Вести были самые неутешительные. В Рубежную можно было добраться только пешком. Надо было избавиться от пшеницы. Остаться еще на один день для того, чтобы продать ее на базаре, мне не хотелось. Помогла хозяйка. Она нашла мне покупателя среди своих соседей. Это был прижимистый старик. Взял он ее очень дешево, раза в три дешевле, чем за нее можно было взять на базаре. И все-таки, когда я уже совсем уходила, он догнал меня и потребовал, чтобы я вернула еще часть денег на том основании, что зерно пахнет дымом. А ведь я его предупредила об этом, и он, торгуясь, обнюхивал чуть ли не каждое зерно. Я

отдала ему то, что он требовал, и только мысль о детях удержала меня от того, чтобы не швырнуть ему в лицо все деньги.

Этот последний переход до Рубежной был для меня самым мучительным. Думаю, что у меня к физической усталости примешалось тяжелое душевное состояние. Было потрачено столько сил и энергии, столько пережито, и все это для того, чтобы, уйдя из Рубежной 8 июля, вернуться в нее в конце сентября. Вернуться в город, занятый немцами, потеряв ребенка, мужа, все вещи, а следовательно, и средства к существованию.

По ночам мне не спалось, и я почти молилась: «Господи! Сделай так, чтобы в Рубежной был Петя, чтобы у меня там оказался угол, из которого бы никто не мог меня выгнать, и мне никуда не нужно будет уходить». Как я в это время завидовала всем оседлым людям, у которых был свой дом, своя семья.

Помню, как в Лисичанске, измученные крутым подъемом, мы свалились у какого-то дома под чахлым деревцем. Из дома вышел немец и швырнул к моим ногам маленький сверток в газете. Дети кинулись. Там оказался черствый, заплесневевший бутерброд. Было очень унижительно и гадко. Но дети были готовы поссориться, и я разделила его между ними. Следующая ночевка была в Шахтострое, в нескольких километрах от Рубежной. Переночевав, мы утром подошли к месту, откуда видна была Рубежная, расположенная в долине за Донцом. Ребята радовались. Глаза Андрея сияли. Близился конец пути, а главное, мы возвращались в свой город. Мне же было ни радостно, ни спокойно. Часам к девяти мы подошли к мосту. За ним был завод, начиналась Рубежная. Сергей прыгал у меня на плечах и почти пел: «Абежная! Наш папа там!». Оказалось, «устаами младенца глаголет истина».

В Рубежной был Петя, была комната. И это было счастье...

Примечание. Эти записки я писала в 1946 году. Писала их залпом, на одном дыхании, на клочках бумаги. Написала и сразу все забыла. Я их писала, но ни разу не прочла. Они пролежали 25 лет. Бумага начала крошиться, чернила выцвели. Тогда я решила их перепечатать в двух экземплярах для своих сыновей и внуков. Я ничего не изменила, ничего не добавила и не убрала из тех записок. Переписывая, я впервые прочла их, иногда волновалась, а чаще воспринимала как нечто, не имеющее ко мне отношения. Странное чувство. Но мне они показались интересными. И еще мне захотелось кое-что к ним добавить. Рассказать, как и почему Петя (мой муж, ваш отец и дед) оказал-

ся в Рубежной. Рассказать о некоторых хороших людях, встречу с которыми мне подарила жизнь. Но это в другой раз. А сейчас я хочу привести письмо миллеровской бабки, которое получила в 1970 году. В этом письме я тоже ничего не изменила, даже орфографию. Вот оно: «Татьяна Константиновна я перед вами очинь виновата и перед вашими ребятками тогда были ребятки я сознаю что плохо относилась к вашему в то время положению прошу простите я уже стала стара мне 75 лет наверное скоро умирать пожелаю вам и вашим сынам много много здоровья и всего хорошего в жизни сердечным приветом к вам бабуля пелагея петровна еще рас простите». Я не простила. Но встретившись с ней летом 1971 года у Маруси, отнеслась к ней приветливо и даже расцеловалась на прощание.

А к Марусе я приехала только в 1969 году, когда Виктора уже не было в живых. И теперь навещаю ее каждый год. Тане я простила — она была девчонка.

* * *

Б. Мейер

Я хочу извиниться перед аудиторией: этот тост, наверно, будет немного длиннее, чем положено в таких случаях, но, с другой стороны, в последний раз я был здесь 26 лет назад, значит, несколько лишних минут каждые 26 лет — это не так уж страшно.

По закону жанра, говоря о любимом человеке, которого больше нет, говоришь больше о себе, чем о нем. Но я, конечно, хочу говорить не о себе, а об Андрее Петровиче, каким я его знал.

Мы впервые встретились в 75-м году в Германии, в г. Марктобердорфе, на Международной Летней школе по языковым иерархиям и сопряжениям, где Ершов выступал с докладом, а я был студентом. Во время экскурсии я заговорил с ним по-русски, он был так изумлен тем, что молодой французский инженер, не имеющий русских корней, владеет русским языком, что сразу же пригласил меня в Академгородок на следующий год.

* Выступление проф. Б. Мейера на банкете по случаю окончания Пятой международной конференции «Перспективы системной информатики», посвященной памяти академика А. П. Ершова, июль 2003 г., Новосибирск.

Это была очень приятная и полезная стажировка, где я подружился не только с Ершовым, но и со многими сотрудниками Института. Андрей Петрович узнал тогда, что я готовлю книгу — мою первую книгу «Методы программирования», некоторые из вас, может быть, ее читали, и организовал перевод на русский язык, он появился года через два или три. Забавный аспект: Ершов не читал по-французски и поэтому не знал всех деталей книги до того, как увидел перевод, к которому он собирался написать предисловие. Хотя, вообще-то, это серьезная книга о программировании, в ней довольно много шуток, одни хорошего вкуса, другие — не столь хорошего. Читая предисловие, можно ясно увидеть, что Ершов немного испугался, когда увидел эти шутки, и в своем тексте он предупреждает читателя, что автор очень молодой, но вообще серьезный, несмотря на странные шутки, на которые не следует обращать слишком много внимания.

В последующие годы мы встречались довольно регулярно, когда Ершов приезжал в Париж, он обычно ужинал у меня, в дополнение к официальным встречам в университетах и институтах; его очень интересовало, как живут простые люди, что они думают. Мы вели долгие разговоры об информатике, о науке в СССР и на Западе. Я помню один маленький анекдот: как-то раз я пригласил его в ресторан и перед входом остановился у банкомата, потому что у меня не было наличных денег. Он был очень изумлен, когда увидел, что можно вставить кусочек пластика в стенку, а из нее появятся банковские билеты! Для советского человека тогда это было чудом. Мне было интересно на этой неделе отметить, что банкоматы сейчас в Новосибирске можно найти везде.

Все те, кто знали Андрея Петровича, восхищались его человеческими качествами, вниманием, которое он уделял всем, даже начинающим исследователям, каким я был тогда. Он принадлежал к поколению пионеров, которые, каждый в своей стране, оказали сильное и длительное влияние на развитие информатики. Но, может быть, его влияние и глубина здесь больше, чем у его коллег в других странах.

Сегодня утром мы с одной русской коллегой говорили о том, что часто на Западе, например, в средних школах в Швейцарии, компьютеры есть везде, а информатики, как предмета научного изучения, очень мало. А в русских школах компьютеров, может быть, меньше, зато информатика нашла свое место. Это, без сомнения, часть наследства Андрея Петровича. За это и по многим другим причинам русское общество, как и международное сообщество, может им гордиться. Поэтому мне хотелось предложить тост в память уважаемого ученого Андрея Петровича Ершова.

Воспоминания о профессоре Ершове*

М. Миякава

Андрей Ершов приезжал в Японию дважды, и следы этих визитов, к счастью, остались в **bit**¹⁷⁷.

К тому же, он один из тех немногих ученых-программистов Сибирского отделения АН СССР, чье имя давно известно на Западе. А. П. Ершов впервые посетил Японию в мае 1973 года. Первая наша встреча состоялась на лекции Андрея Петровича «Положение вычислительной науки в СССР» в Электротехнической лаборатории (ETL), в которой я работал.

В то время в Японском обществе по обработке информации в центре внимания было применение языка Algol N; об этом и шла речь в его докладе в Доме науки возле Токийской башни. Наверное, это судьба, но в 1975–1977 году мне посчастливилось провести два года плодотворных исследований на родине академика Ершова.

Во второй раз А. П. Ершов приезжал в Японию на конгресс IFIP в октябре 1980 года. В тот раз он выступил с лекцией «Mixed computation and transformational machines» в Японском обществе по обработке информации; тогда же он незаметно вручил мне 44 страницы черновика статьи, которая позже была напечатана в «Theoretical Computer Science» под названием «Смешанные вычисления: потенциал применения и проблемы». По невнимательности я пропустил часть на русском языке в конце статьи.

Наверное, так изучалась возможность публикации в японском издании. Я посоветовался с некоторыми людьми, но в итоге так и не выяснил, есть такая возможность или нет, и идея А. П. Ершова осталась без развития. Позже, принося извинения, в ответ я получил смех, и, наверное, был прощен, но мне показалось, что все же Андрей мог подумать, что я не такой уж и порядочный человек.

Ведь действительно, Андрей Петрович вложил в эту статью большой труд, и потому мне следовало приложить все усилия, чтобы статья была опубликована в Японии.

* Bit. — 1989. — Vol. 21, N 10. — P. 22–23. Пер. с японского Т. М. Бульонковой.

¹⁷⁷ Обращение к читателям// Bit. — 1973. — Vol. 5, N 9. — P. 9. Предмет теоретического программирования// Bit. — 1973. — Vol. 5, N 11. — P. 30–36. (На японск. яз.).

Говорят, что о человеке можно судить по одному-единственному поступку, и хотя за все долгое время нашего общения я так и не узнал, что же на самом деле имел в виду Андрей Ершов, мне кажется, что на самом деле я так и не был прощен.

В Новосибирске (город в Сибири, СССР) Андрей Петрович Ершов в напряженном темпе руководил проектом БЕТА, целью которого были разработка и создание многоязыковой транслирующей системы.

Вспоминается, как из окна лаборатории на третьем этаже института, на сколько хватает глаз, виден заснеженный лес. В памяти всплывает картина: из-за угла, по одной из тропинок возле Вычислительного центра, выходит Андрей Петрович: черная фетровая шляпа натянута по самые уши, вокруг белое облачко морозного пара.

Наша последняя встреча состоялась летом 1987 года в Новосибирске. Я возвращался из Казани, с международной конференции *Fundamentals of Computation Theory'87*. Меня переполняло счастье от того, что на этой конференции я рассказал о проблеме, поставленной двенадцатью годами ранее в гостях у Андрея Петровича, и я думал, что наконец-то хоть немного оправдал его ожидания. В то же время я волновался за его состояние здоровья из-за тяжелой болезни. Андрей Петрович похудел и выглядел несколько истощенным, но сохранял бодрость духа. Я счастлив, что наша встреча была радостной. Он выслушал мой рассказ о конференции в Казани, а затем со своей неизменной жизнерадостностью рассказал о болезни, об операции, проведенной в московском онкологическом центре, о том, что в Японии эта болезнь считается излечимой. На меня произвело неизгладимое впечатление то, что он может вот так говорить о своей тяжелой болезни.

К обеду у себя дома, приготовленному супругой Андрея Петровича, он специально пришел встретить меня к гостинице. Мы беседовали и с семьей дочери Андрея Петровича, живущей вместе с ними. Тогда я смог проконсультироваться с Ершовым по самым разным вопросам. С удивлением он заметил, что «самое главное всегда появляется в последний момент», и добавил: «Теперь буду слать вам письма». Он проводил меня и назад до гостиницы, пешком по березовому лесу, после прошедшего вечернего ливня. Хотя у меня и не появилось желания в подробностях расспрашивать о болезни, меньше всего хотелось думать о том, что полного выздоровления может и не быть.

Однако сейчас, когда я думаю об этом, мне кажется, что Андрей Петрович был готов к тому, что времени осталось мало. И окружающие замечали, что он пытается завершить как можно больше дел.

Он сказал мне, что едет на семинар в Данию, и передавал мне привет от профессора Футамуры.

Говорят, что на конференции Андрей Петрович безудержно «со строгим лицом четко излагал свое мнение». Оставшаяся у меня с той конференции программная речь Андрея Ершова стала ценностью, которую я всем показываю. Эти заметки, в которых чувствуется, что Андрей заботился о том, что будет после него, и что он думал о близком и далеком будущем, стали последним даром, который оставил нам академик.

Определенно, Андрей был человеком, который всегда обдумывал вещи со всех сторон. Он говорил, что любит размышлять, и всегда говорил, что его мнение может оказаться неправильным. Внимательно и терпеливо выслушивая других людей, он всегда старался в полной мере вникнуть в факты, стоящие за их словами. И в повседневной жизни заключения, выведенные из теории или окружающей природы, он признавал спокойно и с тактом.

Сейчас мне кажется, что во время нашей последней встречи у Андрея был такой взгляд, будто, осознавая свою болезнь, он спокойно рассчитывал оставшееся время.

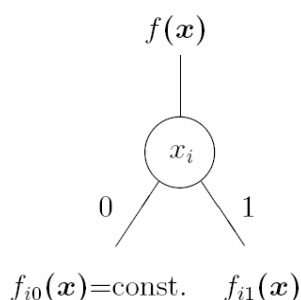
Он говорил, что наука — это природа, и мне кажется, что мнение Андрея, как соратника в области информатики, многое может дать для нашего, человеческого, ее понимания.

Цукуба

18 октября 2004

«Давно мне хочется написать о некоторых людях, которых я встретил в жизни...»

(И. Г. Эренбург, «Люди, годы, жизнь»)



В один из последних дней 1975 года мы пригласили Андрея Петровича и Нину Михайловну на обед в свою квартиру в доме на Морском проспекте. В подарок от них я получил книгу Михаила Шолохова «Судьба человека». Действительно, оглядываясь мысленно назад, я замечаю, что многое в нашей жизни определяется именно судьбой.

* Эта часть воспоминаний написана специально для настоящего издания.

Прошло 16 лет с тех пор, как не стало Андрея Петровича, а мой собственный возраст уже на три года превосходит возраст, в котором он ушел. Мысленно накладывая годы, прожитые мной, на годы, прожитые им, я осознаю, насколько влиятельным и созидательным человеком он был. Он умел видеть все таким, как оно есть на самом деле, и точно описывать вещи и явления языком, понятным другим людям. Он был вдумчивым человеком и оставил нам многое.

Я встречался с ним пять раз: в мае 1973 г., когда он первый раз был в Японии [2]; с октября 1975 г. по август 1977 г., когда наша семья жила в Академгородке; в августе 1979 г., когда я заехал к нему по пути в Сегед на конференцию; осенью 1980 г., во время его визита на конгресс IFIP в Токио [3]; 1–5 июля 1987 г., когда я был в Новосибирске по пути с конференции по основам вычислительной теории в Казани. Два года в Академгородке – эти наиболее яркие страницы нашего семейного альбома – я провел в Вычислительном центре СО АН СССР у А. П. Ершова (я был шестым ученым из Японии, приехавшим на столь длительный срок; первые четверо были физиками, а затем – археолог, приехавший на 2 месяца). О своем пребывании там я написал статью в японском журнале [5].

Я хочу рассказать об исследованиях, которые я начал в Новосибирске, а закончил много позже уже в Японии, причем, с моей точки зрения, весьма эффектно. Я хочу поделиться своей удачей, корни которой – в Академгородке.

В то время я занимался оптимизацией деревьев решений, которая во многих ситуациях оказывается связанной с «ветвлением». Типичный пример ее появления – задача распознавания образов: например, имея набор проб крови, необходимо с помощью заданного набора тестов определить принадлежность каждой пробы к одной из четырех групп крови. Задача состоит в том, чтобы выбрать первый тест таким образом, чтобы классифицировать весь набор проб с помощью минимального числа тестов (такой тест можно назвать оптимальным); этим исследованием я и занимался, только вместо термина «тест» я использовал слово «переменная». Эта проблема является продолжением задачи об оптимальных деревьях двоичного поиска, над которой я успешно работал ранее, и поэтому я горел желанием решить ее. Однако задача оказалась сложной и не имеющей эффективных алгоритмов решения, найти которые я смутно надеялся. Но когда я поговорил об этой проблеме с Виктором Сабельфельдом, он показал мне, что она принадлежит классу CoNP (совместная с ним работа была моей единственной публикацией в Новосибирске). Я помню тот

морозный день, когда я впервые услышал о NP-полных проблемах от Марка Трахтенброта, который обсуждал их с кем-то, стоя неподалеку от меня в длинной очереди в столовой ВЦ. До этого, еще в Японии, я уже слышал о NP-полноте, но не мог конкретно представить себе такие проблемы. Помимо этой задачи оптимизации я начал изучать схемы программ под руководством Володи Иткина. Но при решении ни одной из этих проблем я не сумел добиться ничего конкретного, и поэтому к концу своей новосибирской стажировки не имел никаких результатов. Я вернулся к себе в Японию, в ЕТЛ (Электротехническую лабораторию), с пустыми руками. Это обстоятельство было для меня весьма болезненным и сильно подорвало мою самооценку (жаль, что совместные исследования с Володей оборвались из-за его внезапной смерти в 1991 г., так и не завершившись ни одной публикацией; точно так же я не успел ничего написать в соавторстве с Андреем Петровичем из-за его безвременной кончины в 1988 г.).

Период 1977–1983 гг., последовавший за моим возвращением, стал этапом наиболее мучительной борьбы в моей научной жизни. Однако в начале 1983 г. я сделал поразительную научную находку, ярким светом озарившую мое пребывание в Академгородке и превратившую его в счастливое воспоминание. В рассказе о ней я обращаюсь к своему дневнику.

В то время, будучи научным сотрудником ЕТЛ, я занимался теорией замкнутых множеств (клонов) трехзначных логических функций, а также проблемой построения минимальной сети решений методом ветвей и границ. В первой задаче мне удалось перечислить все базисы трехзначных логических функций и доказать, что максимальное число функций в базисе, как ни странно, равно шести, а не семи и более, что неявно подразумевалось покойным профессором С. В. Яблонским в его работе 1954 года (этот результат стал одной из глав моей диссертации). Я смог доложить об этом результате на конференции в Сегеде в 1979 г. (там же я единственный раз встретился с проф. С. В. Яблонским и проф. Ю. И. Яновым, благодаря чему, как я думаю, я получил приглашение выступить с сообщением на конференции в Казани в 1987 г.). Об алгоритме для решения второй задачи я сделал доклад на 10-й конференции IFIP по системному моделированию и оптимизации, проходившей с 31 августа по 4 сентября 1987 г. в Нью-Йорке. Однако мне не удавалось опубликовать полученный результат в виде статьи в журнале (для публикации было недостаточно материала). В этой же поездке я посетил конференцию в Банфе, где встретился с профессором Иво Г. Розенбергом. Сейчас, оглядываясь назад, я вижу,

что в этот период что-то стоящее в моей жизни все же происходило, но тогда я оценивал свое будущее крайне пессимистично. Кроме того, в моей личной жизни произошло очень печальное событие, сильно повлиявшее на мою духовную жизнь: моя тетя, с которой я провел детство и с кем мы были очень близки, в возрасте 50 лет перенесла онкологическую операцию, и прогноз был наихудший. Поскольку я был молод и неопытен, я не мог смириться с ее судьбой. В своем дневнике 31 декабря 1981 г. я сделал запись: «В этом году я не сделал никаких успехов. Ничего не светило в моем сердце».

20–28 ноября 1982 г. я побывал у себя на родине в префектуре Кумамото, чтобы повидаться с тетей, и к несчастью сильно повредил колено. Последствия этой травмы остались у меня на всю жизнь. 5 декабря я долго разговаривал с тетей по телефону. Она говорила, что чувствует себя обессиленной, и потому не сможет приехать в Цукубу на лечение. Остаток жизни она предпочла провести с семьей: у нее была единственная, очень поздняя, дочь (тогда десятилетняя). 1 января 1983 г. мне исполнилось 40 лет, и мне пришлось признать, что я уже много прожил. Я писал: «Мне хотелось бы работать с интересом; только это и останется в моей будущей жизни». Слабые успехи в профессиональной жизни постоянно меня угнетали, и я перестал испытывать удовольствие от повседневной жизни. Состояние травмированного колена ухудшилось до такой степени, что я едва мог ходить; мне приходилось постоянно консультироваться с врачами. Тосика лежала в университетской больнице с угрозой выкидыша. Одним словом, я достиг самого дна своей физической, социальной и профессиональной жизни. И в этой ситуации внезапно пришла моя находка. Я должен был написать заключительный отчет по сетям решений, чтобы, наконец, распрощаться с этой «проклятой» проблемой, да и со всей своей профессиональной карьерой. Я был в тупике и в отчаянии. 11 февраля (в день нашего национального праздника) я писал в дневнике: «Я не могу получить новых результатов в оптимизации деревьев решений», а 12 февраля (в субботу) я написал: «Непонятно, оптимально ли разбиение с односторонним постоянством, или нет». Впервые я обратил внимание на идею разбиения таблицы решений тестом, имеющим результатом одностороннее постоянство (я назвал такой тест «полурешающим»). Возможно, я пришел к этому, думая о подходах динамического программирования. 13 февраля я написал что-то о словах Гегеля по поводу «оригинальности», ссылаясь на стр. 285 в книге профессора Гурия Ивановича Марчука. 15 февраля (в четверг), навестив в больнице жену, с 21:00 до 1:00 я размышлял о том, «является ли одно-

стороннее постоянство оптимальным». 16 февраля (в среду) была прекрасная погода, но поздно вечером начался дождь. Я проработал в лаборатории 11 часов — с 12:00 до 17:00 и с 21:30 до 3:30 (в дневнике нет записи о том, что я делал в промежутке; скорее всего, я был у жены в больнице). Затем я записал: «Я смог доказать, что разбиение с односторонним постоянством является достаточным условием оптимальности переменной. Удачный день! Сколько же лет прошло с 1975 г.?» 17 февраля (в четверг) шел дождь. Вернувшись из больницы от жены, я проработал до 0:00. Я писал: «Сегодня я послал поздравительное письмо с 8 Марта в Новосибирск».

Результат был опубликован в 1985 г. [6]. В один из декабрьских вечеров 1985 г. я поднялся на восьмой этаж Электротехнической лаборатории в библиотеку, чтобы посмотреть на свою статью (ко мне тогда приехал Иван Стойменович, и он предложил мне самому сходить и проверить). Читая длинный список новосибирских коллег, которым я выражал благодарность в статье, я понял, что моя стажировка в Новосибирске наконец закончена — через 10 лет после того, как я последний раз ступал по сибирской земле. Доказанная мной теорема почти тривиальна. На доказательство ее потребовалось всего несколько дней. Вскоре острая радость открытия (я кричал в комнате!) сменилась в моей душе чувством глубокого разочарования и печали: почему я не увидел этого еще в 1975? Что это были за годы борьбы и отчаяния? Я одновременно был зол на себя и жалел себя. Глупость! Глупо посвящать столько лет одной-единственной проблеме. Но с другой стороны, я верил и верю до сих пор, что в пережитой мною ситуации наряду с моим упрямством присутствует и некая эпистемологическая составляющая. В конце концов, я спокойно примирился с этими годами. Я рад и благодарен, что сумел получить результат. Я пришел к выводу, что это был дар небес, наблюдавших за мной все эти годы отчаянья и борьбы. Несмотря на простоту теоремы (я даже не исключал возможности, что это может быть известный результат, где-то и кем-то уже опубликованный; мне оставалось ждать отзыва рецензента, подтверждающего его оригинальность), я считаю ее одним из основных правил, определяющих оптимальное разбиение таблиц решений. На самом деле мне кажется, что в моей работе говорится, хоть и неявно, что процесс построения оптимальных деревьев решений не имеет распознаваемой структуры, и поэтому неизбежен перебор всех деревьев решений для получения оптимального. В явном виде теплые слова по поводу моего открытия я услышал от двух человек: одним был Андрей Петрович, специально приславший мне открытку из Но-

восибирска (3 апреля 1986 г.), а другим — ныне покойный профессор Осаму Ишии, директор отделения, в котором я работал, — чтобы поздравить, он пригласил меня в свой кабинет.

Эпилог. Мое пребывание в Новосибирске становится историей — так же, как и мои теплые воспоминания об Андрее Петровиче. Глядя на развитие вычислительных наук, а в особенности — на Интернет, появившийся на моих глазах, я понимаю, что становлюсь старым и несовременным. Я чувствую себя, как мог бы чувствовать себя Кодаю — потерпевший крушение рыбак, прошедший 10 лет (1782—1792) в Сибири до своего возвращения в Японию (роман [1] написал известный японский прозаик Ясуси Иноуэ; русский перевод мне подарила Оля Очаковская). Некоторых людей уже нет, включая Андрея Петровича и Игоря Васильевича. Я испытываю чувства, подобные тем, что описал сам Андрей в последнем абзаце [4]:

«...я испытал ревность и почувствовал себя старым и умершим, а мой прах — постепенно исчезающим в тихих водах Ганга. Но через несколько минут мне на ум пришла спасительная мысль, что нет для ученого награды выше, чем когда придуманное им понятие становится безымянным и общеупотребимым. Я не могу сдержать этой мысли...»

Тем не менее, наша жизнь продолжается. Нас окружают молодые люди. Узнав, что Таня Бульонкова, которую я видел в 1987 г. четырехлетним ребенком, переводит статью, которую я написал о ее деде [7], я почувствовал, что узы судьбы, связывающие меня с Новосибирском, все еще не порваны. [Я уверен, что довольно многие люди имели опыт находки после долгой борьбы, подобный моему. Моя тетя Митико Киндзе, которой я посвятил теорему, скончалась 19 июля 1983 г.; 1 сентября 1983 г. у меня родился сын; 7 сентября 1984 г. и 17 января 1991 г. мне оперировали колено.]

Я благодарю своих новосибирских друзей, особенно Наташу Черемных, за то, что они любезно уговорили меня написать эти заметки, без которых я упустил бы эту замечательную возможность и моя история могла бы так и остаться нерассказанной.

Список литературы

1. Y. Inoue, «Dreams about Russia (Snui o Rosii)», Bungeisyunjyusya Pub., Tokyo, 1968.

2. A. P. Ershov, S. Igarshi, T. Shimauti, S. Takasu, E. Wada, «Topics in Current Soviet Computer Science», a record of the round-table talks held on May 16, 1973 at Kyoto, Bit, 1973, Vol. 5, N 9, P. 1022–1029.
3. A. P. Ershov, «On Futamura's projections», Bit, 1980, Vol. 12, N 14, P. 1852–1853.
4. A. P. Ershov, «Opening Key-Note Speech» (the workshop on mixed computation held by IFIP TC2 in Denmark, October 18–24, 1987), New Generation Computing, 6 (1988) 79–86, Ohmsha Pub. and Springer-Verlag; Japanese translation: «My view on scientific researches – on partial evaluation and mixed computation», Bit, 1989, Vol. 21, N 12, P. 1586–1591.
5. M. Miyakawa, «A stay in Siberian Akademgorodok», Bit, 1978, Vol. 10, N 6, P. 698–704.
6. M. Miyakawa, «Optimum decision trees – An optimal variable theorem and its related applications», Acta Informatica, 1985, 22, 475–498.
7. M. Miyakawa, «A memory of Professor Ershov», Bit, 1989, Vol. 21, N 12, P. 1592–1593.

* * *

А. С. Нариньяни

Конечно, в те несколько строк, которые предоставлены каждому из нас, просто невозможно вместить даже небольшую часть того, что хотелось бы сказать об Андрее Петровиче Ершове. Для меня, проработавшего под его началом всю свою «научную жизнь», это задача вдвойне сложная. Считается, что для каждого можно выделить около десяти людей, имевших в его жизни определяющее значение. Для меня, безусловно, в эти десять входит Андрей Петрович. Не хочется сбиваться на панегирик, кажется более важным добавить к общей картине свою проекцию. Поэтому я остановлюсь на нескольких наиболее важных для меня моментах биографии, в которых Андрей Петрович сыграл ключевую роль. Поздняя осень 1962 г. Кончается почти годовая преддипломная практика, которую мы, несколько студентов МИФИ, проходили в Академгородке, тогда совсем еще юном, наверное, не больше одной двадцатой его сегодняшней величины.

Рейс Новосибирск – Москва. Я лечу в свою первую командировку. Ту-104 трудолюбиво одолевает над облаками неблизкую дорогу в три тысячи километров. Мне повезло – соседом у меня А. П. Ершов. Руководитель АЛЬФА-группы, легендарной бригады су-

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции.

перпрограммистов. Для меня, студента, почти классик: школа Ляпунова, теория программирования, первый в стране язык высокого уровня, первый компилятор...

За разговором время летит быстро. Скучать не приходится, я излагаю Андрею Петровичу сногшибательную идею — разработать универсальное семантическое (думаю, что слова этого я еще тогда не знал) представление, позволяющее переводить из одной системы восприятия в другую: музыку — в текст или визуальные образы, и обратно. Это представление должно быть пространственным и динамическим, а следовательно, параллельным. В то время на параллельности в Институте математики СО АН были немного помешаны все — от студентов до академиков. Считалось, что еще несколько лет, и мы совершим революцию — создадим многопроцессорную ЭВМ, способную работать в тысячи раз эффективней, чем лучшие машины того времени. Конечно, это была не основательная научная программа, а этакая утопическая сверхзадача, до которой, казалось тогда, рукой подать. Такой «оптический обман» характерен для горной местности: ясно видно, что до той вершины не больше часа ходьбы, а через 2 часа пути она кажется не ближе, чем в начале. А чаще всего становится ясно, что она намного дальше.

Разговор в ТУ-104 сыграл в моей жизни критическую роль. Прямым его следствием был мой переход с начала 1963 г. в руководимую А. П. Ершовым лабораторию программирования. Моим занятием, естественно, стала не универсальная семантика, а развитие достаточно простой (но и сейчас не всем очевидной) мысли, что архитектура микропроцессорных ЭВМ должна определяться методом организации параллельных вычислений. Эта мысль тоже обсуждалась в самолете вместе с несколькими конкретными идеями, которые имелись у меня по этому поводу.

Наиболее сильное впечатление на новом месте — полная, ничем не ограниченная, можно сказать даже «гипертрофированная» свобода. Еще не кончив института, я должен был выступить в одиночестве на поиски «святого Грааля» — идеи параллелизма. Для коллектива, в который я попал, да и для всего молодого Академгородка, эти свобода и творческая смелость были естественной средой обитания. Без комплексов ставились и решались задачи, определившие «золотой» этап истории программирования: создание методов трансляции, формирование системного и теоретического программирования, появление первого поколения языков...

Любой семинар в лаборатории быстро превращался в дружескую, но очень темпераментную дискуссию. Этот постоянно кипевший котел чрезвычайно ускорял «естественный отбор» идей: рождаясь в споре, слабые в нем же и погибали, а наиболее сильные выживали, кристаллизовались, шли в дело и часто попадали в арсенал мирового опыта программирования. Как правило, Андрей Петрович не был в числе самых азартных участников спора — как полководец, он скорее наблюдал за общим ходом схватки, вмешиваясь в критические моменты, подводя итоги. Оставаясь стратегом, он не был, однако, научным командиром, стремящимся контролировать каждого. Свобода поиска была главным принципом, но планка стояла очень высоко. Эта высота определяла жесткий отбор не только результатов, но и людей. Но зато вела к формированию «предельного» уровня школы, огромного влияния на отечественную науку, возможности участия на равных в развитии мировой информатики. Это очень похоже на обучение плаванию методом бросания в воду. Но уж если выплыл, тебе было обеспечено отношение на равных.

1965 г.: мы с В. Е. Котовым после двухлетней драматической эволюции через различные фазы состояния «понимаем, но выразить не можем» достигли, наконец, стадии, когда наша идея асинхронного программирования приобрела достаточно определенную форму, а мы сами научились ее внятно излагать. Планка была взята! И Андрей Петрович, до этого не дававший нам спуска, сразу же отметил этот перелом максимальным актом признания. Своеобразным «рекордом Гиннеса»: концептуальная статья двух старших лаборантов была напечатана в киевской «Кибернетике», одном из наиболее элитарных научных журналов того времени. Но почить на лаврах нам не удалось. Еще многие годы, до самого «совершеннолетия» — защиты диссертаций — мы работали в режиме максимальной мобилизации: с каждым новым, трудом добытым, результатом планка поднималась все выше. Даже при подготовке диссертаций на путь от констатации «материал есть» до защиты ушло около трех лет. И это не были придирки руководителя, это была оценка «по большому счету», которая имела в школе Ершова не менее важное значение, чем самостоятельность каждого.

Наконец, защита позади. Переход через этот рубеж почти всегда связан с определенной перестройкой. Для нас с Котовым это был особенно критический период: было признано, что оба мы «доросли» до руководства группой, однако параллельная проблематика по тем временам (начало 70-х) не «тянула» на два коллектива. Одному надо

было оставаться на своей колее, а другому менять тематику. И этот выбор не должен был быть ни случайным, ни насильственным.

В этой драматической ситуации принцип «по большому счету» оказался особенно важным и, по-видимому, единственно верным. Прежде всего, выбор новой проблемы: именно Андрей Петрович заметил тогда, что исследования по искусственному интеллекту выйдут из фазы «предразвития» и начинают превращаться в многообещающее научное направление. Перейти в новую тему из нас двоих он предложил мне. Не знаю, что повлияло на этот выбор, может быть тот первый разговор в самолете. В последовавшем диалоге о смене области исследований не было ни тени нажима, он продолжался несколько месяцев при моем весьма активном вначале сопротивлении.

Наконец, решение было достигнуто. Для меня оно оказалось одним из наиболее важных в жизни. Может быть, единственным, которое было принято «по инициативе извне». Уже через год-два я считал этот выбор особой удачей, выбором навсегда...

Конечно, жизнь не рисуется одной краской. Далеко не во всем я соглашался с Андреем Петровичем. Наши отношения мало были похожи на отношения ученика и учителя. Но в самом главном я всегда останусь ему глубоко благодарным. За свободу и терпимость, за мудрый совет в решительную минуту. За высокий, неповторимый, Ершовский образец личности и школы в науке.

Ершов и Слово*

Ю. А. Первин

Большинство из тех, кому довелось общаться с Андреем Петровичем Ершовым, работать с ним плечом к плечу, и по сию пору чувствуют в своей жизни, работе, творчестве следы его влияния. Его хватало на всех. Видимо, потому, что Андрей Петрович был удивительно многогранен: он был выдающимся теоретиком программирования и организатором крупных программных проектов, блестящим популяризатором науки и талантливым педагогом, глубоким исследователем-ученым и мастером человеческого общения. Порой кажется, что

* © Ю. А. Первин, 2005. Статья написана специально для настоящего сборника.

сколько людей прикоснулось к его дарованию, столько образов А. П. Ершова осталось в людях.

Выбирая сюжет для воспоминаний об А. П. Ершове и примеряя на себя все то, чему довелось у него научиться, я решил назвать эти воспоминания «Ершов и Слово». Написанное с заглавной буквы и рядом с именем Ершова «Слово» — это, прежде всего, понятие высокой ответственности и чести.

Ершов был научным руководителем авторитетного в 70-е—80-е годы семинара Вычислительного центра Сибирского отделения АН СССР «ЭВМ и учебный процесс», который собирался регулярно два раза в месяц. Издавались труды семинара, участники приезжали из разных городов Советского Союза. Сам А. П. Ершов посещал в силу своей огромной занятости далеко не каждое заседание, но каждое его участие, а, тем более, выступление на семинаре, было запоминающимся событием.

Однажды Андрей Петрович предложил свое выступление на этом семинаре с темой «Программирование — вторая грамотность». Да, речь идет именно о том самом докладе, который позднее был перепечатан многими журналами мира, а его заголовок стал лозунгом, висевшим в каждом школьном кабинете информатики. Близилось время назначенного заседания семинара, а обстановка начинала осложняться: предстояла командировка в столицу, а следом за ней — и за рубеж, надо было всерьез готовиться и к той, и к другой. Представлялось простым решение — перенести сроки семинара на время после возвращения, заменив Ершова другим докладчиком (мысль об отмене очередного заседания даже не допускалась). Но Андрей Петрович не мог позволить себе подвести слушателей, тех, кто его ждал (основу аудитории составляли студенты Новосибирского университета и учителя школ Академгородка). И ценой напряженной работы (основного его рабочего режима) Ершов в назначенный день и час вошел в университетскую аудиторию им. Мальцева. Мне, секретарю этого семинара, была известна моральная цена этого выступления — Слово, которое дал А. П. Ершов. И которое он сдержал на свойственном ему высочайшем уровне ответственности: в тексте доклада не видно было ни малейших следов спешки, перед слушателями было глубокое серьезное произведение, которое оказалось исключительно актуальным, ошеломившим и восхитившим программистскую и педагогическую общественность.

Цену Слова и ответственности за него Ершов измерял высокой мерой. Его многочисленные коллеги и ученики очень быстро усваива-

ли правило — не приходить к нему с просьбой о соавторстве, если Ершов не внес в предлагаемую статью существенный личный вклад. Когда Звенигородский и Первин написали казавшуюся им завершенной статью «Школьная информатика» (кстати, сам термин «школьная информатика» родился в кабинете Андрея Петровича в ВЦ; это он его придумал), лстящее желание оказаться в одном авторском списке с Ершовым привело их к Андрею Петровичу именно с такой просьбой. Ершов взял статью домой и через два дня, пригласив авторов, показал ее новую редакцию. Существенно выросшая по объему (больше, чем на треть) и обогащенная серьезными обобщениями (не измеряемыми количественными категориями), статья со всей очевидностью содержала значительный вклад Учителя. Расширилось даже название, в котором толковалось содержание работы — «Школьная информатика (состояние, концепции, перспективы)»¹⁷⁸.

Ершов любил Слово и любил с ним работать. Его рабочий кабинет-библиотека в Вычислительном центре, где на большом столе последние отечественные и зарубежные книги соседствовали с раритетами и прессой, остались в памяти у каждого его сотрудника, ученика, гостя. Этот просторный персональный кабинет был заполнен книгами. Тщательно собираемая коллекция ершовских книг всегда была достоянием всех его коллег. В ВЦ Сибирского отделения АН СССР с равным почтением говорили и об институтской библиотеке, и о библиотеке Ершова, причем в последней читательский поиск чаще оказывался более эффективным.

Ершов много работал в своем кабинете-библиотеке. Вместе с тем, его не стесняла любая обстановка, когда речь шла о творчестве. Он умел работать в гостинице и дома, в самолете и даже в автобусе. Авиационное кресло в трехчасовом перелете Новосибирск — Москва часто становилось его рабочим местом. Помню, именно в самолете были написаны и отредактированы многие страницы первого школьного учебника по информатике. Он дорожил каждой возможностью обсуждения написанного им текста. Когда у меня планировались совместные с Ершовым командировки в Москву, можно было не запасаться дорожным чтивом: с завидной регулярностью, каждый десяток минут, А. П. Ершов передавал очередной исписанный им листок бумаги, просил прочитать, оценить, высказать замечания. Хотя А. П. Ершов никогда не навязывал окружающим и даже ученикам свой стиль рабо-

¹⁷⁸ Школьная информатика. Концепции, состояние, перспективы. — Новосибирск, 1979. — 51 с. — (Препр./ АН СССР, Сиб. отд-ние; ВЦ; № 152). — (Школьная информатика; Вып. I). — (Совм. с Г. А. Звенигородским, Ю. А. Первиным).

ты, такие совместные командировки оказались отличными уроками организации творческого процесса. На каждом листочке — шла ли речь о черновом наброске статьи, письме в высокую инстанцию или стихотворении на тему о дорожных впечатлениях — всегда в верхнем углу стояли записи (вместо нумерации страниц): дата, час с минутами, место написания. Иногда за один день доводилось увидеть такие надстраничные пометки на его листках-черновиках: «17 марта 09:15 Новосибирск — Москва», «17 марта 14:27 Москва, Президиум Академии», «17 марта 22:00 гостиница “Академическая”». Нескольких командировок с Ершовым оказалось достаточно, чтобы такой стиль работы, включающий и игнорирование комфорта, и аккуратнейшее документирование рабочих материалов, стал осознанным наследием.

Сейчас не только с теплотой памяти, но и с гордостью причастности вспоминается, как в кресле самолета Андрей Петрович обсуждал, обосновывал и предлагал варианты связанных с обработкой текстов языковых конструкций в школьном учебном языке (который, отдавая дань уважения его разработчику, позднее называли и Е-языком, и даже Ершолом).

И даже в еще менее комфортной обстановке, чем самолет, — в автобусе — он, умея экранироваться от всего, что мешает работе со Словом, готов был полностью отдаться творчеству. Как-то А. П. Ершов был приглашен в мае в Барнаул, на краевую научную конференцию. Из этой поездки он вернулся со стихами, которые были написаны в те минуты, когда он любовался из автобусного окна прекрасными алтайскими пейзажами:

*...Первый цвет природа дарит,
Царь-багульник на скале,
Строй тюльпанов на бульваре,
Мать-и-мачеха в селе...*

Было очень интересно наблюдать с соседнего места в автобусе, как на положенном поверх книги листочке бумаги быстро возникали ровные стихотворные строчки, немного приостанавливались для авторских размышлений, перечеркивались и далее бежали по странице. Хотя об увлечении Андрея Петровича стихами к этому времени я уже знал, это была первая встреча с рождением ершовского стиха.

А годом ранее отношение Андрея Петровича к стихотворному Слову буквально потрясло. Он вернулся из зарубежной британской командировки и повесил на внешней стороне двери своего рабочего кабинета отличное издание стихотворения Редьярда Киплинга

«К сыну» — большой лист мелованной бумаги, старинный шрифт, красивая цветовая гамма. Было приятно отметить и оценить вкус нашего заведующего отделом: на мой взгляд, это кишпинговское стихотворение по своей глубине и силе не уступает тургеневским стихотворениям в прозе. Все приходившие к Ершову подолгу останавливались около двери, взволнованно перечитывая (увы, на английском) чудесные стихи.

Каково же было восторженное восхищение, смешанное с удивлением, когда через несколько недель Андрей Петрович показал нам отточенный русский перевод этого стихотворения:

...
*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 в сраженьи твой черед настанет,
А сил и нервов нету устоять,
Тогда стеной одна лишь воля станет
И скажет — «Не сдаваться и держать!».*
...
*Когда всю жизнь, не потеряв минуты доли,
Отдашь ты покорению вершин,
Твой будет щедрый мир и — более —
Мужчиной станешь ты, мой сын.*

Известно, что к английскому тексту стихотворения «К сыну» обращали свое внимание известнейшие поэты-профессионалы — С. Я. Маршак, М. Л. Лозинский... И на фоне их работ перевод Ершова, по мнению многих, включая филологов-специалистов, не уступает «классикам».

Позднее я увидел приведенные выше строчки в посмертном сборнике стихотворений А. П. Ершова, изданном в новосибирском Академгородке его дочерью Анной Андреевной Бульонковой и другом-соратником Игорем Васильевичем Поттосиным.

Стихи Ершова — это произведения широкого спектра. Здесь и глубокие философские раздумья, и нежность отцовских и дедовских чувств, и каламбуры профессиональной программистской лексики, и гимны родному краю и вдохновенному труду.

Если говорить о переводческой поэзии, то она особенно трудна: здесь кроме ограничений формы, которым подчиняет себя автор, на-

кладываются дополнительные требования предельной близости к оригиналу. В такой деятельности успехов добиваются лишь мастера, виртуозы Слова. Таким виртуозом был Андрей Петрович Ершов. В сборнике его стихотворений — переводы с английского и немецкого. Он любил и тонко, по-тургеневски, чувствовал родной язык, но, кроме того, ценил у своих коллег-сотрудников доброе отношение к языкам иностранным. Через его руки внимательного редактора переводов прошли многочисленные книги и статьи, переведенные на русский язык его аспирантами и сотрудниками.

Порою не верится, что огромное наследие ершовского Слова — примерно полтысячи публикаций — было создано в эпоху, когда ноутбуки и Интернет еще не стали повседневностью.

Тем дороже гигантский труд его соратников и помощников, которые превратили литературное наследие Андрея Петровича в замечательный сайт — архив творчества великого Человека — <http://ershov.iis.nsk.su>.

* * *

И. В. Поттосин

С Андреем Петровичем, под его руководством и влиянием я прожил подавляющую часть своей программистской жизни. Исключение составили первые три года, но уже в 1958 г. он взял меня в свой отдел программирования Института математики Сибирского отделения, и с тех пор я работал с ним. Будучи формально независимым, я считал его своим руководителем, а он не отказывался от моих проблем. Влияние же его на меня сохраняется и, чувствую, сохранится (да я в этом и не оригинален), обаяние и сила его личности, думаю, продолжают действовать на многих его учеников и последователей.

И это хорошо. Я уже имел печальную возможность сказать о том, как важен его пример для нас, оставшихся.

Он был глубоко демократичен — не демократичностью панибратства, а демократичностью доброжелательства и внимательности. Он был постоянно окружен людьми, отвечал на вопросы, давал свои оценки, спорил. Он умел и любил спорить, умел вызывать на спор. В отличие от некоторых, он никогда не относился к спору и дискуссии

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции.

как к средству самовыражения, средству «донести до народа свою единственно правильную позицию», не слушая, да и не желая слушать другие мнения и доводы. Для него дискуссия была инструментом нахождения истины, и в процессе спора он всегда стремился извлечь из высказываний ту долю истины, которая отражает реальный и специфический опыт каждого дискуссанта. Он понимал и учил понимать других, что для нашей нарождающейся научной дисциплины крайне важно извлекать зерна истины из разнообразного опыта новичков, профессионалов и непрофессионалов.

Обстановка спора ему нравилась, она, как правило, возбуждала его мысль, его энергию. Он успевал четко оценить позицию говорящего, извлечь то, что представлялось в тех или иных аспектах правильным, найти новые доводы и аргументы. Он, что не часто, думал и работал во время спора.

Я уже отмечал в обзоре¹⁷⁹ работ Ершова, что многие очевидные сейчас положения рождались в бурных дискуссиях, и Андрей Петрович показал, что он умел видеть глубже и дальше многих. Вспоминаю наш разговор с Геноей Кожухиным во время начала работы в проекте АИСТ. Сошлись мы с ним на том, что если в тактических и технических решениях «мы и сами не дураки», то в стратегических решениях нам надо больше верить интуиции Андрея Петровича, чем собственному мнению, даже если его точка зрения противоречит нашей. Это не означало, что мы без спора соглашались с ним, но там, где точные доказательства невозможны, мы, даже сомневаясь, доверяли ему — и не ошибались.

Его авторитет, а он обладал громадным авторитетом среди программистов, никогда не подавлял собеседников: это был авторитет знания и интеллекта, а не авторитет должности и власти. Андрей Петрович не занимал высоких руководящих должностей, да и не стремился их занимать, для него было важно то влияние, которое он оказывал на программистскую жизнь не по должности, а по идеям, мнениям, точке зрения. Он, особенно в последнее время, получал ряд заманчивых предложений по переезду в Москву на более «солидное» положение и более высокие посты, и это порождало общесоюзные слухи: «Все, Андрей Петрович через месяц (два, несколько) уходит из ВЦ СО АН СССР». Как-то на мой прямой вопрос о его уходе он также прямо ответил, что он хочет и думает, что может, работать, и поэтому из Академгородка не уедет, потому что здесь лучше работается.

¹⁷⁹ Поттосин И. В. Творческое наследие А. П. Ершова (обзор работ)// Программирование. — 1990. — № 1. — С. 26–49.

Он умел слушать и понимать людей. Любой, от начинающего программиста, студента или аспиранта (даже «чужого») до зрелого специалиста, мог рассчитывать на его доброжелательное отношение, чуткое внимание и искреннее желание разобраться в проблемах собеседника. Он обладал не очень частым и таким нужным свойством радоваться чужим удачным результатам. Узнав и разобравшись в таком результате, он с удовольствием рассказывал о нем, охотно его пропагандировал, поддерживал автора и помогал ему. Это создавало вокруг него атмосферу общего сотрудничества и своеобразного программистского братства. Это же привлекало к нему молодежь, да и не только молодежь. Есть много людей в стране и за рубежом, которые обязаны ему ценным советом или важной поддержкой.

В большей мере, чем любой из близких мне людей, коллег-программистов, Андрей Петрович не замыкался в профессиональных проблемах, а обладал умением видеть за научными и техническими задачами нужды общества. Он был истинным гражданином своей страны, болел ее болями и чувствовал свою ответственность перед ней и вместе с тем (и это явно проявлялось в нем) он осознавал свою принадлежность к большому человечеству. Он гордился отечественной наукой, но и понимал, что она есть струя в мировом потоке. Неоднократно подчеркивал он ту общечеловеческую значимость, которую имеет решение наших программистских проблем. Эта значимость стимулировала его деятельность, и ощущение этой значимости, а значит, и ответственности перед обществом он передавал своим коллегам, ученикам и последователям.

О Ершове*

А. Ф. Рар

Первые встречи

В первой половине 60-х годов я, работая в Инженерно-строительном институте, заинтересовался программированием, стал заезжать в Академгородок, пропускать свою задачу на М-20 (машина стояла тогда еще в Институте геологии), словом, «стал вхож». Программировал, естественно, на машинном языке, но потом узнал и о существовании Алгола. И вот тогда-то я услышал от одного знакомого: «Что

* © А. Ф. Рар, 2005. Написано специально для настоящего сборника.

там Алгол! Вот у нас Ершов та-а-кой язык сделал!» (Имелся в виду Входной Язык системы АЛЬФА.) Так я впервые узнал об А. П. Вскоре пришел к нему проконсультроваться по поводу некоторых моментов Алгола 60, а потом и еще приходил. Его кабинет находился тогда в так называемой «поликлинике» (угловое здание Морского проспекта, где сейчас редакция «Науки в Сибири» и другие учреждения.) На дверях кабинета висела записка «Входить без стука», а под дверями в коридоре бурно общались ершовские сотрудники. Как-то раз голос Юлия Волошина стал раздаваться слишком громко, и А. П. закричал:

– Волошин!!

Юлий просунул в дверь голову и спросил:

– Это вы орете, чтобы я не орал?

– Да, – засмеялся А. П.

Стал я к тому времени подумывать о переходе к Ершову и однажды прямо сказал ему об этом. К моей радости он принял мысль одобрительно и сказал:

– Надо обсудить с Гурием Ивановичем.

Я слово «Гурий» воспринял на слух как «Юлий» и переспросил:

– С Волошиным?

– Нет, – засмеялся он, – с Марчуком.

Так я впервые узнал о своем будущем директоре и президенте АН. Разумеется, поговорили и о том, на какую зарплату (конечно, более низкую по сравнению с преподавательской) я смогу перейти. А. П. обещал все же добиться возможно более высокой ставки. При следующей встрече он сказал:

– Ваше дело со ставкой выгорело.

– Что?! – испугался я.

– Да не прогорело, а выгорело, – успокоил он меня. – Будете старшим инженером.

Так и назывался я некоторое время.

ЭПСИЛОН и СИГМА

Когда я окончательно пришел в команду Ершова (1965), команда эта только что завершила свой первый титанический труд – создала АЛЬФА-транслятор и представила его на состоявшейся в Академгородке конференции по трансляторам. Одним из следующих направлений работы отдела была намечена «разработка языков и трансляторов для задач символьной обработки». Ершов поручил мне и Люде Змиевской разобраться в том, какие из существовавших к тому времени языков могли оказаться полезными для этой цели. (Результатом

этой деятельности стал наш совместный отчет, который А. П. высоко оценил.) Но в то время, когда я разбирался с чужими языками, мне стало от В. Каткова известно, что группа ершовских сотрудников разрабатывает уже некий новый язык СИГМА для символьной обработки. В январе 1966 г. я присоединился к этой группе, а в марте мы представили на рассмотрение Ершова очередной, достаточно продвинутой, вариант языка. Выслушав нас, Андрей Петрович стал размышлять вслух о том, как выношенный нами плод можно было бы дальше усовершенствовать. Идеи стали рождаться на ходу; открытые процедуры, которые были в нашем проекте, превратились в макросы, а от исходного языка почти ничего не осталось. Зато оказалось, что новый вариант СИГМЫ есть не что иное, как СИмвольный Генератор и МАкроассемблер, что неожиданным образом оправдало название языка. Нам было поручено разрабатывать СИГМУ в духе новых идей. Как раз в это время «Новый мир» опубликовал «Театральный роман» Булгакова, и я невольно припомнил ту сцену, в которой режиссер Иван Васильевич (шаржированный Станиславский) говорит автору: «Ваша пьеса тоже хорошая, теперь только стоит ее сочинить, и все будет готово». Эту злободневную цитату я привел, выходя от А. П., Бену Загацкому. Мы посмеялись, но что нам было делать? Решили, что журавля в небе (новую «сигму» — сумму всех прекрасных идей) мы когда еще поймем, а скромные, маленькие (как «эпсилон» из теории пределов) средства для работы системных программистов нужны уже сейчас. Поэтому, с одной стороны, я вместе с Кожухиным стал разрабатывать ершовские СИГМА-идеи, а с другой стороны, прежняя группа продолжала работать над первоначальным языком, переименованным нами в ЭПСИЛОН-язык. Спустя некоторое время Ершов узнал от меня, что прежнюю работу мы не бросаем, и недовольно произнес: «Как мне не нравятся эти подпольные занятия». Я постарался об ЭПСИЛОН в его присутствии больше не вспоминать, но не всегда это удавалось. Однако спустя некоторое время он сам сказал: «Я обдумал и вижу, что ЭПСИЛОН — вещь тоже полезная». После этого убедительно рассказал, в чем ее польза.

Тем временем идейная разработка самого языка СИГМА достигла такого уровня, что Ершов решил представить сообщение о языке на международной конференции «Языки и технология символьной обработки», которая должна была состояться в сентябре 1966 года в городе Пизе. Узнав об этом от Людэ Змиевской, я тоскливо вздохнул: «Ох, как бы я хотел поехать туда!» Людэ же — человек решительный. Она тут же рассказала об этом моем немом вздохе Ершову, а тот ре-

шил и в самом деле отправить меня на конференцию с докладом о СИГМЕ от имени двух авторов: Ершова и Рара. Все это выглядело фантастикой: я был начинающим работником, публикаций у меня еще не было, в заграникомандировках — даже в соцстраны — я еще не бывал (ездил только туристом в Польшу), но вот решился Ершов меня послать в самую Италию, и поехал бы я, да вот только второй советский делегат на эту конференцию оказался «слишком хорошим». Этим делегатом был Святослав Сергеевич Лавров, один из сотрудников С. П. Королева и, следовательно, большой «секретоноситель». От СССР представителей на конференции не оказалось, но доклад наш представил там по нашей просьбе Дж. Маккарти.

Реализацию же первого СИГМА-транслятора осуществляли под моим руководством студенты-дипломники Г. Г. Степанов и Б. Ф. Сиенкин. Происходило это в период расцвета «Факела»¹⁸¹, и работали студенты по трудовому соглашению с этой столь популярной тогда организацией. В какой-то момент, когда до окончания срока соглашения оставалось всего ничего, прошел первый тест. Я тут же сообщил об этом по телефону Ершову (процитировав сталинское «нет таких крепостей, которые большевики не могли бы взять»), а затем принес ему все материалы по транслятору. Ершов вынул из шкафа бутылку коньяка («коньяк для салютов», — объяснил он), мы выпили по рюмочке, а затем он вручил мне принесенную мною папку и торжественно сказал: «Я только что получил от “Факела” выполненную им часть работы, теперь надо продолжить ее». Но дальнейшую работу по СИГМЕ вел уже один Степанов.

На методологическом семинаре

В отличие от того, с чем я сталкивался на прежнем месте работы, в ВЦ (да и, наверно, во всем СО АН) не было никакой обязательной политечебы, никаких кружков по истории КПСС, по политэкономии и т. д. Был только возглавлявшийся Михаилом Константиновичем Фаге методологический (то есть все же с уклоном в философию) семинар, на который люди ходили добровольно. В 1967 году А. П. выступил на этом семинаре с докладом, посвященным 50-летию Октябрьской революции. Доклад был построен по схеме «вопрос — ответ». Ответы были самые что ни на есть «правильные», а вот вопросы иногда

¹⁸¹ «Факел» — хозрасчетная организация, действовавшая в 60-х годах под эгидой Советского райкома ВЛКСМ, финансировала научно-технические разработки в институтах СО АН.

вызывали ступор у слушателей. Я, впрочем, помню только один вопрос и одну фразу из ответа на него: «Должны ли мы благодарить партию и правительство?» — «А вот если жена хорошо вам сварит суп, вы же будете ее благодарить!»

И помню я две немедленные реакции на доклад. Игорь Васильевич Поттосин подошел к Ершову и горячо благодарил его за прекрасное выступление. А в стороне В. П. Макаров (тогда инженер ВЦ), усмехаясь, говорил: «Уж эти интеллигентские штучки!»

Алгол 68. В Мюнхене

Начиная с того же 1967 года и до конца жизни Ершова мое с ним общение было завязано в основном на работе с новым языком Алгол X, вскоре ставшим Алголом 68: переписка с разработчиками языка и наши им советы, а также выработка русской терминологии (все это с участием Лаврова и Цейтина), первый перевод языка (с участием Берса и Змиевской), перевод и редактирование учебника Ф. Пейгана, Временная комиссия (потом Рабочая группа) по языку при ГКНТ, в которой председателем был Ершов, а секретарями последовательно Берс и я, ряд международных конференций и заседаний.

Уже в 1970 году в Мюнхене состоялась Рабочая конференция ИФИП по реализациям языка Алгол 68, на которой от СССР были Ершов и я. Ершов выступал там с докладом о реализации Алгола в системе БЕТА, а я с докладом (авторы — Ершов, Берс, Пар) о национальных версиях языка. Это была моя первая состоявшаяся заграничная командировка и единственная поездка, в которой я и Ершов были вдвоем (и разместились вдвоем в гостиничном номере).

Вечером первого дня конференции мы были в гостях в загородном доме Ф. Бауэра. В следующий свободный вечер Ершов куда-то отправился один, попросив (как я сейчас подозреваю) Кеса Костера¹⁸² опекать меня. По поручению ли или по своей инициативе Костер предложил мне пойти с ним и еще несколькими людьми в знаменитый мюнхенский пивной зал. «Это там, где эсэсовцы собирались», — пояснил он. В зале — огромном — было хорошо: пиво «лилось рекой», сидели за столиками завсегдатаи в фольклорной баварской одежде, музыка играла знакомую мне с детства «Чаниту», наша компания подпевала и я тоже по-русски: «ну кто в нашем крае Чаниты не зна-

¹⁸² Корнелиус (Кес) Костер — профессор Католического университета в Неймегене, Нидерланды.

ет?». Вернувшись в гостиницу, я сразу заснул. Разбудил меня телефонный звонок.

- Hello.
- Mister Rar?
- Yes.

Ничего не поняв, повесил трубку и снова заснул. Вторично проснулся от стука в дверь. Открываю — на пороге Ершов. Оказывается, он не достучался и спустился вниз, дежурный позвонил мне в номер, Ершов помчался к лифту и успел разбудить меня, пока я не очень сильно отключился.

Конференция кончилась. Ершов удивленно замечает, что в гостиничный счет включена плата за телефон.

- Мы же никуда не звонили
- А, — догадался он и с возмущением продолжил: — Это же плата за тот звонок от дежурного... Нет, всякий раз, когда я бываю в капиталистической стране, я краснею.
- ??
- Более «красным» становлюсь.

Два «Ч»

В 1968–1973 годах в двух странах (обе на букву «Ч») произошли попытки осуществить мой тогдашний политический идеал: демократический социализм. В Чехословакии эксперимент был подавлен международным антидемократическим «социализмом», а в Чили — при поддержке международной антисоциалистической «демократии».

В начале августа 1968 года Ершов был на очередном конгрессе ИФИП в Эдинбурге. Вернувшись оттуда, он рассказал мне о своем тяжелом разговоре с чешским ученым Груской по поводу июльского ультиматума, предъявленного Чехословакии странами соцлагеря.

- «Вековая дружба чешского и русского народов разрушена навсегда», — передал мне Ершов слова Груски и добавил успокоительно: — Но теперь-то все наладилось.

(Пока Ершов возвращался из Эдинбурга, произошли встречи в Чиерне-над-Тиссой и Братиславе.)

Утром 21 августа в мою комнату вошел Валера Меньщиков и сказал:

- Сейчас по радио передали сообщение ТАСС: наши войска вторглись в Чехословакию.

Я не исключал этого с февраля месяца, но все равно был потрясен.

— Пойдем к Андрею Петровичу, — предложил я и, зайдя с Валерой в кабинет Ершова, сказал: — Прошу почтить память международного коммунистического движения вставанием — мы совершили военную интервенцию в ЧССР...

Вскоре пришел на работу бледный Поттосин и, открывая ключом дверь своего кабинета, произнес менее патетическую фразу: «Бардак!»

О ближайших днях у меня осталось впечатление, как от необъявленной забастовки протеста: все только и делали, что обсуждали текущие события. Начался сентябрь, и кто-то сказал: «Вот уже и прошли десять дней ..., — и я вызвал невольно смех Ершова, продолжив: — ... которые потрясли мир». В это же примерно время обсуждали мы какое-то очередное мини-событие, и вдруг Ершов сказал: «Как это мы спокойно говорим обо всем этом, как будто так и надо, как будто это все в порядке вещей!»

Прошла пара лет, и в 1971-м Ершов спросил меня:

— Не согласились ли бы вы поехать в Чехословакию для возобновления наших научных контактов?

— Конечно, согласен!

Моя готовность, видимо, удивила Ершова.

— Но знаете, не следует мешать их нынешней консолидации.

Думаю, что я не помешал.

Что же касается чилийской тематики, то она сводится к одному полусутопливому обмену репликами между Ершовым и мной во время моего 50-летия (1978):

— Желаю вам, А. Ф., любви ваших друзей и — добавил бы я — ненависти ваших врагов, но у вас их нет.

— А Пиночет?

Мой мгновенный «выбор врага» был удачным: и политкорректным, и нелживым.

Последний разговор

Возвращаясь из Ленинграда с очередного (не последнего ли?) заседания Рабочей группы по Алголу 68, я побывал в Москве у А. П. в онкологическом центре. Мы сидели в скверике на лавочке, и я рассказывал ему о возникших в Группе неладах и о моей трудной позиции «неприсоединившегося». Ершов мне посочувствовал. Это была наша последняя встреча.

Памяти Андрея Петровича Ершова*

Б. А. Трахтенброт

6 июля 2005

Начну с двух цитат из моей статьи [1].

Цитата 1 (с первой страницы). «Главным образом, это история того, как мои интересы переместились от классической (математической) логики и вычислимости к информатике¹⁸³, а в особенности — к автоматам и сложности вычислений. В этих воспоминаниях я в основном пытался рассказать о научной, идеологической и человеческой обстановке тех лет (приблизительно 1945–1967)».

Цитата 2 (с предпоследней страницы). «Однако пришло время для новой тематики, подсказанной развитием в области семантики, верификации, лямбда-исчисления и схематологии. Но это уже другая история!»

Эту историю я еще не рассказывал. Она тесно затрагивает также мои отношения с Андреем Петровичем Ершовым, которые развивались на протяжении тех 20 лет, которые мы прожили в Академгородке. На самом деле она распространяется и на отношения между многими студентами и сотрудниками обеих сторон. Нашему сближению способствовал рост моего интереса к тем вопросам теоретического программирования, которыми занимался Андрей Петрович. Это происходило в контексте академических и политических дебатов, формировавших направление исследований по информатике в СССР. Мне очень помогли позиция Андрея Петровича по этим вопросам и его активное сотрудничество с ведущими зарубежными научными центрами. Ниже я ограничусь лишь обрывочными воспоминаниями на эту тему. С этой целью я начну (раздел «Начало») с нашего знакомства и его краткой предыстории, а продолжу (раздел «Центробежные тенденции») рассказом о некоторых событиях в кибернетическом сообществе. К сожалению, их не обошли стороной разногласия и недружелюбные столкновения интересов. Затем (в разделе «Сближение») я ос-

* © Трахтенброт Б. А., 2005. Написано специально для настоящего сборника. Перевод с англ. А. А. Бульонковой.

¹⁸³ В оригинале — computer science (Прим. переводчика).

тановлюсь на более подробном описании того благотворного влияния, которое оказали на наши взаимоотношения позиция и деятельность Андрея Петровича.

1. Начало

В 1960 г. я поступил на работу в отдел кибернетики новосибирского Института математики, возглавляемого Сергеем Львовичем Соболевым. Этот отдел был создан по инициативе Алексея Андреевича Ляпунова, который переехал в Академгородок позже — в 1962 г. О своей глубокой привязанности к Алексею Андреевичу и о его влиянии (с 1946 г.) на мою математическую карьеру я писал в статье [2]. С начала 50-х г. Алексей Андреевич и Сергей Всеволодович Яблонский¹⁸⁴ с энтузиазмом проводили и поощряли исследования под общей рубрикой «теоретическая кибернетика». В частности, туда входили теория переключательных схем, автоматы, теория программирования и лингвистика. Некоторые из ранних «теоретических кибернетиков», включая меня, начинали с образованием и опытом исследований в области математической логики, вычислимости и даже дескриптивной теории множеств (первоначальной страсти Алексея Андреевича). Информатику мы воспринимали как разновидность прикладной логики.

Связь с логикой была очевидной и на Всесоюзном математическом конгрессе (Москва, 1956 г.), где теоретическая кибернетика была включена в секцию математической логики. В частности, именно там прозвучал доклад А. П. Ершова, С. С. Камынина и Э. З. Любимского «Автоматизация программирования»¹⁸⁵.

Еще до приезда в Академгородок я узнал от Алексея Андреевича о его студентах по теории программирования (в особенности — о Ершове и Римме Ивановне Подловченко).

В частности, мне уже было известно об интересных результатах Андрея Петровича в исследовании операторных алгоритмов. Знал я и о его интересе к логике и теории вычислимости и о его компетентности в этих областях. Это проявилось в его ранних работах и впоследст-

¹⁸⁴ Сергей Всеволодович Яблонский (1924–1998) — академик, один из основателей отечественной школы математической кибернетики и дискретной математики. С 1958 г. С. В. Яблонский возглавил отдел математической кибернетики ИПМ АН СССР, созданный им совместно с А. А. Ляпуновым.

¹⁸⁵ Ершов А. П., Камынин С. С., Любимский Э. З. Автоматизация программирования // Тр. Третьего Всесоюзн. математ. съезда. Москва, июнь — июль 1956 г. Т. 2. — М., 1956. — С. 74–76.

вии пригодилось ему в исследованиях по смешанным вычислениям, абстрактной вычислимости и др.

Когда я приехал в Академгородок, Андрей Петрович уже был там и заведовал лабораторией, занимавшейся очень важными работами по системному программированию. Там же я встретил своих старых коллег и друзей Александра Александровича Зыкова¹⁸⁶ и Алексея Всеволодовича Гладкого¹⁸⁷; оба они, как и мы с Яблонским, начинали когда-то с занятий математической логикой в аспирантуре у Петра Сергеевича Новикова.

Значительную часть отдела кибернетики составляли выходцы с первых московских семинаров Яблонского и Олега Борисовича Лупанова. Новосибирская группа по дискретному анализу работала в тесном сотрудничестве с группой, оставшейся в Москве под руководством Яблонского. В практическом смысле две эти группы продолжали составлять единую научную школу.

2. Центробежные тенденции

У Алексея Андреевича была идея организовать в Институте математики единый центр, где были бы собраны воедино все исследования по теоретической кибернетике, включая программирование. Однако ее реализации воспрепятствовали существующие разногласия в определении кибернетики, ее основных направлений и отношения этих направлений к «настоящей» математике.

Отделение Вычислительного центра. Когда в 1964 г. Г. И. Марчук основал Вычислительный центр СО АН, Ершов решил переместить туда из Института математики свою лабораторию. Первоначально Ляпунов казался разочарованным этим решением Андрея Петровича, которое к тому же отражало некоторые разногласия между ними относительно значения языков программирования высокого уровня. Однако они сохранили хорошие отношения и продолжали сотрудничать (см. их совместную работу о формализации понятия программы¹⁸⁸).

¹⁸⁶ Александр Александрович Зыков (р. 1922) — математик, д. ф.-м. н., специалист по теории графов, работал в ИМ СО АН, в настоящее время работает в Одессе.

¹⁸⁷ Алексей Всеволодович Гладкий (р. 1928) — д. ф.-м. н., одним из первых в СССР начал заниматься математической лингвистикой, в НГУ создал и возглавил Отделение математической лингвистики, в настоящее время — в Москве.

¹⁸⁸ А. П. Ершов, А. А. Ляпунов. О формализации понятия программы // Кибернетика. — 1967. — № 5. — С. 40–57.

Появление независимого Вычислительного центра во многом способствовало стремительному развитию теории и практики программирования. Андрей Петрович стал лидером программирования в СССР; в конечном счете, он был избран председателем Научного совета по кибернетике при Академии наук.

Дальнейшая перегруппировка. Процесс самоидентификации различных исследовательских групп привел к дальнейшему расщеплению и перегруппировкам среди «кибернетиков», остававшихся в Институте математики. Зыков организовал свой собственный семинар по теории графов, откуда вышла сильная группа исследователей в этой области. Гладкий занялся исследованиями по математической лингвистике — сначала в отделе алгебры и математической логики, возглавляемом Анатолием Ивановичем Мальцевым. Сам же я продолжал работать в области логики и автоматов. Затем я начал исследования по сложности вычислений, продолжая тесные связи с семинаром «Алгебра и логика». Позднее мы с А. В. Гладким совместными усилиями организовали собственный семинар «Алгоритмы и автоматы», послуживший основой для нашего нового отдела автоматов и математической лингвистики.

Со временем стало ясно, что у нас как-то не складываются отношения с институтскими логиками и дискретными математиками. В этой ситуации все большее значение приобретало идеологическое и практическое сближение с Ершовым и его отделом.

Отношения с логиками. Мои сотрудники, студенты и я сам активно участвовали в мальцевском семинаре «Алгебра и логика», докладывая на нем результаты по теории вычислимости, формальным языкам и т. п. (эти результаты впоследствии публиковались в одноименном журнале). Тем не менее, с самого начала как в Институте математики, так и в университете, мы числились при отделе кибернетики.

Наше сотрудничество с отделом Мальцева осложнялось весьма прохладными отношениями, сложившимися между ним и А. А. Ляпуновым.

В 1966–1967 г. Анатолий Иванович решил организовать новый отдельный Институт алгебры и дискретной математики. По его плану, обсуждавшемуся на специальном заседании Ученого совета Института математики, новый институт должен был включать в себя также отделы теории автоматов и математической лингвистики. В то время я возглавлял исследования в этой области, однако Анатолий Иванович меня не пригласил участвовать в этом проекте. В институте

это не осталось незамеченным. Для меня лично это обстоятельство не было вдохновляющим.

Так или иначе, тогда это предложение поддержки не получило, а после смерти Мальцева в 1967 г. к его рассмотрению больше не возвращались.

Уход Ляпунова. В 1970 г. Ляпунов и сам покинул Институт математики и перешел с частью отдела кибернетики в Институт гидродинамики.

Отношения с дискретными математиками. Многие из них, вслед за Яблонским, были категоричны в своем мнении, утверждая, что работа Яблонского 1959 г. была подлинным доказательством гипотезы перебора. Я принадлежал к числу критически относившихся к этим заявлениям и опирался в своих аргументах на теорию сложности (см. статью [3]). К сожалению, чисто академическая полемика переросла в опасную ситуацию. Этому способствовал и моральный климат в тогдашнем советском математическом сообществе, сказавшийся и на специалистах по информатике. В отделении математики Академии наук СССР Яблонский играл ощутимую роль во всех вопросах: контроле над конференциями, научными контактами с зарубежными странами, публикациями, в подтверждении и полуофициальном одобрении результатов, присвоении научных степеней. В дискретной математике он был полновластным судьей и нейтрализовал даже такого математика, как Колмогоров.

Среди множества примеров:

Леонид Анатольевич Левин¹⁸⁹. Его кандидатская диссертация была «зарезана» по политическим мотивам. По договоренности с А. Н. Колмогоровым я представил ее Совету по защитах нашего Института математики.

Михаил Иосифович Дегтярь¹⁹⁰. Был моим аспирантом и многолетним сотрудником по теме «сложность вычислений». Его защите, возможно, помешали антисемитские настроения: его диссертация по теории сложности провалилась, но это решение впоследствии было пересмотрено после протестов видных математиков. В частности,

¹⁸⁹ Леонид Анатольевич Левин (р. 1948), один из лучших учеников А. Н. Колмогорова, основные работы по теории сложности и теории информации, один из первооткрывателей NP-полных проблем. Родился в Днепропетровске, в настоящее время — профессор Бостонского университета.

¹⁹⁰ Михаил Иосифович Дегтярь (р. 1946) — выпускник НГУ, аспирант Б. А. Трахтенброта, в настоящее время — профессор университета в Твери. Область научных интересов — теория сложности, мультиагентные системы.

А. Н. Колмогоров энергично поддерживал его работу на совете по защитах мехмата МГУ.

Я. М. Барздинь. Был моим аспирантом, а затем в течение года — докторантом у Колмогорова. Он не разделял некоторые из научных предпочтений Яблонского. Много лет чинили препятствия в утверждении его докторской диссертации.

3. Сближение

Хочу отметить те обстоятельства, которые на неблагоприятном фоне (см. выше) содействовали моему сближению с А. П. Ершовым.

1. Дружеская атмосфера. Она была очень важна в те времена, когда конфликты и соперничество из академических институтов перетекали в сферу личных отношений. К счастью, они не затронули ни отдел программирования, ни университетскую кафедру, которыми руководил А. П. Ершов. Цитируя В. Е. Котова: «В годы застоя А. П. сумел создать вокруг себя “свободную зону”, в которой преобладала здоровая политическая и человеческая атмосфера, полностью отличная от той, что была вовне; это очень облегчало нашу жизнь и работу».

2. Общие научные и преподавательские интересы. Примерно в 1970 г. два новых научных направления повлияли на сближение наших точек зрения. Одно из них касалось главным образом программистского сообщества и возникло с появлением Алгола-68 и связанных с ним свежих идей, выдвинутых А. ван Вейнгаарденом и его коллективом. Другое началось с теории Скотта — Стрейчи о семантических областях и о денотационной семантике. Предложенная в ответ на глубокие потребности теории программирования, в более широком контексте эта теория представляла собой научный прорыв и для сообщества логиков. Андрей Петрович всегда оставался человеком со вкусом к концептуальным источникам математической логики и теории алгоритмов. Таким образом, мы сознавали общность наших интересов в следующих темах.

(2.1) Теория схем программ: семантика, логика, выразительная сила, разрешимость, полнота. Для Андрея Петровича это было возрождением ранних работ Ляпунова — Янова — Ершова. Первый же мой результат по этой теме был опубликован в сборнике «Теоретическое программирование», который выходил в Вычислительном центре под редакцией Ершова.

(2.2) Модели параллелизма. В отделе Ершова велись исследования в области асинхронного программирования (В. Е. Котов, А. С. Нариньяни). Я имел хорошую возможность изучить этот предмет как официальный оппонент по их кандидатским диссертациям. С другой стороны, аспекты параллелизма, затронутые в работах Скотта, заинтересовали В. Ю. Сазонова из Института математики и М. Б. Трахтенброта из отдела А. П. Ершова.

(2.3) Преподавательская деятельность. В дополнение к нашей основной работе в Сибирском отделении Академии наук и я, и Ершов работали по совместительству в Новосибирском университете. Долгое время Андрей Петрович возглавлял там кафедру, на которой я читал курсы лекций и руководил студентами-дипломниками и аспирантами. Со временем часть этих студентов поступала на работу в Вычислительный центр или Институт математики.

3. Сотрудничество с международным сообществом. Андрей Петрович поддерживал хорошие, близкие отношения с большинством крупнейших ученых-программистов со всего мира, а также сотрудничал с ведущими зарубежными научными центрами. Это происходило в годы, когда поездка за рубеж, а особенно в «капстраны», была редкой привилегией¹⁹¹.

К счастью, Андрей Петрович, этой привилегией обладавший, чувствовал себя глубоко обязанным и делал все от него зависящее, чтобы облегчить изоляцию для тех, кого официальные научные учреждения в СССР ограничивали в контактах с зарубежными коллегами.

Ершов продолжал собирать свою знаменитую библиотеку, которая была доступна всем. Она содержала труды конференций и симпозиумов, технические отчеты, тезисы, препринты и даже личную переписку. В ней можно было найти свежие материалы по теоретическому и системному программированию, собранные Андреем Петровичем в зарубежных командировках или полученные по почте от его многочисленных зарубежных коллег. Многим, включая меня, эта библиотека очень помогала: фактически, она компенсировала те встречи и конференции, которые мне и моим ученикам было невозможно посетить.

¹⁹¹ Я, например, впервые побывал в зарубежной командировке в 1967 г. в Польше, по приглашению Института математики Польской академии наук, но посещение западной страны стало для меня возможным только в 1981 г., после эмиграции в Израиль.

С другой стороны, Ершов был организатором ряда международных симпозиумов по теоретическому программированию, в которых принимали участие влиятельные зарубежные ученые. Именно там я и мои коллеги познакомились с Милнером, Парком, Патерсоном, Хоаром, Дейкстрой, Маккарти, Шварцем, Кнудом, Бауэром, Нива, Земанеком, Штрассеном, ван Вейнгаарденом... Кульминацией стал поистине незабываемый симпозиум «Алгоритм в современной математике и ее приложениях» (Ургенч, Узбекистан, 1979 г.). Он был задуман как научное паломничество в Хорезм, на родину «алгоритма», под председательством А. П. Ершова и Д. Кнута. Кнут вспоминал: «За эту неделю особенное впечатление произвело на нас то, как блестяще Ершов выступал в многочисленных ролях руководителя симпозиума — организатора, философа, докладчика, переводчика и редактора».

4. Дань двум Валериям. *Сближению*, которому в основном посвящены эти воспоминания, содействовали многие люди как с моей стороны, так и со стороны Андрея Петровича. В качестве иллюстрации хочу рассказать о двух из них. Оба в прошлом — мои аспиранты, а впоследствии — сильные самостоятельные исследователи.

Валерий Александрович Непомнящий¹⁹² был первым «мостиком» между моей группой в Институте математики и коллективом А. П. Ершова в Вычислительном центре. Свои исследования Валерий Александрович начал с проблем вычислимости, а затем, с середины 60-х, продолжал их в Вычислительном центре, сконцентрировавшись на задачах верификации, тестирования, операторных алгоритмов, схем и т. д.

Валерий Николаевич Агафонов¹⁹³ работал со мной в Институте математики над задачами сложности алгоритмов и вычислений. Также он сотрудничал с А. П. Ершовым и другими коллегами из Вычислительного центра, и это сотрудничество было очень действенным даже после моего отъезда из Академгородка. Вот некоторые темы его монографий, учебных пособий и статей: синтаксический анализ, семантика и типы данных языков программирования, обработка информации, спецификация программ. Кроме того, В. Н. Агафонов был

¹⁹² Валерий Александрович Непомнящий (р. 1940) — к. ф.-м. н., сотрудник отдела программирования, в настоящее время — заведующий лабораторией теоретического программирования ИСИ СО РАН.

¹⁹³ Валерий Николаевич Агафонов (1940–1997) — математик, специалист в области теории сложности и теоретических основ обработки информации, много лет работал в ИМ СО АН, последние годы жизни — в Твери.

редактором большого числа переводов. Многие из этих работ выходили с предисловием или комментариями А. П. Ершова.

4. Расставание

Из Ургенча я возвращался вместе с Ершовым. Поздней сентябрьской ночью, уставшие и молчаливые, мы ехали из аэропорта в Академгородок. О чем думал Андрей Петрович? Скорее всего, о только что закончившейся прекрасной конференции. Мои же мысли на эту тему были перемешаны с тревогой. Незадолго до конференции я принял трудное, не подлежащее пока разглашению решение об эмиграции. Предстояли три этапа с непредсказуемыми поворотами и результатами: получение заграничного приглашения, оповещение институтского руководства и, наконец, подача заявления на выездную визу. Разумеется, превыше всего угнетала травматическая перспектива расставания (быть может, навсегда) с близкими людьми.

В марте 1980 г. было получено приглашение из Израиля, и я приступил к последующим этапам. Прежде всего я посетил Андрея Петровича, информировал его о моих делах и просил его помощи. Такая помощь касалась тех, чье положение осложняли мои планы. Андрей Петрович быстро проявил ожидаемое мной сочувствие и готовность помогать во всем. Начну с моего старшего сына Марка, ученика Ершова и многолетнего сотрудника отдела программирования. Марк и его семья не собирались тогда эмигрировать, и Андрей Петрович обещал заботиться о дальнейшем статусе Марка. Другой пример: Андрей Петрович охотно взял на себя ответственность за завершение диссертаций и дипломных работ, начатых под моим руководством. Впоследствии все обещанное и немало сверх того Андрей Петрович выполнил аккуратно.

После первоначального отказа мне, жене и младшему сыну были выданы выездные визы. Настало время отъезда. Ершов позвонил мне домой и договорился о прощальном визите к нам... Мы уехали в декабре 1980 г. Больше я Андрея Петровича не видел. 22 сентября 1983 г. он мне послал из Парижа вышедшие незадолго до того труды конференции с надписью «...на добрую память об Ургенче». Это было последнее послание, полученное от Андрея Петровича. Потом стали поступать из Новосибирска тревожные вести...

Список литературы

1. Trakhtenbrot B. A. From Logic to Theoretical Computer Science// People and Ideas in Theoretical Computer Science/ Ed. by C. S. Calude. — Springer, 1998. — P. 314–341
2. Трахтенброт Б. А. Вспоминая Алексея Андреевича (пятидесятые годы)// Конференция, посвященная 90-летию со дня рождения А. А. Ляпунова. — Новосибирск, Академгородок, 2001. — http://www.ict.nsc.ru/ws/sea_doc.phtml?ru+19
3. Trakhtenbrot B. A. A Survey of Russian Approaches to *Perebor*// Annals of the History of Computing. — 1984. — Vol. 6, N 4. — P. 384–400.

М. Трахтенброт

Андрей Петрович прожил недолгую, но очень емкую жизнь. Когда весть о его кончине дошла до меня в Израиле, это было полной неожиданностью. Ведь 57 лет — это не тот возраст, когда подводят итоги, а уж уход из жизни воспринимается как полный абсурд и нелепость — особенно когда речь идет о таком активном человеке как АП. И хотя с тех пор прошло уже много лет, сама идея о том, что нужно писать **воспоминания** об АП — все еще кажется странной.

Я проработал в отделе, которым руководил АП, 12 с небольшим лет — с момента окончания НГУ в 1971 году и до отъезда в Израиль в начале 1984 года. Моя первая встреча с АП состоялась, когда я пришел к нему на собеседование, связанное с устройством на работу. АП расспрашивал о спецкурсах, которые я прослушал, о моей дипломной работе, о моем опыте в программировании. И хотя такового у меня совсем не было, АП был вполне удовлетворен моими ответами. Но напоследок вдруг задал вопрос «на засыпку» — можно ли с помощью ограниченной по размеру процедуры описать неограниченные по времени вычисления. Ответ был очевиден, но я опешил — уж нет ли тут какого-то подвоха? Подвоха, конечно, не было, и я был принят на работу в группу Игоря Васильевича Поттосина, которая должна была разрабатывать оптимизатор для системы БЕГА (многоязыкового транслятора).

Абсолютно все было новым для меня; да и сама задача и подход к ее решению были новыми. Это была счастливая возможность осваи-

* © Трахтенброт М. Б., 2005. Написано специально для настоящего сборника.

вать новую профессию под началом «классиков» — тех немногих людей, которые были причастны к созданию этой самой профессии, и в первую очередь Андрея Петровича Ершова, Игоря Васильевича Поттосина и Геннадия Исааковича Кожухина. Конечно, сразу же стало ясно, что АП был «верховным главнокомандующим» — и не только по своему формальному положению.

Он был настоящим лидером во всем: в широком видении проблематики, в постановке задач и в выборе направлений разработки, в умении заинтересовать ими людей. У АП был настоящий нюх на новые перспективные направления, и он инициировал оригинальные работы в этих направлениях: компиляторы для совершенно новых языков программирования, проекты в области искусственного интеллекта и параллельного программирования, исследования по теоретическому программированию, а позже и по школьной информатике. Эта открытость всему новому была очень важным качеством АП.

И хотя у каждого, в конечном счете, была «своя» тема, это разнообразие делало работу в отделе особенно интересной.

Можно много говорить об этом, и я думаю, что наверняка каждый из бывших моих коллег вспомнит что-то «свое», связанное с проектами, в которых довелось работать. Я же хочу особенно подчеркнуть (хотя и здесь трудно быть оригинальным) поистине историческую роль АП в создании уникальной по тем временам атмосферы, дававшей удивительное ощущение постоянной связи с «Большой Землей». Один из не очень многих тогда «выездных» ученых, он делал все возможное, чтобы плоды его «связей с заграницей» были доступны максимально широкому кругу профессионалов в области Computer Science в СССР. Проще всего было бы ограничиться какими-нибудь выступлениями в Доме ученых с показами слайдов и рассказами о туристических впечатлениях из очередной поездки (на что, впрочем, тоже был немалый голод). Или использовать свой выездной статус исключительно для собственной карьеры. АП создал уникальный мост, который соединял отдел информатики (да и не только его) с внешним миром. Это и легендарная Ершовская библиотека, и приглашение ведущих ученых, интересные отчеты о поездках — и научные, и чисто человеческие. Конференция по теоретическому программированию в 1972 году была (по крайней мере, для меня) первым таким ярким событием и дала возможность прямого контакта с теми людьми, которые стояли за знакомыми именами авторов статей и целых направлений.

Замечательной чертой АП была разносторонность его интересов и талантов. Особенно хочется отметить его тягу к поэзии. Первым та-

ким открытием для меня был его перевод знаменитого стихотворения «If» Редьярда Киплинга. Помню, что это было довольно неожиданно: оказывается, АП не только руководитель вся информатики. Сам выбор этого стихотворения Андреем Петровичем был, я думаю, не случайным: в застойно-гнилые времена было совсем не грешно еще раз подумать о том, что значит быть человеком; и этот выбор внушал уважение. Мне этот перевод был особенно интересен еще и потому, что я знал и любил стихи Киплинга с детства, по переводам Маршака (я получил собрание его сочинений и переводов в подарок по случаю окончания первого класса с отличием). А через много лет, уже в Израиле, я получил от бывших моих коллег книжечку стихов самого АП — так что он продолжал удивлять даже после своей кончины. Да разве только стихи? Вспоминается очень давний вечер (32 года назад!), когда мы отмечали 15-летие отдела; АП играл на гитаре и пел вместе со всеми. Не так давно я нашел снимок¹⁹⁴ в Электронном архиве Ершова: тот самый вечер, та самая гитара...

Мне кажется, что АП отличала какая-то внутренняя свобода, особенно заметная в те не очень-то свободные времена. Хочу привести только два примера, которые, по понятной причине, мне более близки. АП привозил из своих командировок разные западные журналы и никогда не прятал их — они были нам вполне доступны. Один из таких журналов ошеломил меня — это был выпуск «Time», полностью посвященный 25-летию создания государства Израиль. И это в те времена, когда в СССР, похоже, было легче узнать что-то о жизни на Луне. И еще, уже через несколько лет: АП рассказывает у нас на семинаре о визите в СССР профессора Манни (Меира) Лемана из Империял Колледжа в Лондоне. И вот, наряду с рассказом о работах гостя и его выступлениях во время визита, АП самым естественным образом рассказывает также о том, что это ортодоксальный еврей, и о том, как во время посещения Киева они решали проблему кошерной еды и посуды. Может быть, сейчас это звучит обыденно, но тогда рассказывать такое (да еще на научном семинаре в институте Академии наук) — не думаю, что многие бы это сделали.

У этой истории было неожиданное продолжение. После переезда в Израиль в июне 1984 года я начал работать в небольшой «хай-тек» компании в нашем городе Реховоте. А через полгода после этого в компании появился новый сотрудник. Его звали Йонатан Ле-

¹⁹⁴ См. <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaimage.asp?lang=1&did=17668&fileid=131494>

ман, он оказался сыном М. Лемана. Конечно же, я рассказал ему и кто такой АП, и о том давнем эпизоде на семинаре.

А приняли меня на работу в эту компанию тоже в какой-то мере благодаря АП. Я прибыл на интервью по объявлению в газете. Интервью прошло хорошо: мне был интересен проект (инструментальная система проектирования программ на языке Ада), на хозяев компании я, кажется, тоже произвел положительное впечатление, но что-то мешало им принять окончательно решение. Снова стали спрашивать, откуда я прибыл, что это за место, и т. д. Названия и имена им ни о чем не говорили, и они явно побаивались этой неизвестности. На мою удачу, в это самое время в компании находился гость — друг основателей компании, профессор Дэниел Берри (тогда он прибыл с визитом из США, позже был профессором в Технологическом институте в Хайфе, на севере Израиля, а сейчас — в Университете Ватерлоо в Канаде). Вот его и спросили — знает ли он что-нибудь о Новосибирске и об Андрее Ершове. Его немедленная реакция была: «Ершов? Новосибирск? Это очень хорошее место!». В ту же минуту сомнения улетучились, и я был принят на свое первое место работы в Израиле. Год назад мы встретились с профессором Берри в Эдинбурге, на Международной конференции по технологии программирования. Мы не встречались много лет, но он сразу узнал меня, а я напомнил ему эту историю.

И еще один нестандартный эпизод. В 1983 году АП представил мою статью для публикации в журнале «Information Processing Letters». Статья была принята, но рецензент просил внести небольшие поправки. Я быстро сделал это, но для отправки исправленного варианта за границу надо было (по тогдашним правилам) снова получить разрешение Первого отдела. Необычность ситуации была только в одном — к тому моменту я уже подал просьбу о выезде в Израиль и, откровенно говоря, был уверен, что разрешения на отправку статьи мне уже никто не даст. Но АП поддержал меня и сделал все, чтобы такое разрешение было дано. Статья вышла, и ее оттиски я получил уже в Израиле.

Два года назад я узнал, что профессор Дэвид Харел из Института им. Вейцмана едет в Новосибирск на Международную конференцию памяти академика Ершова, где его пригласили выступить с докладом. Я хорошо знаю Дэвида, так как много лет проработал в компании, одним из основателей которой он был, да и по работе в Открытом Университете Израиля у нас немало контактов. Поэтому у меня сразу возникла идея — попросить его передать альбомы об Израиле в Мемори-

альные кабинеты Андрея Петровича и Игоря Васильевича Поттосина. Я написал Дэвиду письмо, в котором рассказал ему об этих людях и о своей просьбе. Ответ Дэвида был незамедлительным: «Сочту за честь».

И я рад, что через много лет сумел выразить таким образом свое уважение Андрею Петровичу Ершову и той миссии, которую он взял на себя, роль которой для российской информатики невозможно переоценить.

Реховот, Израиль, июль 2005

* * *

В. М. Турский

С Андреем Петровичем Ершовым мы встречались чаще всего по случаю научных конференций. Но если правду сказать, наши разговоры редко касались сугубо научных вопросов. Довольно давно мы пришли к выводу, что жаль терять разговорное время на то, что можно прочесть и усвоить из книг и статей. Я очень рад, что так получилось: ведь книги и статьи остались, а разговоры неповторимы.

Трудно найти слова, верно отражающие все богатство воспоминаний. Столько тем все еще живы, все еще пульсируют. Не подведены итоги, мысли не додуманы до конца. Но если нужно выбрать самое яркое, пожалуй, самое главное, тогда, несомненно, оптимизм — наиболее подходящее определение.

Андрей Петрович был уверен в том, что все, что нужно, — можно сделать и будет сделано. Иногда такой оптимизм вытекает из упрощенного восприятия окружающего мира, в котором усматривается лишь то, что положительно способствует желанному. Но Андрей Петрович не глядел на свет сквозь розовые очки. Ему отлично были видны и объективные трудности, и те препятствия, которые существуют только потому, что их боятся. Откуда же тогда его невозмутимый оптимизм?

Конечно из того, что многое им задуманное — случалось. Конечно из того, что многое, чем занимался, — получалось. Но также из того, что Андрей Петрович искренне радовался успехам других

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции.

людей. Его интерес к людям был просто поразителен. Его способность подлинно разделять их радости и трудности — безгранична.

Это ярко выражалось, например, в том, как он следил за судьбами Польского Информатического Общества, созданного весной 1981 г. группой научных работников, учителей, сотрудников вычислительных центров, членов кооперативов и владельцев частных компьютерных фирм. Андрей Петрович искренне болел за это Общество. Как он радовался тому, что ПИО сумело прожить зиму 81/82-го, сохранив свой характер и независимость от государственных структур! Он живо следил за нашими инициативами: разработкой школьных программ по информатике, осенними школами, приближающими современные достижения науки практикам, нашей борьбой за создание софтверовой индустрии.

Андрей Петрович прекрасно понимал цивилизационную роль информатики, ясно представлял необходимость обобществления ее применений. Он был уверен, что для действительной реализации принадлежащих прав человек должен владеть новейшей техникой и приемами нового, рационального мышления. И поэтому так страстно ратовал за информатическое образование молодежи.

В моих воспоминаниях Андрей Петрович Ершов останется крепким другом, полным разумного оптимизма просветителем.

* * *

Э. Х. Тыугу

Вспоминая о своем пути к вычислительной науке, Андрей Петрович рассказал однажды, что его первым выбором при поступлении в МГУ была вовсе не вычислительная техника, а физика. Но судьба распорядилась так, что в детстве он пережил оккупацию и стал тем самым, по меркам сталинских времен, настолько ненадежным, что путь к наиболее интересным разделам физики оказался ему закрытым. Советская вычислительная наука получила таким путем одного из наиболее ярких ученых, уже в шестидесятые годы ставшего одним из ее лидеров, активная научная деятельность которого прервалась только его смертью в конце 1988 г.

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции.

«Первой любовью» Андрея Петровича в науке были языки программирования и трансляторы. Но он всегда интересовался широким кругом проблем — от теории алгоритмов, которой он занимался еще будучи аспирантом, до вопросов технологии программирования и обучения детей основам информатики. Продолжая научную работу до самого последнего времени, Андрей Петрович откликался на все новое в информатике, переходя от трансляторов к операционным системам, технологии программирования, искусственному интеллекту и, наконец, к школьной информатике. В этом отношении особенно характерным явилось его быстрое увлечение школьной информатикой, развитию которой он отдал много сил. Какой бы областью он ни занимался, его всегда интересовали фундаментальные законы информатики, и он хорошо видел их проявление в разных конкретных ситуациях. В этом смысле он был теоретиком. Однако он никогда не ограничивался получением чисто технических в математическом смысле результатов. В этом отношении особенно характерны его последние работы, относящиеся к проблеме смешанных вычислений и сразу высоко оцененные как в Советском Союзе, так и за рубежом. Можно утверждать, что он применял в информатике подход физика, ищущего объяснений явлениям, а не инженера, конструирующего новые объекты — программы.

Я хочу все же остановиться не на конкретных научных результатах Андрея Петровича, а на его роли в развитии программирования. Начало моего знакомства с Андреем Петровичем совпало со временем, когда программистское сообщество в Советском Союзе превратилось из небольшой группы лично друг с другом знакомых ученых в многотысячный круг специалистов. Как раз в это время, выступая организатором и руководителем многих рабочих совещаний по актуальным вопросам программирования, А. П. Ершов, несмотря на свою молодость, занял место научного лидера в области программирования. Какие личные свойства выделяли его как лидера среди других видных советских ученых — программистов? Прежде всего, его широкий круг интересов и способность охватывать вычислительное дело целиком — от теоретического программирования до практических вопросов организации производства программ. Здесь ему, видимо, помогала привычка «смотреть в корень» и отдавать приоритет фундаментальным вопросам.

В начале 70-х годов библиотека Ершова, содержащая уникальную в СССР подборку зарубежных и отечественных научных отчетов, стала настолько знаменитой, что в Академгородок стали приезжать зачастую с целью поработать в этой библиотеке. Естественно, каждому хотелось при этом также побеседовать с Андреем Петровичем, которому приходилось по субботам устраивать приемные дни. Если же в течение недели проходило в Академгородке какое-нибудь совещание программистов, то в субботу приходилось записываться на прием к Андрею Петровичу, примерно как к зубному врачу, а за его дверь, в коридоре и в небольшой комнате «кофе-клуба» выстраивалась очередь ожидающих.

Меня восхищали увлеченность Андрея Петровича вычислительным делом, его работоспособность и желание разобраться и участвовать во всем, что касается программирования. Если он был руководителем некоторого семинара или совещания, то участникам были гарантированы длинные и напряженные рабочие дни. Но это совсем не означало отсутствия других интересов. Наоборот, Андрей Петрович успевал и много читать, а в подходящий момент сыграть на гитаре, спеть или прочесть собравшимся собственные стихи.

Андрей Петрович отлично понимал важное значение взаимных контактов и имел хорошие связи с большинством ведущих зарубежных научных центров. Вспоминается одно международное совещание, организованное в самые застойные и трудные для взаимопонимания годы. По инициативе Андрея Петровича в Ургенче собрались ученые, чтобы отметить 1200 лет со дня рождения великого математика Востока — аль-Хорезми. В далекий уголок Советского Союза приехали такие знаменитости, как Дональд Кнут, Стефен Клини, ван Вейнгаарден и др. Несмотря на то, что участники были не только из разных стран, но и разных специальностей — были логики, алгебраисты, программисты, это совещание по теме «алгоритмы в современной математике и информатике» оказалось исключительно интересным и дало много новых идей, а сами участники получили большое удовольствие от посещения исторических мест.

* * *

Э. Хоар

В 1976 году Андрей пригласил меня и Эдсгера Дейкстру в Советский Союз, прочитать серию лекций в Москве, Ленинграде, Киеве и Новосибирске. Он был нашим бессменным гидом и замечательным спутником — и, вдобавок, снабдил наши лекции импровизированным параллельным переводом. Я имел преимущество понимать как английский, так и русский. Он был в совершенстве знаком с новыми техническими идеями, а его выбор подходящих русских эквивалентов для технических терминов был безупречен. Сразу же после каждой лекции Андрей экспромтом рассказывал о ее значимости, в частности, для советской вычислительной науки.

Часто во время моих лекций я замечал, что он объяснял мои собственные идеи на русском языке с большей ясностью и убедительностью, чем это получалось у меня на английском. Иногда, когда Эдсгер подготавливал почву для введения какой-либо незнакомой области, Андрей сталкивался с трудностями в переводе. Однако почти немедленно он улавливал идею целиком, еще до того, как она была озвучена, и полностью объяснял ее аудитории на русском языке. В нескольких последующих абзацах Эдсгер подробно объяснял ее на английском языке, но нужды в переводе уже не было.

Человек безграничной энергии, понимания и дружбы: он обогатил жизни всех, кто его знал.

* * *

Дж. Шварц

Я впервые встретил академика Андрея Петровича Ершова в Москве, на Московском международном конгрессе математиков в 1966 году. На меня немедленно произвел впечатление не только его невероятно широкий взгляд на вычислительные науки, но и его вы-

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции. Перевод с английского Т. М. Бульонковой.

* Перепечатывается из журнала «Программирование», № 1, 1990, с любезного разрешения редакции. Перевод с английского Т. М. Бульонковой.

дающаяся личная энергия и дух лидерства, который столь явно в нем присутствовал. Наше знакомство со временем переросло в активное сотрудничество, растянувшееся на несколько последующих лет, в области использования и оптимизации языков спецификации высокого уровня в программировании. Эта область исследований, вместе с тесно связанной с ней технологией оптимизации, представляла для нас обоим активный интерес и стала центральной в нашем сотрудничестве.

Для меня и моих коллег в Нью-Йоркском университете это стало поводом частых, научно стимулирующих визитов к замечательной группе молодых теоретиков оптимизации, которую собрал в Новосибирске профессор Ершов, а также возможностью близко познакомиться с важными машинно-независимыми методиками оптимизации компиляторов, которыми они занимались. В свою очередь, мы имели удовольствие пригласить профессора Ершова и некоторых его новосибирских коллег в наш университет, где на практике велась работа над компилятором языка SETL, параллельно с новосибирским проектом, начало которому положил Андрей Петрович.

Важное событие в этом периоде активных взаимных визитов произошло в 1972 году, когда мне как председателю Всеамериканской компьютерной конференции в Атлантик-Сити выпала удача пригласить Андрея Петровича в качестве ключевого докладчика. Блестящая лекция¹⁹⁵, которую он прочитал по этому случаю, осталась в памяти всех тех, кто слышал или впоследствии читал ее как дальновидное изложение обязанностей ученых-программистов и роли компьютерной науки в обществе. Это обращение стало объектом многочисленных отзывов и стало приятным событием для многих его друзей в сообществе компьютерной науки в США.

Андрей Петрович впечатлил меня, как и всех тех, с кем он входил в контакт, как один из тех редких, но вызывающих восхищение людей, основательных, людей, способных преодолеть трудности тихой силой, непоколебимой твердостью характера, прагматичной прямолинейностью в подходе ко всем темам и абсолютной справедливостью. Его трагическая болезнь застала его как раз тогда, когда его вклад в научную жизнь и техническое развитие Советского Союза и в международном масштабе стремительно расширялся. Не случись этого, Ершов безусловно сыграл бы главную роль в активных попытках технической и общественной перестройки, которая сейчас идет и ко-

¹⁹⁵ Aesthetics and the human factor in programming// Commun. ACM. – 1972. – Vol. 15, № 7. – P. 501–505.

торая безусловно принесла бы ему огромное профессиональное удовлетворение. Его уход глубоко ощущается всеми его друзьями по всему миру, которые будут помнить его благородство с неизменной любовью.

Как это начиналось (заметки очевидца)*

А. Шень

В 1984 (могу ошибиться на год) академик Андрей Петрович Ершов убедил советское Политбюро, что надо ввести в школах новый предмет — информатику. (По слухам, главным аргументом была необходимость владения современными технологиями для управления зенитными ракетами или еще чем-то в этом роде. Похоже на правду.) Еще до этого он на конференциях и в статьях выдвинул лозунг «Программирование — вторая грамотность». (Вообще Ершов очень красиво и убедительно говорил и писал.)

Раз Политбюро решило, надо предмет внедрять — значит, нужны учебники, учебные программы и т. п. В срочном порядке была создана группа авторов под руководством Ершова и Монахова (в основном из сотрудников НИИСиМО — Научно-исследовательского института содержания и методов обучения Академии педагогических наук). Соавторы Ершова писали фрагменты учебника, он их редактировал — и в какой-то момент осознал, что такое печатать нельзя. Тогда он попросил группу математиков (А. Г. Кушниренко, Г. В. Лебедев, А. Л. Семенов) помочь ему в редактировании — что свелось к полному переписыванию, и к этому делу был привлечен и я. (Естественно, состав авторов был утвержден заранее, и потому изменен быть не мог — так что сотрудники НИИСиМО оказались в незавидном положении, когда под их фамилиями выходил текст, на который они даже и повлиять особо не могли. Пользуюсь случаем принести им свои извинения как невольный участник этой истории.)

Поскольку все сроки давно прошли, а напечатать надо было к новому учебному году чуть ли не 4 миллиона экземпляров, то работа происходила в авральном режиме — написанные ночью фрагменты текста за день набирались на фотонаборных машинах, и эти куски

* Текст впервые был опубликован в журнале «Компьютерра» (№ 34 от 10 сентября 2001 года), впоследствии доработан специально для настоящего сборника.

пленки с помощью ножниц и клея собирались во что-то связанное героическими усилиями редакторов издательства «Просвещение». (До сих пор, видя знакомые фамилии редакторов в учебниках этого издательства, я с благодарностью их вспоминаю.)

В понимании Ершова (и нашем) предметом курса было изучение алгоритмических конструкций, то есть, в общем, то самое программирование, которое вторая грамотность. Эти конструкции записывались на «алгоритмическом языке», как говорил Ершов. Язык этот имел русские ключевые слова («если — то — иначе — все» для выбора, «пока — нц — кц» для цикла и так далее). Некоторые из этих слов были уже использованы в русском переводе описания Алгола-68 (под редакцией Ершова), но конструкцию цикла пришлось заменить: в этом переводе она читалась как «пока — цк — кц» (*while — do — od*); не знаю, как цензура это пропустила, но уж в школьном учебнике комбинация «пока — ЦК» была абсолютно немыслима.

Ершов, правда, не вполне четко говорил, как он себе представляет этот алгоритмический язык — есть ли это конкретный язык, на котором можно писать программы (пусть не реализованный, но с четкими правилами), или скорее абстрактный псевдокод, на месте которого знатоки легко представят себе соответствующие конструкции известных им языков. В соответствии с этим какие-то объяснения формальных правил языка сочетались в книге с «примерами из жизни» («если кофе-холодный то подогреть; выпить иначе выпить все»). Мой друг, узнав про такое, сразу же предложил пример: «если нога-поднята то опустить-ногу иначе упадешь все».

Так или иначе в учебнике разбирались разные алгоритмы, записанные на этом языке (в том числе и не такие уж простые; например, мы пытались объяснить, как можно численно решать дифференциальные уравнения из курса физики — не говоря, конечно, таких слов).

Учебник информатики вышел в двух частях, соответствующих двум последним годам обучения; тогда они назывались 9 и 10 классами. Вторая часть готовилась на следующий год, тоже в спешке, но уже чуть меньшей. Как и все учебники в то время, он был переведен на языки народов СССР, и мои знакомые привезли мне из горного похода (в качестве сувенира) книжку, в которой можно было узнать перевод этого учебника по цвету обложки и по формулам в программах (хотя ключевые слова были переведены до неузнаваемости).

Естественно, что к моменту начала занятий в школах не было ни машин, ни учителей, которые были бы готовы вести занятия по такой странной книжке. Что касается машин, то Ершов отстаивал осмыс-

ленность такого «безмашинного варианта» преподавания информатики, говоря, что понятие алгоритма является фундаментальным и может изучаться наравне с фундаментальными понятиями математики, а машины желательны только в качестве иллюстраций, но не обязательны. (Естественно, недоброжелатели Ершова в ответ говорили о бассейне в сумасшедшем доме, куда, может быть, нальют воду, когда обитатели научатся плавать.) Думаю, что у Ершова была и задняя мысль — что если не «пробить» введение курса информатики в безмашинном варианте, то машины в школах так никогда и не появятся.

Прав ли был Ершов? С одной стороны, да — безусловно можно изучать теорию алгоритмов, не имея никаких машин. Но вот будет ли это интересно школьникам? И смогут ли это делать преподаватели, если и они никогда не видели машин и реально программировать не умеют, а в лучшем случае послушали какие-то курсы переподготовки в столь же безмашинном варианте? Видимо, отрицательные ответы тут очевидны. На это можно, впрочем, сказать, что и с математикой не лучше: многие учителя математики (боюсь, что большинство) не имеют опыта решения математических задач, и что они могут объяснить школьникам? И если в школах десятилетиями преподаются какие-то загадочные тригонометрические уравнения с их мистическими ОДЗ, то чем хуже конструкция цикла? С другой стороны, и в том, и в другом случае есть учителя, которые это понимают и (при удачном стечении обстоятельств) могут объяснить.

Может быть, более близким к жизни был бы учебник, в котором объяснялись бы основы программирования на Бейсике, который все-таки хоть где-то можно было посмотреть живьем. (Но тогда я, как и другие авторы учебника, не понимал, что само по себе знакомство с идеей автоматического выполнения программы, пусть даже и на убогом языке, является ценнейшим интеллектуальным опытом для школьников. Впрочем, все равно решение было за Ершовым.) Такие учебники и пособия потом стали появляться — видимо, под давлением жизни.

Преподавание началось (что было неизбежно — раз партия сказала «надо»); одновременно начали готовить учителей. В частности, курсы для учителей были назначены в МГУ, и возник вопрос, что же на них преподавать. В экстренном порядке два сотрудника МГУ (Д. В. Варсанюфьев и А. Г. Дымченко) написали интерпретатор алгоритмического языка, который работал на машине PDP-11/40 фирмы DEC (ее «цельнотянутая» копия называлась СМ-4) в многотерминальном режиме. Точнее, это был даже не интерпретатор, а «редактор-

компилятор» — на экране можно было редактировать программу, а справа сразу же появлялись сообщения о синтаксических ошибках; программу можно было запустить, и по ходу ее выполнения рядом с текстом показывались значения переменных и так далее. До сих пор я не могу поверить, что такая вещь могла действовать с восьмью (а может, 16? не помню точно) терминалами на машине с 256К памяти без видимых задержек при редактировании, и написана она в основном была за неделю или около того. (Честное слово, это действительно было так на моих глазах, хотя это и невероятно.) Эта система получила название «Е-практикум».

Конечно, в Е-практикуме было полно ошибок и недочетов, но в основном он работал. (Впоследствии он много лет использовался на мехмате для преподавания начального курса программирования.)

Наряду с учебниками в программу информатизации школы входили разработка и изготовление школьных компьютеров. Это было поручено двум министерствам — радиопромышленности и электронной промышленности, которые тем самым выступали как конкуренты. Было составлено техническое задание на школьные компьютеры (насколько я помню, 64Кбайт фигурировало как желательный, хотя и необязательный объем оперативной памяти). Параллельно была куплена (в Японии, у фирмы Yamaha) довольно большая партия машин серии MSX (процессор Z80, доступной оперативной памяти там было килобайт 20 или около того, еще несколько килобайт можно было выкроить из видеопамати; операционная система называлась MSX DOS и представляла собой некоторую версию системы CP/M). К этим машинам потом нашли (чтобы не сказать — украли) компилятор урезанного языка C (не помню точно, какой фирмы) и одну из первых версий Турбопасаля (фирмы Borland). В школу поставлялась (обычно) одна машина с дисководом на 720К и еще десяток машин без дисковода; предполагалось, что как-то можно их связать в «сеть» (по интерфейсу типа RS-232), но программное обеспечение для этого работало плохо.

Надо сказать, что «Ямахи» довольно широко распространились по стране (если сравнивать с тогдашними советскими «персональными компьютерами»). Тогда в ходу были машины «ДВК» (Диалоговый Вычислительный Комплекс), по системе команд совместимые с PDP, но на микропроцессоре российской разработки), а также машины «Искра» (которые запомнились прежде всего большими восьмидюймовыми дискетами) и «Агат» (аналог Apple). Все эти машины прежде всего отличались крайне низкой надежностью работы (в основном клавиатуры и дисковода). Помню, что когда я в составе какой-то ко-

миссии пришел на завод, где делались «Агаты» (на Дмитровском шоссе), и нам их расхваливали, я заметил, что демонстратор, заводской начальник, как бы невзначай кладет руку на дисковод каждый раз, когда что-то читается с дискеты. Я его спросил, и он был вынужден признаться, что без этого читается дискета не будет. (Раздосадованные школьники переправляли название на «А, гад!».) Так что «Ямахи» в каком-то смысле были стандартом надежности — на клавиатуре не западали клавиши, на экране изображение не дрожало и т. п. (Дисковод, впрочем, был в отдельной внушительной — килограмма на два — коробке, которая присоединялась толстым шнуром, вставлявшимся в разъем для игрового ПЗУ. Шнур этот загоразживал часть экрана и часто ломался от сгибов.)

Через некоторое время министерства представили свои разработки. Радиопромышленность подготовила к производству разработанную на физфаке МГУ машину «Корвет» на основе процессора 8080 (советская копия которого к тому времени была в производстве под названием К580). На ней можно было запускать CP/M и работавшие под CP/M программы. Но я больше знаю про разработку Министерства электронной промышленности, поскольку по странному стечению обстоятельств был включен в состав госкомиссии, которая должна была эту машину одобрить. Срок, отведенный на разработку, истекал в конце года, так что комиссия, как это было принято, работала в последнюю неделю года. Ежедневно нас возили в Зеленоград, где была выделена специальная несекретная территория (поскольку у некоторых членов комиссии, в том числе и у меня, не было «допуска»). Впрочем, круглые платы, напоминавшие об изделиях той же формы и нешкольного назначения, мимо нас все-таки проносили.

Предлагавшийся к сдаче компьютер был недопереработанным вариантом БК-0010, и те несколько экземпляров, которые успели собрать для демонстрации «компьютерного класса», были собраны «на живую нитку». По замыслу разработчиков буквы на экране изображались в матрице 5×7, но если присмотреться, то было видно, что на некоторых экземплярах была матрица 3×7, и тем самым буква «Ш» изображалась сплошным прямоугольником. (Впрочем, качество мониторов было таким, что и с матрицей 5×7 она выглядела почти так же.) Так что многим членам комиссии — в том числе и мне — стало ясно, что этот компьютер годен только на выброс. Но надо было формально обосновать это, ссылаясь на невыполнение пунктов технического задания. И это было не так просто, тем более что агрессивны настроенные работники завода (ведь для них речь шла о срыве важнейшего задания пар-

тии) все отрицали, да и сами требования были сформулированы плохо. (Эпизод: в задании было указано, что должна быть возможность изготовления «твердой копии» (hard copy), а принтера в составе класса не было. Но работники завода говорили, что имеется в виду запись на дискету, и когда я удивился, добавили, что если дискета недостаточно твердая, то можно записать и на более твердую магнитофонную кассету...)

Еще помню, что как-то заводское начальство отвело меня в сторону и сказала несколько угрожающе, что вот вам, дескать, компьютер не нравится, а академик такой-то (увы, я забыл фамилию) его поддерживает. Я отвечал уклончиво, что бывают разные мнения и т. п. Тогда меня спросили, не хочу ли я поговорить с академиком. Видимо, мой ответ «Почему бы и нет?» был неожиданным, так как на этом разговор прервался и академика я так и не увидел.

В итоге, найдя какие-то формальные несоответствия, несколько членов комиссии, в том числе и я, написали особое мнение о том, что принимать компьютер нельзя. Вскоре меня вызывали в комитет партийного, а потом и в комитет народного контроля, — видимо, начался внутриведомственный скандал. Так или иначе, через некоторое время была повторная комиссия (куда меня, естественно, уже не включили), которая приняла исправленный вариант компьютера, ставший известным под названием УКНЦ.

Когда школьные компьютеры («Ямахи», «Корветы» и УКНЦ) немного распространились, то ситуация стала еще более странной: раньше был просто безмашинный курс информатики, а теперь тот же безмашинный курс предлагалось преподавать в присутствии машин, на которых все иначе (никакого алгоритмического языка нет, а есть в основном Бейсик). Пытаясь заполнить этот пробел, группа Кушниренко выпустила новый учебник (в 1988 году как пробный, а в 1990 — улучшенный вариант массовым тиражом, его авторы А. Г. Кушниренко, Г. В. Лебедев и Р. А. Сворень) и версии «Е-практикума» для школьных машин. К сожалению, этим занималось всего несколько человек (прежде всего М. Эпиктетов), а работа была хлопотная (особенно учитывая крайнюю ограниченность ресурсов школьных машин), и по большому счету это не было доведено до конца. Не было также написано и подробного описания языка. В общем, «ершол» не стал «русским Бейсиком», хотя и продолжал использоваться в некоторых школах (потом была написана версия и для IBM PC).

А жаль. Мне до сих пор кажется, что: (1) опыт составления программ — это наиболее ценное, что может получить школьник на уроках информатики (не с точки зрения будущей профессии, ведь мало кто будет программистом, а с точки зрения интеллектуального развития); (2) учебник, написанный группой Кушниренко, и программное обеспечение к нему остаются наиболее серьезной попыткой в этом направлении (по крайней мере, в России). Но само это направление оказалось непопулярным и выжило по большей части лишь в математических школах и классах. В целом же оно было вытеснено (как видно из более поздних вариантов программ и учебников) малосодержательными разговорами общего характера о «роли информации в обществе», а также курсами «пользователей Microsoft Windows»...

ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА

В этом разделе приведены личные документы А. П. Ершова, дневниковые записи, автобиографические заметки. Подборка стихов, написанных Андреем Петровичем в 1980-е годы, является наиболее полной из публиковавшихся в широкой печати.

Автобиография* Ершов Андрей Петрович

Я родился 19 апреля 1931 г. в Москве. Отец, Ершов Петр Николаевич, в то время был аспирантом, мать, Малинина Татьяна Константиновна, работала учителем. В 1937 г. семья переехала в г. Рубежное в Донбассе, куда отец получил направление на работу на химкомбинате. В Рубежном мы жили до апреля 1943 г. В период с августа 1942 г. по февраль 1943 г. Рубежное было занято немцами. С мая 1943 г. мы жили в г. Кемерово, куда была эвакуирована часть Рубеженского химкомбината, реорганизованного впоследствии в Кемеровский анилинокрашочный завод. Отец работал на этом заводе без перерыва до выхода на пенсию в 1980 г. Мать — домохозяйка. Младший брат, Сергей Петрович, работает наладчиком контрольно-измерительной аппаратуры.

В 1949 г. по окончании школы поступил в МГУ. По окончании в 1954 г. был направлен в аспирантуру по вычислительной математике.

С 1953 г. начал работать по совместительству, сначала в Институте точной механики и вычислительной техники, а затем в 1957 г. работал в ВЦ в должности зав. отделом теоретического программирования.

Летом 1957 г. в ответ на предложение акад. С. Л. Соболева решил перейти в Сибирское отделение АН СССР. С конца 1957 г. начал вести работу по организации отдела программирования в Институте математики СО АН СССР. С апреля 1959 г. заведовал этим отделом по совместительству, а с мая 1960 г. полностью перешел на эту работу. С начала 1964 г. в связи с выделением вычислительного центра в самостоятельный институт работал в нем в качестве заведующего отделом.

* Составлена предположительно в 1982 г. Рукописный текст, архив, папка 448, листы 8–10.

С 1955 г. написал свыше 200 работ по различным вопросам теоретического и прикладного программирования и примыкающих к нему дисциплин. В январе 1962 г. защитил кандидатскую диссертацию, в мае 1967 г. — докторскую диссертацию, в 1970 г. избран членом-корреспондентом АН СССР по специальности математика.

С 1956 г. веду преподавательскую работу сначала в Московском, а с 1961 г. — в Новосибирском университетах, сначала на почасовой нагрузке, потом — в качестве доцента, а с 1968 г. — в качестве профессора.

С начала 1961 г. занимаюсь вопросами изучения ЭВМ как средства и объекта школьного образования, сначала — по линии кружковой работы, затем — в рамках специализации по труду и с помощью факультативных занятий. Организовал постоянную Школу юных программистов Советского района г. Новосибирска, в которой состоялся первый выпуск. Руководил работой шести всесоюзных летних школ юных программистов, руковожу рубрикой «Искусство программирования» в журнале «Квант» в качестве члена редакционного совета журнала. В 1981 г. был приглашен в качестве докладчика на Всемирную конференцию ИФИП по применению ЭВМ в обучении. Руковожу темой «Разработка программного обеспечения школьного учебного процесса», выполняемой по постановлению ГКНТ СССР.

С 1958 г. многократно выезжал за границу для участия в конференциях и конгрессах, для чтения лекций и для работы в органах международной федерации по обработке информации. Являюсь членом ряда международных и иностранных научных организаций, в частности в 1976 г. был удостоен звания Почетного члена Британского вычислительного общества.

В 1967 и 1976 гг. был награжден орденами Трудового Красного Знамени за участие в организации и развитии Сибирского отделения АН СССР, в 1970 г. — юбилейной медалью «100 лет со дня рождения В. И. Ленина», в 1981 г. — орденом «Знак Почета» за итоги 10-й пятилетки.

В 1952 г. женился на Нине Михайловне Степановой — в то время студентке-однокурснице. Жена, окончив МГУ в 1955 г., работала программистом в МГУ, сейчас — старший лаборант Института математики СО АН СССР. Имею двоих детей — сына Василия 1953 г. рождения, дочь Анну 1959 г. рождения.

Из дневника зав. отделом*

1957–1961

25 мая 1957. Сергей Львович <Соболев>, встретив на лестнице Вычислительного центра, предложил поехать в его будущий институт заведовать отделом программирования.

17 апреля 1958. Разговор с Михаилом Романовичем <Шура-Бура> о руководстве отделом: ...одна или две стержневые темы... должна быть группа программирования ради программирования... нельзя сидеть на одной теории... инженеры не могут... нужно иметь Федосеева или Штаркмана¹⁹⁶ — математик по воспитанию, инженер в душе... смелее применять новые методы программирования... 1000–1500 команд в месяц... быть подемодратичнее... руководителя группы не забивать.

25 августа 1958. Предложил Кожухину проблему об оптимальном программировании циклов. Однако подозреваю, что не справится. Но посмотрим.

6 сентября 1958. Разговаривал с Соболевым. В этом году будет 90 квартир в городе и 32 квартиры в городке. С машинами много хуже: «Ереван» — в конце 59 г., «ЦЭМ-2» — в конце 59 г., «М-20», «БЭСМ-2» — в 60 г. Сказать Поттосину, что уже сейчас можно работать на ЦЭМ-1, к которой приделали барабан.

7 сентября 1958. В результате встреч с американцами, коротенького разговора с Колей Нагорным¹⁹⁷, согласия Соболева и собственных размышлений родилась грандиозная идея сделать «Stretch» в программировании задач численного анализа... Об этом плане нужно еще подумать, а затем изложить его, прежде всего, в нашем отделе. Такая программа будет, наверное, тысяч на 50.

* Рукописный текст, архив, папка 35, листы 155–162.

В 1957–1960 гг. Ершов руководил отделом программирования ВЦ АН СССР. С 1960 г. он возглавил отдел программирования Института математики с Вычислительным центром СО АН СССР.

¹⁹⁶ Всеволод Серафимович Штаркман (р. 1931) — к. ф.-м. н., ныне зав. отделом ИПМ им. М. В. Келдыша РАН.

¹⁹⁷ Николай Макарьевич Нагорный — к. ф.-м. н., с. н. с. ВЦ АН СССР.

9 сентября 1958. Комната для сотрудников СО уже выделена. Говорил с Поттосиным насчет группы, работающей на ЦЭМ-1. Он, кажется, воодушевился. Аналогичный разговор состоялся с Виткиной¹⁹⁸.

6 октября 1958. В 2 часа было собрание сотрудников ИМ СО АН СССР, на котором был принят план работы на следующий год. Вечером было чествование С. Л. Соболева по случаю его 50-летия. С уверенностью могу сказать: вот человек, которому хочется следовать во всем, без оглядки!

7 октября 1958. Договорился с С. Л. насчет назначения Поттосина исполняющим обязанности зав. отделом программирования.

6 апреля 1959. В Ленинград Дородницын все-таки не отпустил, но разрешил ехать от Сиб. отд. и обиделся, когда я сказал, что он толкает меня в объятия СО. Хачатрян¹⁹⁹ смог хотя бы разобрать формулу Симпсона.

8 апреля 1959. Немного размышлял о новой ПП. Уже почти уверен, что включу матричные и векторные переменные. Будут формулы-определения и формулы вычислений.

9 апреля 1959. Виткина привезла из Горького Бежанову — лучшую студентку курса. Интересно будет с ней познакомиться.

23 апреля 1959. Вдруг заработала ЦЭМ-2 («Сокол»). Подбавилось работы.

24 апреля 1959. Из Еревана приехал Скрипник²⁰⁰. Сказал о новом сроке для «Еревана»: март 1960 г. Поллюсук²⁰¹ перешел в СО. Сегодня я имел первую с ним беседу. Посмотрим! Разговаривал со Змиевской. Оказывается, что у нее есть идея по автоматическому распределению памяти. Интересно!

¹⁹⁸ Инесса Андреевна Виткина — закончила Горьковский университет, работала в отделе программирования, затем возглавляла Фонд алгоритмов и программ ВЦ СО АН.

¹⁹⁹ Владимир Ервандович Хачатрян — выпускник Ереванского университета, ныне к. ф.-м. н., доцент Белорусского государственного университета.

²⁰⁰ Владимир Филимонович Скрипник — м. н. с. отдела программирования ВЦ АН СССР.

²⁰¹ Юлий Андреевич Поллюсук — м. н. с. отдела программирования ВЦ АН СССР.

27 мая 1959. Сегодня познакомился (не шутите!) с И. Е. Таммом²⁰². Ему надо быстро посчитать 5 6-кратных интегралов. Курочкин отказался, и я решил отдать сибирякам. Предложил задачу на выбор Кудриным²⁰³ или Мишкович. Взялись они все втроем.

29 мая 1959. Кожухин растет не по дням, а по часам!

12 июня 1959. Сблизился с Ю. Г. Косаревым²⁰⁴, который оказался достаточно интересным и приятным человеком. Шаткая идея построения сверхбыстродействующей машины начинает претворяться в довольно четкий план научной работы. Готовится постановление Совета Министров о поставке в СО машины М-20.

19 июня 1959. Начал работу над «сибирским языком».

11 января 1960. Приняли 1-й годовой план отдела программирования.

27 апреля 1960. С 1 мая полностью перехожу в СО АН.

5 июля 1960. С утра начали с Кожухиным и Волошиным писать связанный текст новых предложений по языку.

7 июля 1960. Звонил Меренков²⁰⁵ из Новосибирска и сказал, что машина в хорошем состоянии.

8 июля 1960. С Кожухиным приятно работать. Сидели рядом часа два и плодотворно трудились. Я их понемногу стараюсь приучать к порядку. Утром приезжал Лавров с двумя своими сотрудниками. Один — парень, Владимир Андреевич и другая — Эльфрида Константиновна Иванова — та самая, кого он рекомендует в качестве стажера. Весьма миловидная девушка и с некоторыми признаками характера.

17 июля 1960. Устроили воскресник по входному языку. Работали все втроем с 10 до 20 часов. Волошин к концу был чуть жив.

²⁰² Игорь Евгеньевич Тамм (1895–1971) — физик-теоретик, академик, профессор МГУ (1954–1957), заведующий отделом теоретической физики Физического института АН СССР.

²⁰³ Виктор Дмитриевич Кудрин — сотрудник отдела программирования ИМ СО АН СССР.

²⁰⁴ Юрий Гаврилович Косарев — д. т. н., зав. лабораторией ИМ СО АН СССР.

²⁰⁵ Анатолий Петрович Меренков (1936–1997) — в 1958–1960 м. н. с. отдела программирования ИМ СО АН СССР.

24 августа 1960. Получил из Новосибирска телеграмму с просьбой выехать для получения ордера на квартиру.

28 августа 1960 (Новосибирск). Ездил в Бердск. Удивительно грязный город.

29 августа 1960. С утра был в городке. Разговаривал с Меренковым, который опять жаловался на бесперспективность. Познакомился с Загацким. Паренек толковый и энергичный. Способности его пока не ясны. Немного сбил с него самоуверенность. Он, кажется, из таких, которые за пустяковыми вопросами не любят обращаться.

4 сентября 1960. Сегодня выселились из 225 комнаты.

13 октября 1960. Звонил Новосибирск. Самая главная новость, что дома будут очень скоро готовы.

15 октября 1960. Змиевская и Тартаковская нашли-таки ошибку в программе обращения, так что теперь 66-й этап и дальше дают полное совпадение. Дорогой ценой далось им обнаружение этой ошибки.

20 октября 1960. Виткиной и Мишкович уже выписаны ордера.

24 октября 1960 (Новосибирск). Не спавши ночь, приехал прямо на улицу Мичурина, 23. Увидел почти всех — приехали на курсы. В 4 часа поехал в городок, по дороге долго говорил с Меренковым. В Иркутск его влечет большая зарплата, квартира, ощущение свободы и сознание общественной полезности переезда.

27 октября 1960. Неожиданно встретил Тамару Резник. Еще более неожиданно узнал от нее, что она хочет переехать в группу Журавлева²⁰⁶. Сначала я очень удивился, но потом понял, что это естественно. Теперь мне предстоит борьба. Это будет довольно трудный момент в моей жизни, когда я просто должен испытать силу моего влияния, авторитета и способности увлекать людей.

9 ноября 1960. Новость! Кожухин доказал теорему о четырех красках! Поддерюгин и Курочкин слушали его утром, я — днем и не нашли никаких ошибок. Решили рискнуть показать доказательство Болтянскому.

²⁰⁶ Юрий Иванович Журавлев (р. 1935) — ныне академик, зам. директора по научной работе ВЦ им. А. А. Дородницына РАН.

10 ноября 1960. Через час разговора с Болтянским все рухнуло.

11 ноября 1960. Получил подъемные 6000 р.

7 декабря 1960. Юркевич тоже решил расстаться с институтом. До конца я его не понял, т. к. не был уверен в его искренности. Судя по его высказываниям, он «надорвался», потерял веру в себя и утратил вкус к работе. Вывод: к людям надо присматриваться внимательнее. Важно не только то, что произошло, но и то, что это оказалось совершенно неожиданным для меня.

12 декабря 1960 (Новосибирск). Сразу окунулся с головой в институтские дела. Настроение у многих пренебрежительное, в общем, разброд. Главный вывод — нужно спланировать людей на интересной и полезной работе. Разговаривал с Кожухиным, Поттосиным, Волошиным, Войтишками и Резник.

13 декабря 1960. Установочный разговор с Вацлавом²⁰⁷. Кажется, он весьма заинтересовался, но ясно, что спуску ему нельзя будет давать.

14 декабря 1960. Сегодня начал борьбу за отдел. Начал с общего собрания. Потом были короткие разговоры с сотрудниками. Долго и нудно беседовал с Олефиром, который пытался мне доказать, что я могу подождать с детским садом. Говорил с Омельченко — смотрит вбок. Вечером имел короткий, но очень полезный разговор с Кожухиным: вложили еще несколько кирпичей в здание ПП.

24 декабря 1960. На собрании Ассоциации М-20 по Алголу похвалились сделать ПП в 1 квартале 1962 г.

29 января 1961. Работаю один. Отдел в Новосибирске, кроме Люды Змиевской. Она самоотверженно трудится и сделала уже несколько десятков этапов. Кончил вместе с Казариновым доделывать черновик «Input Language». Познакомился с Андреем Берсом — энергичным бородатым парнем, который интересуется моими операторными алгоритмами.

31 января 1961. Уезжаем из Москвы.

3 февраля 1961. Встреча в Новосибирске. Встречали Поттосин, Меренков, Вацлав с двумя машинами.

²⁰⁷ Вацлав Вацлавович Войтишек (1933–2003) — сотрудник ИМ СО АН СССР.

- 4 февраля 1961.** Говорил с Косаревым — трудности с помещением. Кожухин отладил Данилевского.
- 6 февраля 1961.** Поттосину предложил работать над ПП. Еще размышляет. Косарев пожаловался на Волошина.
- 8 февраля 1961.** Мила тянет резину и ничего про ПП не говорит. Решил написать специальный труд по проблематике ПП.
- 9 февраля 1961.** Сплошные разговоры. Ругался с Волошиным. В отделе происходит некоторая поляризация.
- 20 февраля 1961.** Занимаем места в 5-В доме. Заняли 2 квартиры. Я обосновался на кухне.
- 28 февраля 1961.** Налаживаю новый стиль работы. Ходят аккуратно. Был ученый совет, на котором я проголосовал против Бурдиной. Евреинов и Косарев делали доклад о модернизации М-20. Мне не понравилось. Вообще, начал чувствовать холодок в отношениях. Стычка с Косаревым из-за Тартаковской. Он считает, что люди это вроде шашек.
- 1 апреля 1961.** Первое общее собрание по высказыванию общих соображений по ПП. Выступили Кожухин, Мишкович, Виткина и Загацкий. Завели журнал, в котором будет фиксироваться вся история.
- 30 сентября 1961.** Косарев развивает какую-то странную деятельность, в результате которой появляется мысль уйти из ВЦ с тем, чтобы моя лаборатория была бы частью теоретического отдела. Вчера приехал Ляпунов, который переходит в Сибирское отделение!
- 1 сентября 1961.** Начали по ПП мозговой штурм! Решили собираться каждый день.
- 5 сентября 1961.** Разговор с Ляпуновым. Он все одобрил, кроме Алгола, о котором он и слышать не хочет. Все же договорились о переходе моей лаборатории к нему в отдел кибернетики. Поскольку Поттосин отказался от зав. лаб. станд. прог., то он переходит со мной.
- 16–21 октября 1961.** Бурная неделя, чуть не развалившая наш отдел. Когда наши узнали, что переходят к Ляпунову не все, то кое-кто сами сразу пошли к Ляпунову. Послушав этих людей, Ляпунов ужаснулся их серости и решил бдительно проверить

всех наших. После того, как он поговорил со всеми, он сказал, что возьмет меня, Берса и Волошина. Ну, может быть, еще Загацкого. Поттосин, по его мнению, человек без инициативы, а от Кожухина он в ужасе. Об остальных и говорить нечего. Он настолько меня деморализовал, что я чуть-чуть не решил бросить лабораторию и перейти к нему просто так. К счастью, это было бы трудно сделать, не неся большого материального ущерба. Это меня отрезвило, а наутро я и сам опомнился. Ни о каком переходе я больше и не думаю, и об этом тут же и сказал своим с максимальной четкостью. Войтишки все же решили перейти. Кое-что все же стало сложнее: Ляпунов обиделся, а с Косаревым будет трудноовато.

Немного отдышавшись после треволнений, продолжили штурм.

* * *

— ... Как я стал программистом? Понятно, что в детстве мечтать об этой профессии я не мог — тогда ее просто не существовало.

В школе я очень хотел заниматься ядерной физикой. Правда, интерес к математике у меня тоже был, но где-то на втором плане: раз уж учиться все равно надо, то надо овладеть и математикой тоже. Одним словом, я решил пойти на физико-технический факультет Московского университета. Впрочем, выбор этот в значительной степени был предопределен не глубоким интересом к физике, а тем, что туда вступительные экзамены были в три тура, и мне очень захотелось все их пройти. Кстати говоря, на письменной работе по математике при поступлении на физтех я впервые встретил Владимира Михайловича Курочкина, одного из наших ветеранов в области программирования. Так что самое первое знакомство с этой наукой, по крайней мере в лице ее представителя, у меня состоялось тогда, в 1949 году. Но в тот раз В. М. Курочкин о программировании ничего не говорил, а просто забрал у меня мою письменную работу.

Я поступил на физтех, но дальше первого курса мне учиться там не пришлось. Времена тогда были серьезные, а я мальчишкой жил ка-

* Опубликовано в книге Левитин К. Е. Прощание с АЛГОЛом. — М.: Знание, 1989. — 224 с. Перепечатывается с любезного разрешения автора.

кое-то время на оккупированной территории. Примерно четверть курса отчислялась по сходным мотивам, в число таких горемык попал и я.

Я был комсоргом курса, чувствовал себя уже неотъемлемой частью этого нового интересного коллектива. Но делать было нечего. Надо сказать, что люди, которые должны были эту нелегкую процедуру осуществить, старались относиться к отчисляемым студентам с максимальным вниманием, предпринимали активные усилия для того, чтобы направить их на близкие по профилю факультеты. Так в июне 1950 года я подался на механико-математический факультет МГУ.

Пришел я туда, стал учиться математике. На нас, девятерых ребят, перешедших с физтеха, смотрели с интересом, а народ на факультете подобрался сильный.

Через год, уже на втором курсе, на майские праздники произошла вот такая вещь. Мы уже знали, что у нас в МГУ только что появилась кафедра вычислительной математики, весьма загадочная, потому что никто не знал, что это такое. Известно было только, что ею заведует академик Соболев, человек необычный, который стал академиком чуть ли не в тридцать лет, а сейчас работает в каком-то тайном месте — на самом деле Сергей Львович служил в той организации, которая потом стала называться Институтом атомной энергии. Кое-кто из ребят постарше уже побывал на новой кафедре, мы же пребывали в полном неведении.

Я в то время занимался спортом, точнее — бегом, и был включен в эстафетную команду на приз газеты «Московский университет». 5 мая мы бежали от Киевского вокзала до площадки строящегося здания МГУ, заняли второе место и радостно праздновали это событие. Обрато от площадки МГУ до общежития на Стромынке я протопал вместе с приятелем, Женей Жоголевым, который уже записался на эту загадочную кафедру. И он мне рассказал поразительную вещь. Оказывается, существуют какие-то электронно-вычислительные машины, они очень интересно устроены, и у них есть ртутная память. Я был поражен — что такое ртутная память? И он мне объяснял всю дорогу. Такая стеклянная трубка, наполненная ртутью, а по бокам заткнута пьезокристаллами. Если тебе надо запомнить какое-либо число, то оно изображается как в азбуке Морзе: импульс, нет импульса и так далее, целая цепочка электрических импульсов. Так вот эти импульсы по проводу приходят в пьезокристалл, он от этих импульсов сотрясается, и получается звуковая волна, которая бежит вдоль ртути по трубке,

добегает до следующего пьезокристалла, сотрясает его, в результате получается электрический ток, и это же число в виде импульсов воспроизводится на другом конце трубки, потом по проводу бежит назад, снова на трубку — выходит, что число беспрерывно бежит в этой ртутной памяти. Не знаю почему, но этот рассказ произвел на меня очень сильное впечатление, резко повысив мой интерес к электронно-вычислительным машинам, и я записался на кафедру вычислительной математики.

Год я там занимался чем попало, но в начале четвертого курса у нас на кафедре появился молодой профессор Алексей Андреевич Ляпунов, который до этого преподавал в какой-то военной академии. То, что он нам стал читать, были первые в Советском Союзе основы программирования для электронно-вычислительных машин. Причем первую половину курса он читал довольно реферативно: в сборнике переводов «Новости ракетной техники» была большая переводная статья, ее мы и изучали. Группа европейских ученых, которые побывали в США, познакомилась с американскими вычислительными машинами и некоторые сведения о них опубликовала. Те, кто занимался в то время становлением ракетной техники, по счастью, смотрели на дело очень широко, поэтому они подхватили сведения и по вычислительной технике и включили в этот сборник.

А тем временем у нас в стране развивались события, о которых мы тогда ничего не знали: в Киеве Сергей Алексеевич Лебедев доделывал свою знаменитую первую электронно-вычислительную машину, которая потом стала называться МЭСМ — малая электронно-счетная машина. И вот получилось так, что между первым и вторым семестрами Алексей Андреевич Ляпунов съездил в Киев в командировку, поработал на этой машине, изучил ее, и у него возникло сразу очень много идей, касающихся того, как надо программировать. Воодушевленный ими, он во втором семестре стал нам все это рассказывать. Это были еще очень непричесанные идеи, но то, что они рождались прямо на глазах, всех очень заразило, и наша группа в полном составе записалась к Алексею Андреевичу в ученики. Этот коллектив в дальнейшем сыграл довольно большую роль в развитии вычислительной техники. А для меня очень важно, что я почувствовал себя приближенным к новому делу с самого его начала, в этот особый период становления.

На том же четвертом году обучения в университете я выполнил свою курсовую работу по методике программирования циклов, погру-

зился в чтение доступной литературы и уже с того времени не отделял себя от развития этой новой области науки.

— ...Вот спортом я практически не занимаюсь совсем — со студенческих времен. Стараюсь, конечно, вести подвижный образ жизни для поддержания физической формы, но и то главным образом благодаря жене — без нее, наверное, не вставал бы со стула.

...Нет, просто времени не хватает. Другие дела давно уже требуют от меня большого расхода сил, душевных да и физических тоже и поглощают меня в достаточной степени.

...Конечно, азарт и чувство соревнования мне тем не менее отнюдь не чужды. Хотя я за все свое детство, которое протекало до войны в небольшом донбасском городке Рубежное, дрался всего два раза. Быть может, у меня понятие соперничества довольно скоро сдвинулось в интеллектуальную область и потому не проявилось в виде активной моторики.

...Что ж, я готов попытаться окунуться в воспоминания детства, чтобы проследить истоки взрослого характера. У меня есть одно существенное свойство — доводить дело до конца и стараться его исчерпать. Я помню, что еще в школе, решив работать как следует, я сам себе, начиная с восьмого класса, поставил цель перерешать все задачи из всех школьных учебников. Зачем я так решил, сам не знаю. Мне говорили: есть самые трудные задачи, их и решай, а зачем все-то подряд, чепухой заниматься, бумагу изводить. Но что-то мне подсказывало, что эту работу надо сделать чисто. И я действительно весь восьмой, девятый и десятый классы просидел и перерешал все задачи по алгебре, геометрии, тригонометрии, физике. Получилась толстая стопка тетрадей, я их потом подарил учителям, когда уходил из школы. Стремление такого рода помогло мне, в частности, в университете, потому что лекции я обрабатывал и материалом владел, хотя память была не совсем крепкой.

Что же касается соревнования и спортивного азарта в работе, то с годами я научился спорить не столько с людьми, сколько с делом, с его трудностями. Так дух конкуренции, который был у меня в молодости, постепенно трансформировался в преодоление внутренних трудностей.

Работа вырабатывает в характере целеустремленность, дисциплину. Работаю я с радостью. Сам процесс доставляет мне большое удовольствие. Говорю об этом без особой похвальбы и воспринимаю

это как особое везение, потому что есть ведь люди, у которых процесс работы удовольствия не вызывает, более того, раздражает их.

К работе отношение давно уже чисто профессиональное, я хорошо знаю, в какой последовательности что должно быть, но с другой стороны, я очень ценю, если есть возможность немного пожить стихийно. У меня обязательно бывает такой период времени, когда видимой цели работы нету. Мысли начинают растекаться, такие отключения от целеустремленной деятельности за мной замечали и раньше, меня еще отец философом называл: в глубоком детстве, когда меня, к примеру, заставляли чистить картошку, но скоро обнаруживалось, что я сижу с картошкой в одной руке, ножом — в другой, а глаза устремлены в пространство. Такие моменты, к сожалению, не так часты, но именно в это время рождаются непредвзятые идеи.

...Как вообще рождаются в голове научные идеи? Лет пятнадцать назад, когда мы только приехали в Академгородок, у каждого находились свои дела по дому, и для меня была лучшая позиция у раковины, где я мыл посуду, накопившуюся за день. Я знаю совершенно точно несколько ярких идей, пришедших в мою голову во время этого прозаического занятия. Если говорить технически, то часто хороший способ генерации идей — концентрация на какой-то поверхностной работе, которая требует от тебя собранности и сосредоточенности, но в то же время раскрепощает какие-то внутренние силы. Подсознанию необходимо отключаться от сознания — такая расцепка обязательно должна произойти. Я считаю это очень важным, потому что в обычной жизни подсознание обслуживает сознание — скажем, когда человек говорит или переводит с другого языка, он воспринимает текст сознанием, но именно подсознание выдает ему перевод. Когда спишь, тоже бывает расцепка, но это совсем другое дело: сознание должно не дремать, а быть в состоянии подхватить идею.

С другой стороны, идеи появляются, когда о чем-либо много и долго думаешь. Очень хорошо, когда при полном погружении в проблему у тебя появляется партнер. Тогда создается полное единство сознания и подсознания, все направлено на предмет разговора, во время которого происходят зацепки, которые потом превращаются в сильные идеи. Это второй источник появления идей. А третий, самый редкий, — когда ты направлен на что-то ищешь. Но заданность поиска, как правило, сужает его возможности.

...Учитель у меня был — это Алексей Андреевич Ляпунов. У нас, правда, случился период весьма непростых отношений. Рано или поздно, но обычно наступает момент, когда ученик освобождается от

психологической зависимости от своего учителя. Для настоящего специалиста такой период обязательно должен наступить, и учитель должен не только не бояться его, но и всячески способствовать становлению независимости своего подопечного. У меня нечто похожее произошло уже в Новосибирске, когда Ляпунов приехал и стал комплектовать свою команду. Все были этим радостно взволнованы. У меня к этому времени уже было свое дело — я делал транслятор, то есть программирующую программу. Ляпунов решил мою группу пересортировать, иными словами, я должен был перейти к нему, но при этом расстаться с кем-то из тех людей, с кем я тогда работал. После некоторого спора о конкретных людях и последовавшего за ним суточного размышления я принял радикальное для себя решение, что я к нему в Институт математики не пойду, а продолжу работу в Вычислительном центре с теми, кто пожелает остаться.

У нас был год «дистантных» отношений, но зато я совершенно освободился от чувства зависимости. Чисто человеческие отношения между нами сохранились, и когда пришло время защищать докторскую, Ляпунов тщательно изучил мою работу и признал ее нужной и правильной.

Других прямых учителей у меня нет, но есть в науке и научной литературе люди, чье влияние испытываю, их жизненные уроки для меня много значат. В серьезные моменты моей жизни они оказывали доверие моей работе и поддержку — моральную, а иногда и организационную.

— ...Мне и самому было бы интересно узнать, каким образом моя нынешняя тяга к стихотворчеству связана с основной моей увлеченностью, то есть работой. Но чисто хронологически дело происходило так. Я не раз бывал в Амстердаме — там живет Аад ван Вейнгаарден, создатель АЛГОЛа-68, один из крупнейших в мире специалистов в области программирования. У нас было много совместных работ. И всякий раз я навещал один книжный магазин, «Атена», в котором продаются не только книги, но и разного рода изобразительная продукция, обычно модернистского толка. И вот в последний раз, осенью 1981 года, приехав на международную конференцию, специально созванную в связи с тем, что профессор ван Вейнгаарден уходил на пенсию, я увидел там необычный плакат — он отличался от всех остальных тем, что на нем было не изображение, а стихотворение. Я подошел поближе. Называлось стихотворение коротким словом «If». Это было «Если» Киплинга, стихотворение, до этого мне не встречавшееся. Я его прочитал и

впервые в жизни стихотворные строки произвели такое сильное и прямое действие. Я, конечно, тут же купил этот плакат, привез его в Новосибирск и, чувствуя, что не могу с ним расстаться, повесил на стенку своей библиотеки. Каждый день я проходил мимо него по нескольку раз. Сначала я его с удовольствием читал, потом выучил наизусть, затем стал размышлять о нем, а после и вообще начал испытывать некое странное беспокойство. Спустя какое-то время я понял, что меня тяготит невозможность выразить эту систему мыслей словами родного языка, того, что образует твою сущность, твою натуру. Я позавидовал поэтам и переводчикам, которые обладают такой способностью, и вспомнил, как несколько лет тому назад мне до смерти понравилась одна очень хорошая, хотя и чуть сентиментальная, американская песня о чувстве человека, приезжающего к себе домой на родину. Я тогда чисто платонически лязгал зубами, но по-русски спеть ее не мог. И вот теперь я уж не знаю, как оно получилось — то ли я себе дал задание, то ли оно как-то начало бродить само, — но в какой-то момент я вдруг ощутил, что у меня под руками две строфы. Я их повторял и повторял: «Когда ты держишься, а все в слепом смятении теряют голову, кляня тебя за это...» И чувствовал, что начало у меня сложилось.

А дальше началась совершенно невообразимая по гамме переживаний работа. В общем, теперь я уже просто не мог не пытаться сделать перевод этого стихотворения. Первым человеком, которому я его прочитал, была моя дочь. Она сказала: «Стих хороший». Потом я его рискнул показать сотруднице нашей библиотеки, мы с ней вместе работали над переводами научной литературы. Ей стихотворение тоже понравилось. И потом всем, кому я ни показывал, оно нравилось.

И вот однажды я решился прочитать его вслух ребятам, школьникам, с трибуны. Это получилось само собой: мне задавали разные вопросы, а когда спросили, какое мое самое любимое стихотворение, я ответил, что в данный момент — то, что я сам перевел. И тут, на этой встрече, выяснилось, что у нас в Академгородке есть еще один человек, который, как и я, перевел «Если...» Киплинга, — Александр Данилович Александров. Академик Александров, один из крупнейших наших математиков — человек, которого я давно и глубоко уважаю. Я понял, что оказался в хорошей компании. Потом я показал свой перевод Игорю Васильевичу Поттосину, большому книголюбу, знатоку поэзии, тому самому, что подхватил из моих рук знамя трансляторов — программ, переводящих с языков программирования на машинные языки. Он прочел мой перевод и сказал: «Я знаю несколько

переводов этого стихотворения. Но ваш — интереснее многих». Мы с ним стали сличать те, другие, с моим. Выяснилось, что у меня есть одно отличие. У Киплинга стихотворение кончается «You'll be a man, my son», и все переводчики перевели как «Ты станешь человеком, сын мой». А я понял, что гораздо правильнее — «Ты станешь мужчиной».

*Когда всю жизнь, не потеряв минуты доли,
Отдашь ты покорению вершин,
Твой будет щедрый мир и — более —
Мужчиной станешь ты, мой сын.*

Ведь речь в стихотворении идет именно о том, что называется за-калкой мужского характера.

...Да, потом были переделки. Некоторые люди говорили мне — вот так не могло быть у Киплинга, он не мог такие смиренные слова сказать. Меня это сильно задевало. Я уходил, полмесяца переделывал, работал над строфой — это была уже настоящая техническая работа.

Следующим, кому я показал свой перевод, был Святослав Сергеевич Лавров. Он мне прислал очень смешную цитату из ершовского «Конька-горбунка», а в качестве вызова — стихотворение английского пейзажного лирика сэра Альфреда Теннисона, которое так и называлось «Песня поэта»:

*На землю дождь упал, и встал поэт,
Покинул город, встретив солнца луч,
Пшеницей спелой ветер шелестел,
Волною проносилась тень от туч.*

*Поэт нашел себе укромный уголок
И там пропел природе новый стих,
И лебедь, слушая, прервал полет,
И жаворонок в поле стих.*

*Забыла ласточка, что мчалась за пчелой,
Змея застыла в глубине ветвей,
И ястреб замер, клюв в пуху подняв,
Не выпуская жертвы из когтей.*

*Подумал соловей: «Я много пел,
Но лучше этой песни все же нет:
Она являет нам грядущий мир,
Укрытый под глубокой толщей лет».*

Этот перевод у меня сложился за один вечер. Потом я уже стал оглядываться, как охотник, попавший в лес, богатый дичью. Залез в Шекспира, открыл наугад и попал в 66-й сонет. Перевел:

*Устал смертельно я от жизни неприглядной,
Где почитаем прирожденный плут,
И нищета обобрана злорадно,
И истину банальностью зовут.*

*Я вижу злоупотребление добром,
Способность под пятой у сумасброда,
Цензуры власть над праведным пером
И веру, отнятую у народа.*

*Хвалою постыдно ложь одарена,
Невинность втерта в грязь распутством,
Безвольем сила разоружена
И ошельмовано искусство.*

*Нет, нету сил терпеть все это вновь!
Но как оставлю я тебя, моя любовь?*

Сонет оказался знаменитым — у него была еще более богатая переводческая история. Я тут же сличил то, что у меня получилось, с переводами Маршака и Пастернака. У меня был просто соревновательный азарт. Пастернак лучше перевел. Он сохранил форму, у него каждая строка начинается с «И» и последовательность фраз та же, что у Шекспира. А я не сумел соблюсти последовательность фраз оригинала и не смог все начать с «И».

Но это все были переводы. А потом я стал соображать: а почему у меня вообще получаются стихи?? Я понял, что оригинал дает мне ритм и мысль. Тогда я подумал: а если покопаться у себя в голове и найти хорошую мысль, то ведь и ее я смогу выразить стихами. И в январе этого, 1983, года мне пришла в голову идея, очень, правда, странная — про крест, который несет каждый ученый, стремящийся сделать что-то новое в науке.

Это было первое мое собственное стихотворение — «Неведенье». Когда оно у меня получилось, я понял, что теперь сижу на крючке, деться мне некуда. Тогда я стал соображать, как мне жить дальше. У меня было, в сущности, два источника импульсов, чтобы размышлять на поэтические темы. Во-первых, отношение к близким людям — так появилась чуть ли не половина моих стихов. И второй — это выно-

шенные мысли, то есть какие-то старые впечатления или воспоминания, или то, что сопровождает тебя всю жизнь, но ищет некоего словесного оформления. ...Нет, я не чувствую у себя особого стремления к эксперименту с формой. Главное — это отображение той мысли, которая меня одолевает. С удовольствием обнаружил, что, кажется, никому не подражаю.

...Кое-какие теоретические соображения у меня, конечно, есть. Я придумал две метафоры, одну из которых особо ценю: стихотворение — это скульптура мысли, то есть это мысль, выраженная в такой форме, что ее можно разглядывать, которая существует сама по себе, у которой есть структура, членение. Поэзия — фиксация мысли, при этом гораздо более содержательная, чем просто запись этой мысли в виде прозы, именно потому что ритм, рифма придают ей какое-то членение. А другая метафора: поэтическое творчество — это горячее литье. Форма стиха существует как бы сама по себе, потому что подсознательно ты уже впрягся в какой-то ритм, размер и тебе хочется заполнить это пространство своими мыслями. И лишь когда форма и содержание стихотворения становятся неразделимыми, оно наконец рождается на свет.

...Нет, много работать над стихами у меня не получается: два-три в месяц — не больше. Все-таки это не мое основное занятие. Но радости они приносят мне много и главному делу жизни, таким образом, сильно помогают.

— ...В феврале 1983 года я написал стихотворение «Книга», посвященное моему старому другу и сотруднику по новосибирскому Академгородку. Потом, в Москве, на общем собрании Академии наук, сидя рядом со Святославом Сергеевичем Лавровым, я показал ему эти строки, и он тут же передал мне листок с двумя строфами Вероники Тушновой, которые он воспроизвел по памяти. Совпадение оказалось весьма сильным, и я был потрясюще польщен, потому что Вероника Тушнова — сильная поэтесса. А я уже давно себя приучил к мысли, что если в своей работе воспроизвожу чью-то догадку, то меня не должно терзать сожаление, что не я первый догадался, а наоборот, всегда надо рассматривать этот факт как большой позитивный стимул: раз и я тоже до этого догадался, находясь за тысячи километров, значит, тут что-то и в самом деле есть. И я начинаю работать дальше с удвоенной энергией.

Для меня работа есть средство выражения идей. Я в себе ощущаю некоторую линию мысли. Внешне есть кажущаяся стихийность в

том, что я делаю, но для меня за всем этим стоит внутренняя убежденность, уверенность, что я движусь к определенной цели. И это заставляет меня развивать идею, устремляться вперед, идти на своего рода танковый прорыв. А вот очень большого вкуса к отделке мысли, то есть к превращению этой танковой колеи в этакую культурную аллею с асфальтовыми дорожками и с елочками по бокам, у меня нет: всегда не хватает ни времени, ни усилий, чтобы придать своей идее сугубо педагогический характер. Потому, наверное, приходится слышать иной раз, что мои книги и статьи трудны для понимания, изложение слишком конспективно. Но ведь если попал на достаточно большой пласт идей, можно пять лет сидеть на нем и разворачивать все до полного ажюра. А в это время возникает какая-то другая линия мысли, и опять надо двигаться дальше, и вновь возникает какое-то ощущение зоркости, которое побуждает все время вглядываться в будущее...

У меня довольно сильное воображение, причем конкретного характера, которое выстраивает в голове ситуации, фразы, тексты, разговоры, все что угодно. Иногда это обращается против меня, потому что часто я не помню, сказал я что-то или только подумал. И как правило, то, о чем я говорю, когда выступаю, на самом деле проговорено про себя десятки раз — без преувеличения. Вот и сочинение стихов у меня, наверное, отсюда — от многократного проговаривания мыслей. Очень мало у меня стихов, которые рождаются в виде целых предложений, сразу. Тут, как и в своей работе, я иду от идеи, от ее долгого вынашивания и обдумывания.

Сочинение стихотворения — это, вообще говоря, замкнутый цикл. То есть нечто, что ты сам начинаешь и сам заканчиваешь, — вещь, крайне редкая в нашем мире. Годы и года идут, а работа не кончается. А стих — вот он. И эта его дискретность, завершенность — счастливый контраст к рутине научной работы.

У меня есть заготовка для стихотворения, которое будет называться «Восхождение». Мысль такая, что человек идет все время вверх на фоне совершенно невыносимого труда. И вдруг оказывается на вершине, откуда все видно — все ошибки и все догадки выстраиваются в цепь. И нет родней тебе человека, который стоит рядом.

Или наоборот — ты стоишь на вершине один, и нет с тобой рядом людей, которые, собственно говоря, и вывели тебя сюда...

Стихи*

Академгородок

Человеческая жизнь —
это краткий эпизод
в книге истории,
И в то же время
история — это всего лишь фон,
на котором человек
пишет книгу своей жизни.
Так и душа мечется, не зная покоя,
между ощущением своей малости
и неисчерпаемости...

12 октября 1985 г.

Р. Киплинг

Когда

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 презрению,
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,

* Стихи Андрея Петровича практически не публиковались при его жизни. Здесь воспроизведены стихотворения из сборника, изданного в 1991 г. в Новосибирске, в ИСИ СО АН СССР.

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.

Г. Гейне

Возвращение на Родину, № 2

1823 — 1824

(Песня Лореляй)

Не знаю, что происходит,
Печалью я осенен,
Из головы не выходит
Сказанье старых времен.

Смеркается, воздух стынет,
Рейн тихо воды струит,
Вечернее солнце вершины
Далеких гор золотит.

Чудесная дева младая
Там наверху сидит,
Волос волна золотая,
Спадая с гребня, блестит.

Ее ожерелье сверкает
И громко песня звучит,
Мелодия то привлекает,
То вдруг тоскою томит.

На лодке ловец проплывает,
Не смотрит на риф впереди,
Он взор свой наверх обращает
С душевной мукой в груди.

Потонет ловец безвестный,
Разбившись о рифа край,
И все это сделала песня,
Пропетая Лореляй.

Декабрь 1982 г.

Лорд Альфред Теннисон

Песня поэта

На землю дождь упал, и встал поэт,
Покинул город, встретив солнца луч,
Пшеницей спелой ветер шелестел,
Волною проносилась тень от туч.

Поэт нашел себе укромный уголок
И там пропел природе новый стих,
И лебедь, слушая, прервал полет,
И жаворонок в поле стих.

Забывла ласточка, что мчалась за пчелой,
Змея застыла в глубине ветвей,
И ястреб замер, клюв в пуху подняв,
Не выпуская жертвы из когтей.

Подумал соловей: «Я много пел,
Но лучше этой песни все же нет:
Она являет нам грядущий мир,
Укрытый под глубокой толщей лет».

Декабрь 1982 г.

У. Шекспир

Сонет LXVI

Устал смертельно я от жизни неприглядной,
Где почитаем прирожденный плут,
И нищета обобрана злорадно,
И истину банальностью зовут.

Я вижу злоупотребление добром,
Способность под пятой у сумасброда,
Цензуры власть над праведным пером
И веру, отнятую у народа.

Хвалой постыдно ложь одарена,
Невинность втерта в грязь распутством,
Безвольем сила разоружена
И ошельмовано искусство.

Нет, нету сил терпеть все это вновь!
Но как оставлю я тебя, моя любовь?

Январь 1983 г.

К дочери

Выписывает женщина слова из словаря,
Чужой английский текст упорно постигая.
И солнца луч, скупой подарок января,
Ребенок ручкой ловит, на полу играя.

Долг матери свел жизни круг к вещам простым,
Все сразу поглотив заботою одною.
Но все ж душа тоскует по мирам иным.
Так род людской живет одной семьею.

Январь 1983 г.

Неведенье

Иисус пронес свой крест и к муке был готов,
«Распни его», — народ кричал, беснуясь.
Но он был Божий сын и знал: в конце концов
Господь его посадит одесную.

Я знанье добывал из потаенных мест,
Чтоб человек был жив не только хлебом.
Но сам не ведаю, неся свой тяжкий крест:
Распнут меня иль вознесут на небо?..

Январь 1983 г.

Стрела

Веселый человек в Ней чувство пробудил,
Пустив стрелу любви, и позабыл об этом.
Другой, Ее любя, в себя стрелу вонзил,
Перековал в душе — и стал Поэтом.

Храня чужой огонь, Поэт недолго жил,
Послав в последний час стрелу по свету.
Веселый человек стрелу перехватил,
Принял ее в себя — и стал поэтом.

Январь 1983 г.

Кемерово

Книга

Изведав снова горечь поражения,
В свою обитель тихую бреду
И, не ища у друга утешенья,
На стол я книгу старую кладу.
Казалось бы, века лежат меж нами.
Но, зачарован каждой строкой,
Я отвечаю вымыслу слезами
И обретаю вновь души покой.

Февраль 1983 г.

Верность

Есть верность, верная по договору.
Она проста, понятна и видна.
Боясь беды людского наговора,
Мы исполняем этот долг сполна.
Но есть другая, внутренняя верность
Немой любви, глухой вражде — страстям незримым.
Лишь в них сокрыта наша достоверность,
И только с нею Богом мы хранимы.

Февраль 1983 г.

Треугольник

Три точки треугольник образуют.
Три силы — человеческую суть.
Умом, добром и злом их именуют.
Их сумма пролагает жизни путь.

Их тоже разделяет расстояние.
Беда — попасть одной меж двух других.
Но безмятежно зоркое сознание,
Владеющее центром всех троих.

Февраль 1983 г.

Самолет Новосибирск — Москва

Медведь

Вот уже как пятый год
У меня медведь растет.
Он живет в большой берлоге
На краю большой дороги.
Та берлога высоко,
К ней добраться нелегко,
Чтобы до двери долезть,
Всех ветвей не перечесть.

К счастью, кто-то очень ловко
Привязал к стволу веревку,
Электричество включил,
Лифт к веревке прикрепил.
И теперь без всяких мук —
Лишь нажми на нужный сук —
Лифт вверх стрелой взлетает
И к берлоге доставляет.

Мой мишутка очень добрый,
Хоть и сильный, но незлобный.
Может грозно зареветь,
Но предпочитает петь.
Ходит он на задних лапах,
Чутко чует пицци запах
И справляется с едой
Правой лапою одной.

Наш медведь умен отменно.
Лишь спроси его, мгновенно
Скажет все, что знает он:
Сколько здесь в лесу ворон,
Где найти кусты малины
И зачем автомашины.
Может бляеть по-овечьи,
Говорить по-человечьи,
Любит петь, играть, плясать —
Можно в цирке выступать.

Тут соседи закричали:
«Раз вы все так расписали,
Надо зверя в зоосад,
Там, где каждый будет рад
В воскресение прийти,
Всех знакомых привести,
Дать медведю упражненье,
Оценить его уменье,
Подразнить его едой
И потом уйти домой».

«Нет, — сказал я, — никогда
Мишку не отдам туда».
Он не будет жить в неволе,
Никогда вам не позволит,
Чтоб сидел он на цепи
В тесной клетке взаперти.
Будет он сопротивляться,
На людей вокруг бросаться,
Цепью кованой греметь...
Да к тому ж, он не медведь.

А кто???
ВНУЧЕК МИШЕНЬКА!!!

Февраль 1983 г.

Президент

Он в зал глядит на Общее собрание
И медлит речь заглавную начать:
Такого средоточия всезнанья
Что может он достойное сказать?
И понял, не придуманность умна,
А памяти раскованной свобода —
Неповторима жизнь, коль прожита сполна,
И общезначима, коль отдана народу.

Февраль 1983 г.

Вопросы

Человек
 всю жизнь
 шагал
 вслед собственному затылку,
И я теряюсь в догадках:
 слепота это
 или подвиг?
Является ли поступком
 бесконечнодневное терпенье?
И где граница
 между рабством
 и силой духа?
Что лучше —
 задать самому себе
 миллион вопросов
Или ответить на один,
 но заданный другими?
Что вернее —
 приехать к другу
 на день рождения
Или думать о нем
 каждый день
 за тысячи
 километров?

*Февраль 1983 г.
Москва*

С. Лаврову

Поздравляю с днем рождения, милый друг!
Шестьдесят уже как выпало на круг.
Завтра то ли, как вчера, себя вести,
То ли новую программу завести.

Чтобы грамотно программу составлять,
Надо пред- и постусловия задать,
Надо точный счетчик времени иметь
И циклический инвариант привлечь.

Предусловие — твой праздничный венец,
Постусловие — у всех один конец,
Время катится без помощи чужой,
Для инварианта — будь самим собой!

Март 1983 г.

С добрым утром

С добрым утром, с добрым утром, милый друг!
Ощути прикосновение детских рук.
Дверь открыта, выйди с внуком на крыльцо,
К лику солнца обрати свое лицо.

Кто сказал, что старость с радостью во врозь?
Мысли тяжкие о будущем отбрось.
Каждый новый день с надеждою встречай,
Как судьбы подарок щедрый, принимай.

Март 1983 г.

Элегия

Милый друг, не думай понапрасну
Об огрехах жизни прожитой.
Собственному мненью не подвластна
Ценность совершенного тобой.

Не суди о прошлом по итогу:
Перед смертью все распад и тлен.
Вспомни лучше долгую дорогу,
Для души усталой — сладкий плен.

Март 1983 г.

Памяти друга

Вчерашний день угас, и в предрассветный час
Ко мне ушедший друг во сне приходит,
И, в зыбкой полутьме приблизившись ко мне,
Он тихий разговор со мной заводит.

Он хочет все узнать, от жизни не отстать,
Пройти ту грань, что рок ему отмерил.
Но чтобы встречи час не оборвался враз,
Он должен видеть — я в него поверил.

Я знаю — это сон, и зная — это он,
Я в нем ищу реальности приметы,
Но детский страх растет и тягостно встает
Немой вопрос: «Но ведь тебя же нету!?»

Неверием сражен, вновь умирает он.
И взгляд потухший в сумраке растаял...
И чувствуется мне в тревожном полусне —
Не он меня, а я его оставил.

Март 1983 г.

Баллада о выпускнике МГУ

«Ты здесь родился», — сыну мать сказала,
Ведя его больничным городком.
Догадкою улыбка просияла:
«Так, значит, этой мой родимый дом!»

Спустя года, он к матери вернулся,
Обласканный родительским теплом,
Он утром, неразбуженный проснулся:
«Край детства, милый мой, родимый дом».

В Москву приехав, смотрит в изумленьи —
Обрезан угол здания мостом...
Во двор Стромынки он глядит с волнением:
«Здесь юности моей родимый дом».

В борьбе идей столкнувшись с пораженьем,
Душевных сил почувствовав надлом,
В поддержке близких ищет он спасенья:
«Родные, с вами мой родимый дом!».

Пришел пятидесятый день рожденья,
Он видит однокурсников кругом
И произносит в радостном смятении:
«Друзьями полон мой родимый дом!».

Домой летит, обремененный славой.
Под ним земля — на сотни верст кругом.
Он гордостью охвачен небывалой:
«Страна моя — ты мой родимый дом!».

На склоне лет он в институт приходит,
Здесь каждый человек ему знаком,
И чувство одиночества проходит:
«Работа — это мой родимый дом».

Души богатства раздарив беспечно,
Умножив знания своим трудом,
В крутой могильный холм он лег навечно,
И вся Земля — ему родимый дом.

Март 1983 г.

Издатель

Каждый день издание выходит,
Каждый день он в здание приходит
И заходит в длинный кабинет.
Здесь сложилось прочно все с годами,
Только книг поток идет волнами,
На стене всегда один портрет.

Механизм работает без сбоя.
Редкий миг душевного покоя.
Дверь закрыта, телефон молчит,
Дел горящих больше не осталось,
Накатилась легкая усталость,
В телевизор тихий он глядит.

И сквозь пленку жизни быстрой
Перед ним вопрос всплывает вечный:
«Как ты жил, ответь учителям».
Он ответ заслуженный находит.
Ощущенье радости приходит,
Радости с печалью пополам.

*Апрель 1983 г.
Москва*

Имя

В честь друга моего планета названа.
Но это честь скорее для природы:
На небе малая песчинка найдена
И именем сохранена на годы.
Все небо опоясал Млечный Путь,
И человек под ним совсем не вечен.
Но как стремится каждый, чтобы как-нибудь,
Хотя бы именем он был отмечен!

*14 апреля 1983 г.
Таллинн*

Смерть в коммунальной квартире

Коммунальная квартира —
Две бобылки и семья.
Все — от кухни до сортира —
Делят, злости не тая.

Муж, упорно не сдаваясь,
Жизнь ловил на стороне
И, проклятой набираясь,
Вымещал все на жене.

Вот пришла пора прославить
Праздник мира и труда.
Нет соседей, чтоб поздравить,
Разбежались, кто куда.

В ночь одна домой приходит —
В коридоре свет горит.
За водой на кухню входит,
А сосед на кухне спит.

«Эй, сосед, ты что, рехнулся,
Иль к кровати не поспел?»
Спящий слабо шевельнулся
И с натугой захрапел.

А она, не засыпая,
Знай, храпящего костит.
Храп внезапно затихает,
Вся квартира мирно спит.

Новый день пришел, покоен,
Солнце весело глядит.
А на кухне под плитою
Муж по-прежнему лежит.

И жена с кривой ухмылкой
Мужа тронула ногой:
«Сукин сын, опять с бутылкой!»
Глядь — а он уж неживой.

И несчастье придавило
Двух бобылок и вдову.
А на кладбище — могила
В память глупости и злу.

Май 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.

Поездка на Алтай

Синегорье, Синегорье!
Вездесущий Автотранс,
Городское пошехонье,
Деревенский ренессанс.

На Алтае — праздник Мая,
Путь новит велопробег,
Ветер флаги развевает,
В балках тает старый снег.

Первый цвет природа дарит,
Царь-багульник на скале,
Строй тюльпанов на бульваре,
Мать-и-мачеха в селе.

Шум стоит, не умолкая,
Рев машин — не подступи,
Звон разбитого трамвая,
Рокот трактора в степи.

Всюду след работы жаркой,
Дальний свет глазастых фар,
Вспышки кокса пламень яркий,
Свежей пашни черный пар.

Край отменный сыроваров,
Крепость честного труда,
Край поэтов, хлебодаров,
Я еще вернусь сюда.

Май 1983 г.

Виктор Дык

Осенняя песня

Дрожит струною телеграфный путь,
Дрожит все в мире.
Но каждый ждет, что кто-нибудь
С ним будет в мире.
Дрожит струною телеграфный путь,
Дрожит все в мире.

Дрожит убогий, кожушок протерт,
Дрожит все в мире.
Дрожит, кто нежен, дрожит, кто горд,
Враждует, мирит.
Дрожит все в мире.

Ты будь тверд.

. . .

Качает ветер провода,
Все зыбко в мире.
Но каждый хочет навсегда
Быть с кем-то в мире.
Качает ветер провода,
Все зыбко в мире.

Качает ветер чахлый лист,
Все зыбко в мире
Любовь качнется в ненависть.
Враждует, мирит.
Зыбко в мире.

Ты будь чист!

Май 1983 г.

Дерево и росток

В царстве жизни, отовсюду видно,
Дерево могучее растет.
Ствол высокий, в несколько обхватов
Никакая сила не согнет.

Крона щедро семя рассыпает,
И любой поднявшийся побег,
Сладким соком от корней питаюсь,
Льнет к стволу, срастаясь с ним навек.

Но случайно, от порыва ветра
Семечко упало вдалеке,
И росток зеленый, неокрепший
Увядает на сухом песке.

И, привыкнув всех дарить заботой,
Я спешу росток пересадить,
Чтоб под сводом дерева широким
От невзгоды всякой защитить.

Но, случись мне понимать растенья,
Я б услышал, как росток шептал:
«Может, если б ты меня не трогал,
Деревом таким же я бы стал».

Июнь 1983 г.

Лейден — Нюнён — Москва

Рождение стиха

Немая мысль таится в подсознании,
Рассудку не достичь ее глубин,
И лишь волшебный жезл воспоминанья
Питают мысль обрывками картин.

И вдруг приходит знак, что плод уж зреет, —
Движеньем ритма иль строкой одной.
Предчувствие стиха душой владеет:
Его не зная, знаешь — он с тобой.

И божья искра пламенит сознание,
И движет вдохновения меха,
И жарко льется мысли содержанье
В разверстые изложницы стиха.

Но вот момент рожденья наступает,
И, раздвигая прах избитых рифм,
Скульптура мысли властно проступает,
И бьется сердцем четкий, строгий ритм.

И стих звучит!
И тем обозначает
Душевной муки сладостный конец,
И из груди поэта исторгает
Всевечный клич: «Ай, автор, молодец!!»

Июнь 1983 г.

Вечер в Протвино

Мягкий свет ложится на луга,
Склон долины зеленью укрылся,
Точкой тени видятся стога,
Летним ливнем дальний лес умылся.

Свежий воздух беспредельно чист,
Горизонт приближен четким краем,
На деревьях не качнется лист,
Солнца луч дрожит, в реке играя.

Темный бор скрывает задний ряд,
Только крыш обрез горит закатом.
За бетоном физики сидят,
Устремляя взгляд в разъятый атом.

Их свела суровая пора
В этот край сосновый, сердцу милый,
Чтобы в гонке в глубину ядра
Удержать баланс ума и силы.

На пригорке церковь без креста,
И, тревогой старую объятый,
Я молюсь, чтоб эта красота
Навсегда осталась неразъятой.

Июль 1983 г.

Протвино — Новосибирск

Ночной дождь

Солнце брызнуло в просветы туч
И гроза, прощаясь, громыхнула.
В сотни капель раздробился луч,
Свежей зеленью в окно пахнуло.

Прилетал под утро тихий сон,
Навевая крыльями прохладу.
Смыв ночную чернь, оставил он
Глазу — солнца свет, душе — отраду.

Август 1983 г.

Новосибирск — Варшава

Двое

Сковала взгляд стена универмага,
Недвижный воздух холоден и мглист.
Белеет стопкой на столе бумага,
Рука упала на начатый лист.

А память вновь прокручивает пленку
Картин далеких: деревенский дом,
И младший брат, смеясь, бежит вдогонку,
И ожиданье радости во всем.

. . .

Привычен вид стены универмага,
Морозный воздух необычно чист.
Шуршит на кухне под рукой бумага,
Покоит душу снегириныный свист.

И вдруг, нарушив памяти заслоны,
Опять встает стеною черный взрыв,
И тонет в воздухе, огнем сожженным,
Ребенка неслышанный призыв.

. . .

Все пополам — от счастья до страданий —
Они поделят в общей их судьбе,
И только груз своих воспоминаний,
Не разделив, оставят при себе.

Август 1983 г.

Кемерово — Новосибирск — Москва — Варшава

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.

Г. К. Столярову

Сижу я в Минске, как король на именинах,
Стартуют тосты по команде тамады,
Лишь Столяров, не признавая дисциплины,
Сбивает темп, крича свое «Аллаверды!».

Апрель 1984 г.

Господь прибрал рабу,
Оставив жизнь в обломках...
Душа болит в потемках:
Кто ж там лежал в гробу?

Родной ли человек,
Властитель без пощады,
Несчастный без отрады
Или чужой навек?

А завтра что грядет?
Душа ли возродится,
Свободой вдохновится
Иль память в плен возьмет?

*Июнь 1985 г.
Москва*

ЛИСТАЯ СТРАНИЦЫ АРХИВА

В этом разделе представлены материалы из архива А. П. Ершова. Это более 500 толстых канцелярских папок, в которых хранятся письма, газетные вырезки, черновики статей и многие другие документы, в совокупности позволяющие представить масштаб деятельности ученого, круг общения и широту его интересов. Силами сотрудников Института систем информатики, благодаря поддержке Microsoft Research, Российского гуманитарного научного фонда и других спонсоров документы архива разобраны, оцифрованы и доступны в Интернете на сайте <http://ershov.iis.nsk.su>

Из переписки

А. П. Ершов — А. А. Дородницыну

Докладная

Как известно, группой германских и американских ученых был разработан проект международного языка АЛГОЛ для описания вычислительных процессов.

ВЦ АН СССР получил письмо от объединенного комитета ГАММ-Эй-Си-Эм, в котором ставится вопрос об участии ученых Советского Союза в разработке указанного международного языка.

Мне кажется целесообразным, чтобы Вычислительный Центр проявил инициативу, выступив с предложением всеобщего обсуждения проекта АЛГОЛ, выработки точки зрения на этот проект и принятия решения об участии в его разработке.

По-видимому, наиболее целесообразным местом для такого обсуждения является Всесоюзное Сопровождение по вычислительной технике и вычислительной математике, созываемое в МГУ 16 ноября с. г. Имеется предварительное согласие Оргкомитета выделить в программе работы секции программирования время для специального заседания, посвященного обсуждению проекта АЛГОЛ.

В случае Вашего согласия на проведение такого обсуждения, прошу Вас дать указание на печатание перевода описания АЛГОЛ на ротапринтах ВЦ АН СССР в количестве пятисот экземпляров.

Зав. отделом теоретического программирования

А. П. Ершов

8/Х-59 г.

Вверху слева резолюция: «К. А. Карпову²⁰⁸: Прошу принять работу. 8/Х.59». Подпись А. А. Дородницына.

Машинописный текст, архив, папка 100, лист 90.

А. А. Дородницын — Р. В. Хэммингу

03.02.1960

Президенту Ассоциации по вычислительной технике.

Глубокоуважаемый профессор Хэмминг!

В ответ на Ваше письмо от 5 августа 1959 года я в настоящее время могу сообщить следующее.

Вопрос о международном языке АЛГОЛ был предметом обсуждения на состоявшейся недавно в СССР Всесоюзной конференции по вычислительной математике и вычислительной технике. Наши ученые приветствуют инициативу, проявленную Ассоциацией по вычислительной технике и Обществом по прикладной математике и механике, и считают, что создание удачного международного языка программирования будет крупным научным достижением, которое ускорит и облегчит обмен информацией о вычислительных алгоритмах.

Я хотел бы поблагодарить Вас и профессора Бауэра за приглашение войти в международный комитет АЛГОЛ. Однако для принятия решения об участии в указанном комитете мы нуждаемся в некоторой дополнительной информации.

Я был бы признателен, если бы Вы или какое-либо иное лицо пожелали бы ответить на следующие процедурные вопросы:

1. Каковы предполагаемые или уже имеющиеся формы международного комитета АЛГОЛ?
2. Существует ли какое-либо фиксированное положение о деятельности указанного комитета?
3. С какими финансовыми обязательствами связано участие в комитете АЛГОЛ?
4. Представители каких стран уже вошли или заявили о своем желании войти в комитет?

²⁰⁸ Константин Андрианович Карпов — ученый секретарь комиссии по вычислительной технике АН СССР.

5. Какой характер носит членство в комитете АЛГОЛ: входят ли в него отдельные лица, или организации, или же членство носит смешанный характер?

6. Является ли разработанный в январе 1960 года «АЛГОЛ-60» окончательным вариантом международного алгоритмического языка или же он подлежит обсуждению?

С искренним уважением

академик *А. А. Дородницын*

Директор Вычислительного центра Академии наук СССР

Машинописный текст, архив, папка 24, листы 7–8.

С. Л. Соболев – А. А. Дородницыну

Март 1960

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ
С ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ ЦЕНТРОМ

Директору Вычислительного Центра АН СССР
академику А. А. Дородницыну

Глубокоуважаемый Анатолий Алексеевич!

В соответствии с имевшейся между нами предварительной договоренностью прошу Вас разрешить перевод сотрудника Вашего Вычислительного Центра А. П. Ершова в Институт Математики СО АН СССР с 1-го апреля сего года.

Директор Института Математики
Сибирского отделения АН СССР
академик

С. Л. Соболев

Машинописный текст, архив, папка 37, лист 55.

С. Л. Соболев – М. А. Лаврентьеву

02.04.1961

ПРЕДСЕДАТЕЛЮ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР
Академику М. А. Лаврентьеву

Глубокоуважаемый Михаил Алексеевич!

Настоящим письмом Институт математики СО АН СССР ходатайствует о направлении в научную командировку в Англию в октябре 1961 года сроком на 4 недели заведующего отделом теории алгоритмов и программирования Института математики ЕРШОВА Андрея Петровича. Главной целью командировки является изучение работ по автоматизации программирования, проводимых в настоящее время в Англии. Сейчас в Англии, как и в ряде других стран, проводится интенсивная работа по созданию систем автоматического программирования, основанных на международном языке программирования АЛГОЛ. Такая же работа ведется и в Институте математики СО АН СССР. Поскольку при разработке этих систем, имеющих общую основу, возникают общие проблемы, информация, которую предполагается получить, о том, как эти проблемы ставятся и решаются английскими учеными, может быть сразу же полезно использована. Другой важной задачей командировки является изучение материалов, находящихся в Информационном центре по автоматическому программированию в Брайтоне. Этот центр собирает оперативную и зачастую неопубликованную информацию по автоматическому программированию и смежным вопросам из многих стран мира. Изучение этой информации представляет для нас большой интерес.

Информация, полученная в результате этой командировки, будет непосредственно использована при построении большой программирующей программы для машины М-20, которая разрабатывается сейчас в Институте математики под руководством А. П. Ершова.

Хорошее знание А. П. Ершовым английского языка и личные знакомства с большинством ведущих английских специалистов по автоматическому программированию, несомненно, будут способствовать успешному осуществлению программы этой командировки.

Директор Института математики
с Вычислительным центром СО АН СССР
академик

С. Л. Соболев

С. Л. Соболев – М. А. Лаврентьеву

15.04.1961

Председателю Сибирского отделения АН СССР
академику М. А. Лаврентьеву

Прошу командировать зав. отделом теории алгоритмов и программирования Института математики СО АН СССР А. П. ЕРШОВА в Польшу для участия в работе Конференции по методам автоматического программирования.

Вопросу автоматизации программирования уделяется большое внимание в связи с бурным развитием вычислительной техники. Как известно, при подготовке задач к счету на машине подавляющая часть времени идет на составление программы счета и ее отладку. Это в значительной степени снижает производительность машины. Поэтому созданию программирующих программ придается большое значение в настоящее время в связи с увеличением быстродействия машин.

На указанной конференции в Польше, на которую приглашаются представители социалистических стран, предполагается обсудить последние достижения в области автоматического программирования и обменяться опытом в деле практического применения систем автоматизации программирования. На конференции предполагается уделить особое внимание вопросу объединения усилий в разработке проблем автоматического программирования, а также выработке международных стандартов в программировании.

Участие в Конференции по указанным вопросам представляет для нас двойной интерес: как с точки зрения изучения опыта и достижений ученых других стран, так и для того, чтобы при выработке международных стандартов были бы максимально учтены наш собственный опыт и наши точки зрения.

А. П. Ершов – автор одной из первых в Союзе программирующих программ, высококвалифицированный специалист в области автоматизации программирования, автор многих научных работ. Его монография «Программирующая программа для БЭСМ» переведена на английский и китайский языки. В настоящее время А. П. Ершов представил к защите кандидатскую диссертацию.

Директор Института математики
с Вычислительным центром СО АН СССР
С. Л. Соболев

Л. Д. Канторович — А. П. Ершову

07.11.1961

Ленинград, 7.XI

Многоуважаемый Андрей Петрович, к сожалению, я не успел поговорить с Вами перед отъездом. Речь идет о курсе программирования, который Вы читаете на IV курсе. Этот курс имеется в виду рассматривать как обязательный для всех математиков, а не только для вычислителей. В связи с этим желательно, чтобы он состоял в основном из основных элементарных методов программирования. Конечно, некоторое представление об автоматизации программирования, входных языках и проч. в нем должно быть дано, но неизбежно бегло. Основная цель курса — основные принципы программирования, а вместе с занятиями он должен научить и практическому составлению программ. Более теоретические вещи можно будет развить потом в спецкурсе, специально рассчитанном на вычислителей. Конечно, у Вас курс уже читается по некоторому плану и изменения нужно внести с учетом того, что уже сделано. Но просил бы это сделать и учесть данные пожелания, которые отвечают и просьбам слушателей курсов.

Аналогичная просьба у меня по отношению к курсу, читаемому Кожухиным на III курсе.

Поздравляю с прошедшим праздником.
С приветом

Л. Канторович

Рукописный текст, архив, папка 101, листы 82–83.

В. М. Глушков — Ю. Г. Косареву

19.01.1962

Добрый день, Юрий Гаврилович!

У меня к Вам большая просьба, касающаяся моего аспиранта А. А. Стогния. А. А. Стогний является специалистом в области программирования, ему принадлежит более десятка печатных работ в этом направлении. В настоящее время он подготовил кандидатскую диссертацию на тему о рациональных принципах построения универсальных цифровых машин для преобразования буквенной информации. Смысл ее состоит в том, что на основе исследования программ для нескольких изученных им алгоритмов он дает ряд рекомендаций для построения памяти машин и набора операций, де-

лающих эти машины значительно более пригодными для решения неарифметических задач, чем все существующие ныне машины.

Работа уже нашла практическое применение для машины с автопрограммированием, разрабатываемой у нас в ВЦ /входным языком для машины будет язык Алгол-60, дополненный найденными А. А. Стогнием логическими операторами и рядом стандартных программ/.

Защищаться диссертация будет в феврале этого года у нас в Киеве, на объединенном ученом совете Отделения физико-математических наук. Официальные оппоненты — А. А. Ляпунов и Л. А. Калужнин дали хорошие предварительные отзывы. Получен также отзыв из Вычислительного центра АН СССР.

Однако сейчас наметилась значительная оппозиция из числа абстрактных математиков, входящих в наш совет, которая считает всю тематику, связанную с программированием и машинами, не математической и чуть ли вообще не научной. Для того чтобы разбить это мнение /с которым Вы должны быть знакомы и по сибирскому опыту/, нам необходимо, прежде всего, заручиться поддержкой наиболее крупных математических организаций, развивающих прикладную тематику, к числу которых относится прежде всего Ваш институт.

Я прошу Вас в связи с этим дать отзыв о диссертации А. А. Стогния от имени Института математики СО АН, подчеркнув в этом отзыве актуальность тематики и преодоленные диссертантом трудности. Отзыв мог бы подготовить А. П. Ершов, который хорошо знает как самого А. А. Стогния, так и его работы. Экземпляр диссертации имеется у А. А. Ляпунова, который, как мне известно, уже переехал в Новосибирск. Хорошо было бы, если бы такой отзыв был подписан С. Л. Соболевым, имя которого оказывает обычно действие на самые закоренелые тупо-математические умы. Если нужно, я могу написать Сергею Львовичу соответствующее письмо, однако, как мне кажется, вполне достаточно, если Вы вместе с А. А. Ляпуновым сами информируете его об этом деле, тем более что затрагиваемый вопрос полностью относится к руководимому Вами подразделению института.

С искренним уважением.

Ваш

В. М. Глушков

19/I-1962 г.

Ниже приписка:

Андрей Петрович! Я уезжаю в Москву и не смогу сделать все сам. Прошу Вас выполнить просьбу В. М. Глушкова. *Косарев*

25.01.62

С. С. Лавров — А. П. Ершову

12.01.1964

Дорогой Андрей Петрович!

В среду 8-го января мы с М. Р. и В. М. собрались, чтобы обсудить проекты сокращений АЛГОЛа. Просидели с 10 утра до 6 вечера, не вставая с места. Итогом этого сидения явился проект определения «среднего АЛГОЛа», который я Вам высылаю. Что касается «малого АЛГОЛа», то было предварительно решено, что в нем будет дополнительно:

- а) запрещено целочисленное деление;
- б) изменено определение элемента типа арифметической прогрессии в соответствии с первой половиной п. 18 моих предложений;
- в) значение параметра цикла после выхода будет не определено при любом виде выхода из цикла;
- г) запрещены буквенные ограничители параметров;
- гг) указано, что фактические параметры, соответствующие формальным параметрам, вызываемым по написанию, могут быть только идентификаторами;
- д) введено требование об обязательном соответствии типа фактического параметра типу формального параметра, с оговоркой, что фактический параметр типа integer может соответствовать формальному параметру типа real;
- е) введено специальное описание переключателя (первые из таких описаний в каждом блоке), в переключательном списке которого будут перечислены все метки данного блока;
- ж) запрещено использовать в качестве нелокализованных величин в теле внутренней процедуры формальных параметров внешней процедуры, вызываемых по написанию (в п. 40 моих предложений сказано «значением» — это описка);
- з) ни один идентификатор не должен использоваться в описаниях, предшествующих описанию этого идентификатора.

Вопрос об исключении из «малого АЛГОЛа» логических переменных и функций, а также операций \supset и \equiv , остался открытым. И под занавес мы решили, что публиковать проект «малого АЛГОЛа» для обсуждения еще рано, что этот язык должен быть еще более сокращен. Возможные пути сокращения: ограничения на вид индексных выражений (только $c1 \times I \pm c2$, где $c1$ и $c2$ — целые без знака, I — простая переменная типа integer) выражения step (только целое без знака), границы индексов (нижняя граница 0 или 1, верхняя — простая переменная типа integer), список левой части (только одна левая часть), список цикла (либо несколько выражений, либо один элемент типа арифметической прогрессии, либо одно выражение и один элемент типа пересчета) и исключение переключателей из языка.

Но так как к единодушному решению (и вообще к какому-то решению, как и по «среднему АЛГОЛу») мы не пришли, то отложили этот вопрос до

лучших времен. Более того, вчера в промежутке между заседаниями секции и редколлегии выяснилось, что и определение «среднего АЛГОЛа» нас не удовлетворяет (особенно В. М. и меня). В. М. предложил, чтобы все варианты языка были строго упорядочены, я его поддержал, насколько помню, таково было и Ваше пожелание. Все же М. Р. сказал, что он через Дмитриеву распространит проект «среднего АЛГОЛа» между всеми заинтересованными, и на этом мы пока порешили.

Забыл упомянуть, что начали мы наше совещание 8-го числа с обсуждения «почти полного АЛГОЛа», то есть с выработки какого-то толкования неопределенных мест в полном АЛГОЛе. Договорились: не использовать целые в качестве меток, не использовать величин own, фиксировать порядок вычисления выражений в соответствии с предложениями Наура в АВ14, условиться, что параметр цикла после выхода из цикла не через заголовок сохраняет последнее присвоенное ему значение. Вот, кажется, и все — я, к сожалению, не записал это решение, понадеявшись, что В. М., который был инициатором этого обсуждения, раздаст нам точные формулировки.

Хочется знать Ваше мнение по всем этим вопросам. Я, безусловно, за то, чтобы языки были упорядочены следующим образом: малый АЛГОЛ \subset SUBSET \subset средний АЛГОЛ (почти полный АЛГОЛ, если нужно его определить) \subset АЛГОЛ 60 \subset (большой АЛГОЛ). Было бы очень полезно, если бы Вы на основании опыта работы с «Сибирским языком» внесли на обсуждение конкретные предложения по «большому АЛГОЛу».

Только 9-го я получил Вашу открытку из Свердловска. Большое спасибо за внимание. Добрались ли Вы домой к Новому году?

Желаю Вам доброго здоровья.

Ваш С. Лавров

Рукописный текст, архив, папка 97, листы 166–169.

А. П. Ершов — С. С. Лаврову

27.01.1964

Копии: М. Р. Шура-Буре,
В. М. Курочкину

Дорогой Святослав Сергеевич!

Благодарю Вас за письмо от 12 января и за текст с определением «среднего АЛГОЛа». В целом у меня нет возражений против принятого варианта, кроме одного принципиального замечания. Я совершенно определенно считаю, что в той части языка, которая относится собственно к АЛГОЛу 60 (т. е. за вычетом неописанных процедур), все официально фиксируемые уровни АЛГОЛа должны быть строго упорядочены. При этом мне думается, что SUBSET должен принадлежать этой иерархии.

Я согласен с тем, что в отношении «малого АЛГОЛа» есть ряд неясностей. Прежде всего, в отношении цели его разработки. Очевидно, что фрагмент АЛГОЛа 60, выбираемый в качестве неперменного ядра возможных расширений АЛГОЛа, может оказаться другим, нежели фрагмент АЛГОЛа, выбираемый для самых хилых трансляторов.

Что до уточнений в полном АЛГОЛе, то мне кажется, что нужно стремиться к его определенности, ничего не выбрасывая, по возможности, из его изобразительных средств. В этом плане, мне кажется неправильным выбрасывание собственный, хотя, по правде говоря, трудности, связанные с созданием начального значения, мне кажутся непреодолимыми, особенно при запрещении побочного эффекта.

Наконец, у меня есть одно общее замечание, касающееся стиля описания подмножеств языка. Мне кажется, нужно подчеркнуто различать ограничения, вытекающие из запрета тех или иных синтаксических конструкций, и ограничения, формулируемые в рамках семантики.

Что касается соображений в отношении расширений АЛГОЛа, то они появятся у нас только к концу года после проведения исследований по определению реальной статистики использования тех или иных изобразительных средств Входного языка.

С уважением

Машинописный текст, архив, папка 99, листы 155–156.

К. Левитин — А. П. Ершову

2 апреля 1966 г.

Уважаемый Андрей Петрович!

В прошлую среду — 30 марта — М. А. Лаврентьев рассказывал в Центральном доме литераторов об Академгородке. Отвечая на один из вопросов, Михаил Алексеевич назвал Ваше имя — и вот в какой связи. «У нас есть такой ученый, Андрей Петрович Ершов, — сказал он, — которого вот уже давно увлекают американцы. Они зовут его к себе работать — на год, на два, на сколько угодно, вместе с семьей, на самые выгодные условия. Профессиональная ставка — 3000 долларов США, за консультации — отдельно — и т. п. А у нас он всего кандидат наук».

Так что теперь я просто боюсь запросто обращаться к Вам — настолько Вы важная персона. И все-таки должен напомнить об обещании прислать статью про поездку в Америку. Должен, потому что она стоит в плане и потому что она нужна для номера журнала, посвященного Академгородку. Мы

планируем дать ее рядом с той статьей об АЛЬФА-трансляторе, которую Вы читали. Каждая из них будет смотреться лучше от такого соседства.

Надеюсь быть у Вас снова в конце апреля – середине мая. Но, конечно, жду Вашу статью до того, как уеду из Москвы.

Желаю успехов.

С уважением

К. Левитин

Машинописный текст на бланке ежемесячного научно-популярного журнала рабочей молодежи «Знание – сила», архив, папка 95, лист 103.

Р. Л. Берг – А. П. Ершову

31.07. 1966

Дорогие и глубокоуважаемые Андрей Петрович, Геннадий Исакович,
Игорь Васильевич!

Камчатская экспедиция института цитологии и генетики с величайшим почтением шлет привет авторам Альфа-транслятора. Лелеем мысль о взаимной катализации и контакте в процессе математической обработки наших материалов. Уже сейчас потоки информации, обрушившиеся с машины, ставят проблемы, которые должно решать на уровне Ершова – Кожухина – Поттосина – БЭСМ 6. Материалов, аналогичных нашим, у биологов (и не только у биологов) видимо-невидимо. Ориентация на конкретные материалы с конкретной физикой могла бы повысить полнокровность работы по проблеме взаимодействия человека и машины.

Желаем успехов в работе и отдыхе.

Берг Раиса Львовна – нач. экспедиции, зав. лабораторией популяционной генетики

Малецкий Станислав Игнатьевич – сотрудник той же лаборатории

Калинин Олег Михайлович – ст. инж. ВЦ ЛГУ

Колосова – ботаник, секретарь секретаря секретаря в Президиуме СО АН

Лихачев – переводчик

Володин – журналист

Курина, Полякова – студентки

31 июля 66

Рукописный текст на открытке, архив, папка 95, лист 55.

Е. Л. Ющенко — А. П. Ершову

26.10.1966

Глубокоуважаемый Андрей Петрович!

Главная редакция четырехтомного труда «История отечественной науки» обратилась несколько месяцев тому назад ко мне с просьбой написать статью «Алгоритмические языки и программирование».

Поскольку с этой просьбой обратился наш академик АН УССР Штобело И. З., я поняла, что речь идет о развитии этих работ на Украине, и согласилась написать ее совместно с В. Н. Редько.

Выясняется, что речь идет о работах по Союзу.

Хотя сроки представления работы весьма жестки (ее надо сдать во второй половине ноября), просматривая Ваш автореферат, нельзя не отметить, что все необходимое для такой статьи у Вас изложено в лучшем виде в диссертации. Объем статьи 1.5 п. л.

Не согласитесь ли Вы из 1-й главы диссертации сделать такую статью или, если Вы очень заняты, то взять себе в соавторы кого-либо из своих сотрудников и выполнить эту работу?

В крайнем случае, мы можем предложить свои услуги; и просим в этом случае выслать нам на короткий срок Вашу диссертацию. Написание текста можем взять на себя, согласовав требования к нему в редакции, а Вам для окончательного утверждения также вышлем экземпляр.

Разумеется, что мы с удовольствием познакомимся и с остальными главами Вашей диссертации, которая, судя по реферату, нам безусловно понравится.

Не зная точно даты Вашей защиты, разрешите все же поздравить Вас от души и передать поздравления (если это авансом — то весьма на незначительный срок) от всех сотрудников отдела и многих программистов из других отделов института.

С лучшими пожеланиями

Е. Ющенко

Прошу очень ответить поскорее и надеюсь на Ваше согласие на один из вариантов.

А. П. Ершов – Е. Л. Ющенко

28.10.1966

Глубокоуважаемая Екатерина Логиновна!

Благодарю вас за письмо, которое я получил позавчера. Я полностью предоставляю текст автореферата в Ваше распоряжение и буду рад, если он поможет Вам в написании статьи. Вопрос соавторства меня не волнует и я согласен на упоминание моего имени, только если Вы пожелаете разделить со мной ответственность за то, что будет написано в статье.

Я весьма благодарен Вам и Редько за отзыв вашего семинара о моей диссертации. Защита состоится, скорее всего, в декабре, так как в ноябре как диссертанту, так и оппонентам предстоят заграничные командировки.

С уважением и пожеланиями счастливых праздников

А. Ершов

Машинописный текст, архив, папка 99, лист 10.

Г. И. Марчук – А. П. Ершову

04.07. 1968

Андрей Петрович!

1. В связи с Вашим докладом в Госплане я очень Вас прошу часть доклада посвятить проектам АИСТ-0 и АИСТ-1 и обращению к аудитории с просьбой максимальной помощи в завершении работ. Нужно было бы простым языком и доходчиво объяснить им глобальную тенденцию в использовании ЭВМ в режиме совместной работы с тем, чтобы они четко представили себе, что АИСТ – это большой государственный эксперимент, которому должны помочь все. Особо отметьте, пожалуйста, необходимость ввода в АИСТ-1 второй БЭСМ-6. (Об этом и о письме за подписями Лаврентьева, Кириллина и Гречко с ходатайством в Госплан о приобретении второй БЭСМ-6 специально поговорите с М. Е. Раковским. Это письмо сейчас лежит на подписи у Кириллина В. А.) Э. И. Эллер сообщил мне, что он будет поддерживать поставку второй БЭСМ-6 нам в 1969 г. Так что на основе Вашего доклада надо выпукло изобразить АИСТ-1 и все проблемы, связанные с ним.

2. Э. И. Эллер посоветовал нам подсказать М. А. Лаврентьеву о том, что ему нужно в какой-то форме согласовать письмо трех авторов (см. ниже) с М. В. Келдышем, чтобы не было оппозиции в процессе прохождения бумаг. Главный наш аргумент – БЭСМ-6 уже сейчас загружена полностью, и нам необходимо думать о ближайшем развитии парка мощных машин.

3. Э. И. Эллер сообщил мне, что наш доклад об АИСТах будет поставлен на коллегии в октябре. Для этого нужно к 15 сентября прислать в ГКНТ текст доклада. Кроме того, с помощью нашего художника необходимо создать яркие и характерные иллюстрации и таблицы с показателями, а также небольшой фильм об АИСТе, где должны быть как схемы, так и связь с АИСТом НИИ близких и удаленных от него и т. д. Об этом постарайтесь еще поговорить с Э. И. Эллером и А. С. Фроловым.

4. Я поговорил с М. А. Лаврентьевым об общежитии для сотрудников. Он дал более глубокое решение этих вопросов. Об этом Вам расскажет И. В. Поттосин.

5. Прошу передать Г. П. Макарову, что его поездка в ГДР состоится, по видимому, в августе или сентябре 1968.

6. Не забудьте поскорее решить с О. В. Москалевым вопрос об устройстве Маккарти.

Я уезжаю в Ленинград. В Москве буду 9–11. Числа 12–13 буду в Киеве в Институте кибернетики.

Всего хорошего!

4.VII.1968

Г. И. Марчук

Рукописный текст, архив, папка 93, листы 91–93.

М. Р. Хмелевский²⁰⁹ — А. П. Ершову

12.10.1968

Андрей Петрович!

С опозданием выполняю обещание написать. Признаюсь, что это обещание мне вовсе не в тягость.

Мы тут уже 2 недели работаем или, чтобы быть точнее, служим.

К нашему общему сожалению, мы с Юрой²¹⁰ на разных площадках. И если я в самом городке, то лейтенант Степанов у черта на куличках. Кулички — это в 100 км от Приозерска. Мы все проходили сборы на этой площадке. Сборы месяц. Шагистика, стрельба, уставы и т. п. Размером она 400 м × 200 м, и хоть 1000₁₀²¹¹ верст скачи, ничего живого не увидишь. К нам в город он приезжает на субботу—воскресенье.

²⁰⁹ Михаил Романович Хмелевский (1945) — выпускник НГУ, делал дипломную работу под руководством А. П. Ершова. По окончании университета был призван в армию, служил на полигоне в Приозерске, ныне живет и работает в Челябинске.

²¹⁰ Юра — Г. Г. Степанов (см. следующее письмо).

²¹¹ Так в оригинале.

У меня работа вполне подходящая. Грех жаловаться, тем более, если учесть, что некоторые из наших сидят на локаторах. Наш (теперь уже наш) отдел занимается обработкой информации по испытаниям. Начальники наши Михайлов, подполковник, сейчас он в отпуске, его замещает Буряк, тоже п/п-к. (Начальник по научной работе полигона п-к Грицюк).

Машины тут древние. М-5 и ее модификация. Это 2,5 адресный динозавр, но Вы его, видимо, знаете. На М-20 тут молятся. Есть тут машины больше на 300 000 операций, но они боевые. Кстати, Юрка работает с такой машиной.

Вообще говоря, только я один тружусь по специальности. Такое впечатление, что они сами не знают, что они хотят, в частности от нас (они — это местные граждане начальники).

Я по наивности думал, что в армии в отношении служб строгий порядок. Оказалось, что от шарашкиной конторы армейские сапоги ушли не далеко.

В данный момент я и 4 наших «студента» занимаемся изучением чего-то похожего на транслятор. Он обрабатывает информацию и выдает в виде групп параметров на печать или график. Наша цель: пристроить ему входной язык типа АЛГОЛа. В настоящее время макросы задаются в виде групп команд на перфокартах. Это скорее рабочая программа без компилятора.

Тут очень «интересно» отлаживают программы — прямо с пульта. Поэтому никто меньше чем 30 минут времени никогда не заказывает. Об отладочной программе из программистов никто не слышал. Ну, это уже жалобы начались.

Посылаю письмо с нашим парнем, который едет встречать жену в Караганду.

Эта мера вызвана тем, что я не знаю, может быть, я выдал какие-нибудь тайны. А тут на дверях рабочих комнат висит такой шедевр службы режима:

«Чтоб не попасть в Туруханский край,
Папки с документами Пал Палычу сдай!»

На новичков он действует как валерьянка на кошку. Смесь ужаса и восторга. Я до сих пор равнодушно смотреть на него не могу.

А так мой адрес: г. Приозерск, Карагандинской обл., Гостиница 130
Хмелевскому М.

Юркин адрес: Приозерск 7, Карагандинской обл., до востребования.

Он, кстати, занят тем, что объясняет своему начальнику, как делать сложение на машине с фиксированной запятой.

Насколько я понимаю, ему там очень и очень грустно, если не больше. Есть, правда, маленькая надежда, что кое-что переиграют с распределением. С его характером оттуда выбраться трудно, он настроен на «изгнание» и принял позу отверженного. Вообще-то я еще надеюсь, что с ним будут перемены к лучшему.

Привет всем, а стажерам-исследователям в особенности, от инженера-лейтенанта, а ныне и. о. старшего техника Хмелевского М. Р.

А. П. Ершов — А. Ф. Кулакову

Новосибирск 90
Вычислительный центр
22 октября 1968 г.

А. Ф. Кулакову
Приозерск
Дорогой Александр Федорович!

Наши товарищи вернулись с поездки на солнечное затмение с массой впечатлений. Большинство впечатлений благоприятные, но есть и не очень. В частности, я хотел сказать несколько слов о вопросах, связанных с использованием наших выпускников. У меня нет пока желания поднимать этот вопрос более глубоко, и я хочу только поговорить о лейтенанте Г. Г. Степанове²¹². Нет лучшего способа опорочить идею научного сотрудничества между нашими коллективами, нежели решение кадровых вопросов в таком стиле. Степанов — человек выдающихся способностей, окончивший университет с отличием. Через полгода после знакомства с делом он мог бы возглавить приличную группу системных программистов и вести дело на уровне, к которому Вы, по Вашим собственным словам, еще только стремитесь. Не считите мои слова за вмешательство, но на площадке мог бы быть и кто-нибудь вместо него.

Мое письмо носит личный характер, и я пишу Вам по-дружески, а не официально командиру части. Однако в этом частном деле есть грань серъ-

²¹² О письме Андрея Петровича армейскому руководству я узнал уже после его смерти, поэтому не смог лично выразить свою признательность за его заботу о своих учениках. Встречу с А. Ф. Кулаковым, честно признаюсь, я просто не помню. Видимо, тогда воспринял ее как очередную формальность и постарался придерживаться хорошо известного армейского правила: «подальше от начальства, поближе к кухне». Под «кухней» я здесь подразумеваю именно ту «площадку», о которой упоминает Андрей Петрович. Я попал на нее в августе 1968, т. е. сразу, как только закончились наши первичные сборы, где нас, лейтенантов, учили наивысшему армейскому мастерству — ходить строем.

Наша площадка оказалась самым интересным местом на всем полигоне по части программирования. В то время военные, да и многие другие люди, более близкие к программированию, были убеждены, что только программирование в машинных кодах может использоваться для эффективного программирования, а все новомодности, такие как алгоритмические языки, упрощая жизнь программистам, не дают возможности писать программы конкурентоспособные по производительности с программами, написанными в машинных кодах. И только наша площадка, где работы велись, в основном, силами сотрудников двух московских «ящиков», внедряла программирование на автокоде.

Именно в связи с разработкой новой версии «загрузчика» для автокода на втором году своей службы я «прослужил» больше чем 2 с половиной месяца в Москве. В гражданской одежде и без «нарядов».

А Андрею Петровичу я гораздо больше благодарен за огромное содействие в разрешении другой ситуации в моей жизни, когда после демобилизации меня не брали на работу, так как у меня не было прописки, не прописывали, так как у меня не было паспорта (только военный билет) и не выдавали паспорт, так как я не имел работы. В ходе разрешения этого довольно известного в советские времена «заколдованного круга» Андрей Петрович даже предлагал мне прописаться у него в квартире, но метража не хватало — я уже был женат и у нас был сын.

Г. Г. Степанов, август 2004 г.

езной проблемы. Вы знаете, что в ближайшее время у нас по многим каналам должно установиться более тесное взаимодействие. Успех этого дела имеет большое значение, но он определяется не только директивными установлениями, а, — пожалуй, главным образом, — энтузиазмом и добросовестностью людей, принимающих в этом деле участие. Нам предстоит учить Ваших людей и посылать к Вам наших выпускников. Это все делается не случайно, а потому, что старыми подходами и методами новых задач не решить. А это также означает, что что-то должно измениться и у Вас. В частности, конечно, надо стремиться к тому, чтобы у каждого человека работа была бы немного лучше, чем он сам, а не наоборот.

Я надеюсь, что Вы не оставите это письмо без внимания.

С уважением

А. Ершов

Машинописный текст, архив, папка 103, лист 25.

Ю. М. Безбородов — А. П. Ершову

25.11. 1968

Андрей Петрович!

После ярких прений на последнем пленарном заседании мне захотелось продолжить разговор с Вами по поводу прошедшей конференции и высказать то, что я не успел в Киеве. Кроме того, мне было бы интересно услышать, как Вы относитесь к прошедшей конференции и чего ждете от следующих.

Я полагаю, что тщательный отбор докладов, который произвел программный комитет, в какой-то степени был дополнен и соответствующими мерами по «отбору» участников конференции, соответствующей стратегией при распределении пригласительных билетов. Как я понял из разговора с Вами, никакой особой стратегии не было и билеты распределялись по обычным административным каналам.

Отбор докладов свидетельствовал о стремлении программного комитета отдать предпочтение докладам с научным, теоретическим уклоном, докладам, отвечающим на вопросы «**как делать?**» или «**как сделано?**». Очевидно, эта тематика интересует только создателей программного обеспечения, но не его пользователей. Но с другой стороны, на конференции явное большинство составили пользователи (и непосредственные, и их обслуживающие). Мне думается, что из 1500 участников (включая, очевидно, и неприглашенных?) и из нескольких сот степенерованных участников «создателей» было не более 20—30 %. (Жаль, что в анкете не было соответствующего пункта.) Нет ничего удивительного, что при «административном отборе» участников доля создателей среди всех участников отражает их долю среди всех

тех, кто связан с использованием вычислительных машин, но ведь конференция была рассчитана на другой контингент участников!

Итак, более 1000 участников приехали, чтобы узнать, «**что сделано?**», «**что взять?**». Много ли докладов приготовил для них программный комитет? И вообще, рассчитывал ли он на них? И как же будет дальше?

Вы, как я понял, относитесь к этому несоответствию довольно спокойно и считаете, что постепенно все образуется. Но — как и когда? Что изменится — состав или тематика конференций? Само собой изменится? «Программисты», то есть по старому пониманию все те, кто связан так или иначе с «программированием» (и с процессом и с наукой), размножаются если не в геометрической, то в арифметической прогрессии и не придется ли скоро заседания проводить во дворце спорта? Не поэтому ли уже на следующий раз была выбрана Москва? Нельзя ли все-таки как-то установить соответствие между тематикой конференций и ее участниками?

Мне думается, что тематика должна остаться примерно той, которая была выбрана на 1-й конференции. Но что касается участников, то явно желательно было бы отделить создателей от пользователей.

Я думаю, что удовлетворить потребность пользователей в информации («**что взять?**») и спасти конференции могут только совещания ассоциаций пользователей, которые могли бы стать подготовительными этапами к всесоюзным конференциям.

С другой стороны, отбор участников конференций должен быть более строгим и более дифференцированным. Приглашения должны рассылаться и по именному принципу, и в организации, и в ассоциации, и в министерства, а доступ на заседания должен быть строго ограничен (ведь в дальнейшем все могут познакомиться с материалами конференции).

Конечно, не приходится рассчитывать на то, что собрания ассоциаций и строгости, особенно по началу, смогут лишить всесоюзные форумы их большой притягательной силы для всех неохваченных (особенно, опять же, для пользователей), и поэтому, может быть, следует в начале конференции предусмотреть одно — два «аварийных» заседания, на которых силами ассоциаций познакомить приехавших диким образом «программистов» с тем, **что** и **где** сделано, **чем** рекомендуется пользоваться, отметить командировки и сказать затем «до свидания!».

Я не уверен в практической существенности в настоящее время всего предлагаемого, но что-то предпринять надо. Неразумно ликбез проводить на конференциях.

До свидания, очного или заочного.

25/XI-68

Безбородов

Р. С. Мне показалось, что часть доклада о Конгрессе ИФИП по операционным системам написана Вами. Не могли бы Вы выслать ее мне в каком-либо виде?

Пишите мне в ВЦ МГУ.

А. П. Ершов – Ю. М. Безбородову

27.12.1968

Ю. М. Безбородову
Москва

Здравствуйте, Юрий Михайлович!

Благодарю за Ваше интересное письмо. Мой ответ будет неконструктивный, я лишь постараюсь сформулировать свою позицию. Я твердо стою за демократический и представительный характер конференции, т. е. за значительную и, может быть, преобладающую долю пользователей и «приложеницев». В этом смысле для профессиональных программистов эти конференции должны носить итоговый, отчетный, парадный, рекламный, показательный характер – называйте, как хотите. Учеба, стимулирование, дискуссия, поиск новых идей – это в кулуарах и на специальных немногочисленных (по составу) симпозиумах. При надлежащей организации и уровне конференции, они все равно будут притягательными для разработчиков, так как будут отличной трибуной для пропаганды своих идей и разработок. В некотором смысле такие конференции носят «рутинный» характер: каждый год любой человек должен быть уверен, что если он сделал хорошую работу, эта работа станет в начале следующего года известна практически всему программистскому обществу СССР. Успех этих конференций, прежде всего, будет обеспечиваться публикацией трудов и высоким уровнем допущенных докладов. Доклады по приложениям также должны и со временем будут занимать существенную часть регламента. На этот раз просто их средний уровень был слишком низок.

Ассоциации пользователей сами по себе не решают дела прогресса. Занимаясь конкретными и текущими делами, они видят жизнь такой, какая она есть (возьмите, например, тематику последней конференции по «Минскам»), и только на Всесоюзной конференции они могут видеть, какой она должна быть.

У меня нет рекомендаций по процедуре отбора участников. В любом случае должна быть строгая пропускная система, чтобы не дезорганизовать работу. Абсолютное число участников меня беспокоит меньше: хороший доклад можно послушать и во дворце спорта. В отношении регулирования состава я вижу только две альтернативы: строгая разрядка по организациям, базирующаяся на хорошем знании организаций, и предоставление оргкомитету права отбора на основе продуманной анкеты. Пока что я несимметрично гляжу на каждый из этих вариантов и склонен выработать окончательное суждение после второй конференции.

С наилучшими пожеланиями на Новый год
Ваш

А. Ершов

А. Ф. Кулаков — А. П. Ершову

10.01.1969

Уважаемый Андрей Петрович!

От всей души поздравляю Вас с наступившим Новым Годом, желаю счастья и больших успехов.

Я получил Ваше письмо в начале ноября прошлого года и задержался с ответом до окончательного решения вопроса о Г. Г. Степанове. Прежде всего, должен заметить, что он не входит в мое подчинение, и это несколько усложняло дело.

За это время я встретился с ним на месте его работы, выяснил характер выполняемых им задач, его пожелания. Первое впечатление, прямо скажу, произвел не очень хорошее (почти полное безразличие, никаких пожеланий). Будучи в Москве выяснил, что он может оказаться полезным в одной из крупных организаций при выполнении работ по автоматизации программирования. И вот сейчас рад сообщить, что несколько дней назад он убыл в командировку в Москву для выполнения этих работ. Дальнейшее будет зависеть от него. Перед отъездом я пригласил его к себе, и он мне заявил, что таким решением доволен.

В целом же проблема эффективного использования математиков гораздо сложнее, чем может показаться с первого взгляда (сравнительно короткий срок пребывания у нас, иногда почти полное непонимание инженерных задач и непригодность к их выполнению, неподготовленность наших товарищей к постановке математических задач). Все это — объективные факторы, а поэтому нельзя сказать, что мы разрешили здесь все задачи и все стоят на местах. Могу только заверить, что наше руководство уделяет этому вопросу очень серьезное внимание.

В заключение, в интересах лучшего взаимопонимания и более тесного взаимодействия, а также в порядке обмена взаимными претензиями, хочется заметить, что мы рассчитывали на более внимательное отношение к нашей организации со стороны организаторов I Всесоюзной конференции по программированию (ни одного пригласительного билета, ни одного экземпляра материалов, хотя заявка на участников была выслана своевременно).

С искренним уважением

А. Кулаков

Д. Э. Кнут — А. П. Ершову

15.12.1970

Факультет Вычислительных Наук

Телефон: 415-321-2300

Доктору А. П. Ершову
Вычислительный Центр
Новосибирск-90
СССР

Дорогой Андрей,

Поздравляю с избранием в советскую Академию Наук — этим Вы впервые показали, что и программисты могут добиваться успеха в научном мире.

Я прошу прощения, что не встретился с Вами по вашем возвращении в Стэнфорд — если Вы возвращались. Я собирался прочесть рукопись о компиляторах, которую Вы мне дали, но кто-то, видимо, украл мой экземпляр. Пожалуйста, если возможно, вышлите мне еще один экземпляр.

Также наша библиотека была бы невыразимо благодарна, если бы Вы выслали мне ту библиографию/биографию советской математики.

Мы планируем автоматически высылать вам все наши отчеты по вычислительной науке без задержки через аннотации и запросы.

С наилучшими пожеланиями,
Дональд Э. Кнут
Профессор

Машинописный текст на английском языке на бланке Стэнфордского университета, архив, папка 138, лист 2.

А. Д. Александров — А. П. Ершову

03.12. 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 Яненко и отстаивали наше право — необходимое каждому ученому — определять направления работы. Точно также 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 люди, готовые и способные спокойно и настоятельно защитить правду.

З/ХП 71

А. Александров

P. S. Если будет надобность, рассчитывайте в таких делах на мою поддержку.

Рукописный текст, архив, папка 91, лист 12.

А. П. Ершов — Дж. Маккарти

СССР

Новосибирск 630090

Вычислительный центр

6 января 1975 г.

Профессору Джону Маккарти

Стэнфорд

Дорогой Джон!

Как Вы поживаете? Уже довольно давно почти ничего о Вас не знаю. Надеялся на Вадима Котова, но он пересекался с Вами на сравнительно короткий срок.

У нас сравнительно много нового, в том числе и по работам, имеющим отношение к искусственному интеллекту. Мы развиваем сотрудничество с Охотимским в работах по интегральным шагающим роботам и с лингвистами — по проблемам восприятия естественного языка. Возможную связь с работами по ИИ получит язык СЕТЛ, который мы в контакте с Джеком Шварцем реализуем для БЭСМ 6. Люся Суковатицина (теперь Черноброд) после периода работы по Лиспу и Сетлу начала работать в теории логических исчислений свойств программ в направлении, весьма близком к Манне и Хоару.

Входите ли Вы в программный комитет Тбилисской конференции? Если да, то мы имеем шансы встретиться в Кэмбридже (12—20 апреля). Если нет, то я хотел бы захватить в Стэнфорд на пару дней в конце апреля после конференции по надежности программного обеспечения (Лос-Анджелес, 21—23 апреля).

Джон, у меня к Вам есть просьба. 20—22 января в Пало-Альто состоится симпозиум по принципам языков программирования. Я был бы Вам весьма благодарен, если бы Вы смогли достать для меня экземпляр трудов. В связи с работой по созданию многоязыковой системы построения трансляторов мне было бы интересно сопоставить подходы и точки зрения.

Как живут Ваши милые дочери? Наш Вася²¹³ уже на четвертом курсе факультета вычислительной математики и кибернетики в МГУ. В качестве дипломной работы взял программное обеспечение дисплеев для диалоговой работы. Он сохранил интерес к хорошей рок-музыке и даже стал знатоком. Анюта²¹⁴ учится в 9-м классе и сейчас осваивает программирование (у них есть курс Бейсика в режиме коллективного пользования).

Сердечный привет дочкам, Эду и всем общим знакомым, которые бывают у Вас.

С наилучшими пожеланиями

Андрей Ершов

Машинописный текст, архив, папка 128, лист 130.

Д. Э. Кнут — А. П. Ершову

Факультет Вычислительных Наук

Телефон: 415-321-2300

9 августа 1976 года
Доктору А. П. Ершову
Вычислительный Центр
Новосибирск-90
СССР

Дорогой Андрей,

Большое спасибо за письмо от 14 июля. Мне было печально услышать о несчастном случае с вашей женой.

Я буду рад просмотреть английский перевод Вашей с Шура-Бура статьи к материалам конференции в Лос-Аламосе. Поскольку доктор Метрополис²¹⁵ очень озабочен тем, чтобы материалы были опубликованы как можно раньше, вероятно, я отправлю рукопись непосредственно ему после того, как закончу необходимую редакцию.

Спасибо, что внимательно просмотрели мою статью; я рад, что допустил не слишком много ошибок в своей интерпретации русского материала (название ПП-3 я взял из материалов Теддингтонской конференции; я заменил его на ППС).

²¹³ Сын Василий.

²¹⁴ Дочь Анна Ершова (Бульонкова).

²¹⁵ Николас Метрополис (1915–1999) — доктор, профессор Калифорнийского университета (Лос-Аламос).

Вскоре после того, как я отправил Вам свое прошлое письмо, я получил два экземпляра русского перевода первого тома своей книги, который был очень мило подписан четырьмя переводчиками. Я был рад видеть, что трудная работа по переводу и печати была выполнена так хорошо, и я надеюсь, что книга окажется полезной в советском образовании в области вычислительных наук. Ваше замечание о том, что переводчики перевели Хоппер²¹⁶ и Саммет²¹⁷ как мужские имена, напоминает мне, как Джин Саммет рассказывала, что встречала людей, которые думали, что Jean Sammet — француз, и его имя произносится вроде «Же Саммэй»!

Я буду в Латинской Америке в 1977 и 78 годах, так что это все еще не будет подходящим временем для визита в Советский Союз. Когда я все-таки приеду, я хотел бы провести год или около того с семьей, возможно, в Новосибирске (хотя зимние температуры до -40 несколько смущают!). Я бы также хотел в этот период совершить паломничество в Хиву, родину аль-Хорезми (алгоритмов), возможно, с большой делегацией ученых-программистов. Но все это — мечты о будущем; прежде чем приехать на полный год с женой, я, вероятно, совершу короткую поездку в течение следующих пяти лет.

Сердечно,

Дональд Э. Кнут,
Профессор

Копия: Н. Метрополису

P. S. Любопытно что я недавно также написал короткую книгу, дискуссии в которой варьируют по всему спектру — от математического анализа и до структурного программирования! Книга называется *Mariages Stables* и была опубликована на прошлой неделе издательством Монреальского университета (на французском).

Машинописный текст на английском языке на бланке Стэнфордского университета, архив, папка 225, листы 411 — 412.

²¹⁶ Грэйс Хоппер (1906 — 1992) — выдающаяся американская женщина-ученый, одна из создателей первых ЭВМ MARK I и ENIAC и языка программирования COBOL.

²¹⁷ Джин Саммет (1928 — 2001) — в 50 — 70 гг. XX в. возглавляла разработку таких языков программирования как FLOW-MATIC, LISP, BASIC и COBOL. Автор идеи, положенной в основу первого практически значимого языка символьных вычислений FORMAC.

А. П. Ершов – Д. Кнуту

СССР
Новосибирск 630090
Вычислительный центр
7 апреля 1977 года

Профессору Дональду Кнуту
Стэнфорд

Дорогой Дональд!

Возвращаясь к нашим прошлым разговорам и переписке, хотел бы более подробно обсудить с Вами возможные планы, тем более что, как я узнал из письма из IRL, Вы с этого лета уходите в годичный отпуск.

1. Я подтверждаю наш общий интерес к тому, чтобы Вы провели несколько месяцев в СССР, имея в виду Ваше более длительное пребывание в Новосибирске, научные командировки в интересующие Вас места и неограниченную туристскую программу. Прошу Вас подтвердить любую степень интереса к возможной поездке в СССР. Время на подготовку – порядка шести месяцев.

2. Насчет паломничества на родину аль-Хорезми.

Предлагаю на Ваше усмотрение следующую идею. Проведение в самом Хорезме или другом близком месте, начиная с Ташкента, коллоквиума «Алгоритм в современной математике». Научные организаторы: Д. Кнут и А. Ершов. Покровитель – Академия наук Узбекской ССР. Количество – 10 человек из-за границы и 10 человек из СССР. Время проведения – май 1978 года. Естественно, любые встречные соображения приветствуются.

3. Я попал в нелепый тупик с нашим докладом для конференции по истории вычислений. Вместе с этим письмом я посылаю Вам его русский текст, изданный в виде препринта. Воодушевленный Вашим интересом к нашему докладу и любезным согласием редактировать авторский перевод, я, воспользовавшись приездом в СССР в августе прошлого года Джекоба Шварца и Никласа Метрополиса в составе американской делегации по языкам весьма высокого уровня, попросил Шварца осуществить беглое редактирование и печать рукописного текста в его офисе. Шварц любезно согласился и выделил для этого дела своего ученика Кена Кеннеди (он сейчас в Рочестерском университете). К несчастью, месячная (по моим понятиям) работа превратилась в восьмимесячную эпопею, которой не видно конца. Кеннеди редактирует очень «агрессивно» – просто переписывает текст – и, с другой стороны, делает это очень медленно. Я пишу все это для извинительной информации и, кроме того, в надежде на подтверждение Вашего согласия прочитать англий-

ский текст, если отредактированный перевод окажется неадекватным и потребует дальнейшей правки или если мне придется забрать текст у Кеннеди.

Жду Вашего ответа в самое скорое, удобное для Вас, время.

С наилучшими пожеланиями

Андрей Ершов

Машинописный текст, архив, папка 129, листы 227 – 228.

Я. Барздинь — А. П. Ершову

Рига,
25 июля 1977 г.

Глубокоуважаемый Андрей Петрович!

На основе информации от Ю. Д. Шмыглевского (которая, кстати, дошла до меня с опозданием, так как я находился в отпуске) я понял, что могу обращаться к Вам со следующей просьбой. Не могли бы Вы прочесть вместо меня на конгрессе IFIP наш доклад «Automatic construction of complete sample system for program testing». У нас нет никаких сомнений, что Вы смогли бы сделать это лучше, чем кто-либо другой. К сожалению, я не подготовил слайды, касающиеся доклада (так как выяснилось, что на конгресс IFIP я не поеду), а сейчас уже поздно.

Посылаю копию нашего доклада.

Ваш
Я. Барздинь

Рукописный текст, архив, папка 123, лист 160.

А. П. Ершов — Дж. Маккарти

17 марта 1978 г.

Проф. Джону Маккарти
Стэнфорд

Давно собирался ответить на Ваше дружеское письмо, и, как всегда, текущие дела не дают сосредоточиться. Однако получение книги «Artificial Intelligence and Natural Man» позволило мне преодолеть порог инерции повседневности.

Большое спасибо за книгу. Совершенно очевидно, что даже без сенсационных достижений работы по ИИ и вокруг него приобретают, я бы сказал, второе дыхание. Что у нас? На Годичном собрании АН СССР было доложено, что группа Охоцимского снабдила макет шестиножки «техническим зрением» и провела первые эксперименты по реальному движению и преодолению препятствий. Адельсон-Вельский выпускает книгу о построении игровых программ. Я ее видел в рукописи — книга будет интересной.

В системах взаимодействия с ЭВМ на естественном языке намечается сближение лингвистов и специалистов по ИИ. Очень актуальный потребитель работ в этом направлении — прикладные информационные системы. В группе Нариньяни применяется SETL как язык спецификации и пробной реализации. Мы с большим интересом ждем приезда американской делегации «по естественному языку», которую организует Ауфенкамп из Национального научного фонда. Тем не менее, мне некого назвать в качестве надежного кандидата для планируемого семинара.

Лебедевский институт недавно объявил свою новую разработку — многомашинный комплекс Эльбрус-1. Это по-настоящему мультипроцессорная система, обеспечивающая работу вплоть до 12 процессоров над общей памятью, управляемых одной операционной системой. Производительность одного процессора — порядка 1.5 млн оп/сек. Это оригинальная разработка, более похожая на Бэрроуз²¹⁸, нежели на что-либо еще. Машина стэковая, память — тегированная. Имеются инструкции «высокого уровня» для вызова процедур, организации циклов и индексной арифметики. Кэш отсутствует, но процессоры имеют много скрытых регистров. Организация виртуальной памяти — сегментно-страничная. Система имеет весьма емкие и быстрые барабаны. Внешний интерфейс — стандартный и очень разветвленный. В комплексе возможен специальный процессор, обеспечивающий аппаратную совместимость с БЭСМ-6, на котором бэсмовские программы будут работать в три раза быстрее. Охлаждение машины — водяное. Таковы наши новости общего порядка.

Я недавно кончил книгу «Введение в теоретическое программирование». Книга содержит некоторый конкретный материал по схемам программ, но в основном получилась методологической. Через эту книгу я начал очень интенсивно размышлять о сущности математического метода вообще. Эти размышления сейчас, пожалуй, образуют постоянный фон всей остальной моей работы, но никакого конкретного направления работа пока не получила. В целом мне хочется написать книгу просветительского плана, потому что очень уж бездумно у нас обращаются с математикой. Однако чувствую, что если за это браться серьезно, то надо все бросить и работать в области философии математики лет десять. Решиться на это трудно, но мысли не оставляют. Мы с Доном Кнутом вступили в контакт по поводу осуществления научного паломничества к местам аль-Хорезмии. Сейчас эта идея конкретизирует-

²¹⁸ Burroughs — серия вычислительных машин одноименной фирмы (США).

ся в проведение в Узбекистане осенью 1979 года симпозиума человек на 25 на тему «Алгоритм в современной математической и вычислительной науке». Я очень надеюсь, что Вас заинтересует это научное путешествие.

Говоря о более конкретной моей работе, я продолжаю изучать частичное выполнение программ (partial evaluation) как универсальный механизм, раскрывающий сущность многих процессов в системном программировании. Работа в целом продвигается успешно, и я делю время между математическим обоснованием принципа смешанных вычислений и его конкретными применениями — прежде всего в трансляции.

28 февраля у Васи и его жены, Нины, появился сын, Михаил, а у нас — внук. Поскольку моя бабушка жива (ей 94 года), на сей день мы имеем 5 поколений Ершовых. Анята продолжает свою учебу в университете, отдавшись ей с большим энтузиазмом. Ходит на специальный курс по теории графов.

В октябре этого года я планирую месячную поездку в США, в рамках советско-американского сотрудничества по теме «Применение ЭВМ в управлении». Организатором моей поездки будет г-н Дон Ауфенкамп из НСФ, работающий в офисе сотрудничества с СССР. На этот месяц я хочу осуществить «grand tour», в основном, чтобы повидаться со старыми друзьями. Я был бы рад провести несколько дней в Стэнфорде. Я думаю, что Ауфенкамп примет мои предложения, однако встречное выражение интереса со стороны принимающей организации, вероятно, упростило бы подготовку.

Сердечные приветы Вере и девочкам.

Машинописный текст, архив, папка 129, листы 104–106.

А. П. Ершов — Д. Кнуту

28 марта 1978 года
Проф. Дональду Кнуту
Стэнфорд

Дорогой Дональд,

Я надеюсь, вы еще полны энтузиазма по поводу мысли о научном паломничестве на родину аль-Хорезмии. Теперь у меня есть об этом хорошие новости.

Существует неофициальное согласие и интерес в проведении осенью 1979 года симпозиума по теме «Алгоритм в современной математике и вычислительной науке» с 12–15 советскими делегатами, с приглашением (примерно) равного числа иностранных ученых. Председателем симпозиума будет какой-нибудь высокопоставленный представитель Узбекской Академии Наук. Программный комитет будет международным, и возможно, сопредсе-

дателями будут Д. Кнут и А. Ершов (не согласитесь ли Вы?). Кажется уместным провести симпозиум как десятидневный тур:

3 дня: прибытие (в Москву), переезд к месту проведения симпозиума, акклиматизация

2 дня: работа

2 дня: исторические экскурсии (собственно паломничество)

2 дня: работа

2 дня: отбытие

Место проведения симпозиума еще не выбрано. Это будет компромиссом между противоречивыми требованиями представительности, удобного расположения, комфортабельности и т. д.

Мнения сходятся на том, что должны быть представлены различные ветви науки — от логиков до разработчиков программного обеспечения. Неполный список возможно вовлеченных людей выглядит так:

СССР	Зарубежные страны
*А. А. Дородницын (Москва)	*Д. Кнут (США)
В. М. Глушков (Киев)	*Дж. Маккарти (США)
*С. С. Лавров (Ленинград)	Р. Флойд (США)
*В. А. Успенский (Москва)	Дж. Шварц (США)
Б. А. Трахтенброт (Новосибирск)	С. Клини (США)
Я. М. Барздинь (Рига)	*Й. Московакис (США)
Г. С. Цейтин (Ленинград)	Дж. Сэкс (США)
*А. П. Ершов (Новосибирск)	З. Манна (США)
*Ю. Л. Ершов (Новосибирск)	Д. Скотт (Великобритания)
*В. Кабулов (Ташкент — принимаящая сторона)	*Ф. Л. Бауэр (ФРГ)
Э. Тыугу (Таллин)	Э. Дейкстра (Голландия)
А. Н. Колмогоров (?)	Э. Хоар (Великобритания)
А. А. Марков (?)	(Франция)
(оба в преклонном возрасте)	(Польша)
	*Х. Земанек (Австрия)

Звездочками помечены имена тех, кто уже как-либо вовлечен и проявил свой интерес. Присутствие участников может быть обеспечено лишь приглашениями, поэтому нам необходимо продумать хорошо сбалансированный состав, чтобы не жертвовать ни эффективностью, ни основной идеей.

Сейчас я готовлю список тем к обсуждению. Позднее мы могли бы обмениваться такими списками.

Я предложил потенциальным организаторам следующее расписание:

Июнь 1978: Место проведения, предварительный список участников и тем.

Сентябрь 1978: неофициальная реакция от потенциальных приглашенных, с возможными поправками.

Октябрь 1978: первое оглашение, неофициальное приглашение, начало сбора предложений.

Март 1979: запрос материалов (черновики, доклады, тезисы).

Май 1979: официальное приглашение, предварительная программа.

Октябрь 1979: Симпозиум.

Все это предварительные размышления, и я надеюсь на Вашу скорую реакцию. Если организаторы срочно попросят моего совета по тому или иному вопросу, я буду действовать в этих рамках.

В октябре я планирую тридцатидневное «Большое турне» в США, и неделю я проведу в районе Сан-Франциско. Меня будет спонсировать НСФ (координатор — доктор Дон Ауфенкамп). В Стэнфорде, возможно, меня примет Джон Маккарти.

Помимо всего прочего я хотел бы больше узнать о Вашей системе подготовки печатных изданий. Теперь и у нас есть подобная система.

С наилучшими пожеланиями,

Андрей Ершов

Рукописный текст на английском языке, архив, папка 129, листы 92—95.

Ю. И. Манин — А. П. Ершову

Москва, 1 августа 1979 г.

Дорогой Андрей Петрович!

Большое спасибо за приглашение в Ургенч вообще и очень информативные документы, включая Окончательное Оповещение, в частности. Я с удовольствием приму участие в Симпозиуме.

Прилагаю:

а). Экземпляры только что выпущенной книжки — для Вас и Б. А. Трахтенброта;

б). Предисловие к ее будущей второй части, которое прошу рассматривать, за исключением очевидных функциональных частей, как тезисы к возможному выступлению на Симпозиуме. Очень сожалею, что не подготовил более формального специального текста: отчасти по недостатку времени, отчасти из-за нерешительности, к какому жанру отнести разговоры на эту тему: «доклад/сообщение/организация дискуссии/позиционное выступление в дискуссии». Я с удовольствием приму решение Оргкомитета на этот счет, и, возможно, ему легче будет принимать такое решение, имея сравнительно

развернутый текст, а не краткие тезисы. (В действительности, я писал Предисловие, прямо рассчитывая на возможность соответствующего выступления на Симпозиуме.)

Искренне Ваш

Ю. Манин

Рукописный текст, архив, папка 225, лист 466.

А. П. Ершов — Ю. И. Манину

28 августа 1979 г.

Дорогой Юрий Иванович!

Меня порадовали Ваши письмо, книга первая²¹⁹ и введение ко второй. Книга заслуживает более обстоятельной реакции, но уже первый просмотр заставил вспомнить старое изречение «форма освобождает». Какими бы искусственными для начального варианта рукописи ни оказались рамки популярной серии «Кибернетика», очевидное пожелание редакции добавить живой прозы к строгому математическому тексту книге не повредило. Введение и само по себе и как материал для Ургенчского симпозиума густо замешаны, богаты интуицией и очень содержательны. Вопрос о физической природе информации, которая неизбежно нуждается в структурной поддержке, а через физику, вопрос об объективности информации вообще крайне интересен.

Ваша неопределенность в отношении степени интенсивности Вашего участия в работе симпозиума вполне соответствует текущей неопределенности с программой, в частности, временного регламента. Скорее всего, программа будет формироваться прямо перед началом первой и второй половин.

Пользуюсь случаем, чтобы послать Вам одну свою новую работу. Ее черновик был написан мною под диктовку внутреннего голоса за одну ночь в Пущинской гостинице за несколько часов до самого доклада. Все связанное с этой идеей меня очень увлекает, и я трясусь, как в лихорадке, когда пускаюсь в размышления, ненавиждая в это время мою текущую работу по теории трансляции, которая идет слишком продуктивно и полезно, чтобы ее бросить.

Опять несколько замечаний по книге.

Стр. 24: наверное «Алгол 68 нельзя описать до того, как он уже описан»?

²¹⁹ Книги Манин Ю. И. Доказуемое и недоказуемое. — М.: Сов. радио, 1979 и Манин Ю. И. Вычислимое и невычислимое. — М.: Сов. радио, 1980.

Стр. 152: «Работа компьютера и есть одна из процедур осмысления программы». Сравните с 22 стр. препринта.

Стр. 14: «Но гильбертовы пространства «существуют», видимо, лишь поскольку, ...». Лет десять назад я в конце курса по программированию у студентов первого года дал тему для сочинения: «Существуют ли в природе числа?». Многие ответы оказались менее наивными, чем можно ожидать. Два наиболее запомнившихся ответа в пользу «существования»: (1) физические законы — это часть объективной реальности, а они выражаются в числовых соотношениях; (2) число, как цвет, как свойство своего материального носителя.

С большим интересом предвкушаю Ургенчский симпозиум.

Ваш

А. Ершов

Машинописный текст, архив, папка 225, листы 462–463.

А. П. Ершов — Б. В. Шабату

Заведующему редакцией литературы
по математическим наукам
проф. Б. В. ШАБАТУ

3 сентября 1979 г.

О выплате гонорара
Клини и Кнуту

Глубокоуважаемый Борис Владимирович!

В сентябре с. г. Академия наук Узбекской ССР при поддержке Академии наук СССР и ее Сибирского отделения проводит в Ургенче международный симпозиум «Алгоритм в математике и ее приложениях». Среди его участников — известные ученые и авторы, члены Национальной Академии наук США профессора Д. Кнут и С. Клини. В неформальной переписке они выразили надежду, что они могли бы покрыть часть своих расходов по пребыванию в СССР за счет гонорара, который они, возможно, могли бы получить от Вашего издательства. Оргкомитет симпозиума и я лично поддерживаем их просьбу по следующим причинам.

1. Оба ученых являются авторами книг, получивших большую известность в СССР, оба благожелательно относятся к развитию контактов и сотрудничества с советскими учеными.

2. Проф. Клини приезжает в качестве гостя по приглашению АН СССР. Похоже, что он уже получал часть своего гонорара во время приезда на всемирный съезд математиков в 1966 г.

3. Проф. Кнут является одним из организаторов научной программы симпозиума, кроме того, он, насколько мне известно, весьма полезно сотрудничал с издательством при подготовке его переводов к печати.

Оба ученых предполагают быть в Москве проездом в Ургенч 13-го сентября.

Заместитель председателя Оргкомитета
член-корреспондент АН СССР

А. П. Ершов

Машинописный текст, архив, папка 225, лист 621.

А. П. Ершов — Ю. И. Манину

31 января 1980 г.
Ю. И. Манину
Москва

Дорогой Юрий Иванович!

Посылаю Вам для информации мою рецензию на Вашу книгу²²⁰. Мое мнение выражено без умолчаний (если только не считать истории с прототипом этой книги) и без задних мыслей, один к одному. Правда, если бы я был Вашим редактором, то рогаток я бы Вам понавыставлял порядочно. Все эти скрупулезности я Вам могу показать при встрече, если только это имеет смысл. Ну и конечно, мои субъективные восторги и единомыслия я оставил при себе, в крайнем случае, между нами.

Для меня чтение Вашей книги стало крупным событием, усиленным Ургенчским симпозиумом и моими размышлениями об абстрактной вычислимости. Два месяца, к сожалению, в свободное от «работы» время я упивался интеллектуальным пиршеством, окружив себя всеми знаменитыми текстами по основаниям математики. Я жил с ними как Хорезм-шах со своим гаремом — параллели можно проводить как угодно далеко. Бар-Хиллел и Френкель — это уже месяц блокирует все мое ночное чтение. Меня поражает их умение говорить о предмете, потрясающая добросовестность и уважение к авторам. Мне очень также понравился Йех, особенно, стилем. Я не случайно

²²⁰ См. настоящий сборник, стр. 48.

говорю об интерпретаторах. Их книги навели меня на мысль, что в математике исполнители тоже не менее важны чем композиторы.

Очень Вам благодарен за материал для Ургенча. Получилось хорошо и, как ни странно, близко к тому, что было сказано на заседании. Мои редакционные замечания воспоследуют, но они будут минимальны: например, эксплицитировать ссылки и т.п. На днях Вы получите общий циркуляр по поводу трудов.

В связи с назначением Гурия Ивановича мы сейчас, как при дележке квартир на местком, выстраиваем цепочки. Невзирая на слухи, тем более, что я им не верю, все это произошло довольно неожиданно и, не говоря об аппарате, требует не менее дюжины серьезных перемещений. Постараюсь просидеть в Новосибирске весь февраль, а в районе поездки в Амстердам на заседание программного комитета нашего конгресса ИФИП 80 (1–7 марта) надеюсь Вас навестить.

Ваш

А. Ершов

P. S. Если в рецензии найдете какие-либо очевидные неточности, либо дайте мне знать по телефону (8-383-065-57-38, четыре часа разница), либо сообщите их прямо в «Природу».

Машинописный текст, архив, папка 121, листы 458–459.

А. П. Ершов – Ю. И. Манину

4 января 1981 г.

Ю. И. Манину
Москва

Дорогой Юрий Иванович!

Так случилось, что сегодня был Ваш день. Придя в Институт, я залез в библиотеку, нашел 7-й номер «Природы» и прочитал свою рецензию чужими глазами. Рецензия мне понравилась, и я порадовался за автора: книга была прочитана с пристрастным интересом. Днем я отправился в книжный магазин, выкупил по открытке Вашу вторую книгу и заново пережил знакомство с этим текстом, усиленное Ургенчскими впечатлениями и всей последующей работой по абстрактной вычислимости.

Конечно, я был в восторге от Вашего заключения. Действительно, мимолетность, «мысли на лестнице», а именно из них и сплетается канва науки,

т. к. вся остальная работа — это лишь обнаружение того, что ваш мозг уже знает.

И снова я был удручен слепым шрифтом, серой бумагой и мажущейся краской. Правда, могу Вас утешить спасительной ассоциацией. Немало выдающихся документов было напечатано на оберточной и газетной бумаге, потому что героизм эпохи не позволял ждать японской бумаги и элзевировских²²¹ шрифтов.

В моей библиотеке хронологически выстроена неплохая серия полиграфических антишедевров: справочник партийного работника 20-х годов; книга Бронштейна о становлении квантовой механики 30-х годов; перевод отчета Смита об атомной бомбе 40-х годов; «Роман-газета» с «Одним днем Ивана Денисовича» 50-х годов; ротاپринт нашего Альфа-транслятора 60-х годов и, наконец, почти все серии «Кибернетики» от Соврадио 70-х годов. Знаете, в этом ряду Ваша книга смотрится совсем неплохо.

Меня привлекло одно замечание в Вашей книге, где Вы говорите, что и теорема Матиясевича, и теорема Хигмана могут оказаться частными случаями более общего утверждения о рекурсивных алгебраических структурах.

Я как-то спросил у Матиясевича, что он думает по поводу такой проблемы. Пусть $\{\varphi_1 \dots \varphi_n\}$ какие-то арифметические функции. Рассматриваются уравнения вида $F_1(p_1, \dots, p_n, x_1, \dots, x_t) = F_2(p_1, \dots, p_n, x_1, \dots, x_t)$ как источники множеств таких $\{p_1, \dots, p_n\}$, при которых уравнение $F_1 = F_2$ разрешимо по x_1, \dots, x_t . Вопрос, каким должен быть базис, чтобы так задаваемые множества представляли бы все перечислимые множества и только их. Он сказал, что такие базисы можно придумывать пачками, но он не знает никакого подхода даже к тому, в каких терминах искать подобный критерий.

Если Вы еще не послали мне «Вычислимое и невычислимое», то и не посылайте. Для срочного чтения у меня экземпляр уже есть, а возможность получить книгу с посвящением из Ваших рук даст мне дополнительную необходимость навестить Вас при первом же приезде.

Сердечный привет Ксении Глебовне²²²

Ваш

Псылаю Вам на память мой скромный вклад в укрепление всемирного братства ученых. Думаю, что Вас заинтригуют кое-какие названия в списке дейкстровых заметок.

Машинописный текст, архив, папка 121, листы 470–471.

²²¹ Elsevier — международное издательство, выпускающее научную литературу.

²²² Жена Ю. И. Манина.

Ю. И. Манин — А. П. Ершову

Москва, 15 января 1981

Дорогой Андрей Петрович!

Сегодня я получил Ваше любезное письмо и биографический очерк²²³ о Дейкстре. То и другое были для меня источником живейшего удовольствия. Я говорю даже не о том, что Ваша апология ЭВД является маленьким шедевром жанра — это определяет лишь первый уровень удовольствия. Важнее то, что от этого текста веет духом естественных и добрых чувств. В странной атмосфере недружелюбия и агрессивности, которая все сгущается в доступных мне профессиональных кругах столицы, жить душно и тесно. Я со стыдом вспоминаю собственное молчаливое участие в заседаниях редакции Успехов МН, где неоднократно обсуждались «проблемы», связанные с отсутствием разрешения публиковать юбилейные статьи в честь такого-то и такого-то, с вопросом, можно ли назвать NN выдающимся, тогда как MM был назван замечательным, и прочей злой бессмыслицей.

Спасибо Вам. Я был бы рад прочесть заметки ЭВД — по Вашему выбору, если у Вас есть share copies, на время, при случае.

Разрешение МИАН'а на публикацию моего доклада я послал Вам неделю назад и книжку — два дня назад. Надеюсь, это не будет препятствием к Вашему визиту к нам в Москву?

Пожалуйста, обратите внимание: мы переехали — в том же подъезде на 11-й этаж — нынешний номер квартиры 208, к почтовому адресу это, конечно, тоже относится.

Ксана передает Вам теплый привет.

Looking forward to seeing you.

Ю. Манин

Рукописный текст, архив, папка 317, листы 188–189.

²²³ А. П. Ершов. Дейкстра Эдсгер Вейбе (биобиблиографический материал). — Новосибирск, ВЦ СО АН, 1980. — 26 с. Эта брошюра была подготовлена А. П. Ершовым к 50-летию известного голландского программиста и содержит краткий очерк и библиографию.

А. П. Ершов – Ю. И. Манину

10 ноября 1981 г.

Москва 117571
пр. Вернадского 113, кв. 208
Манину Ю. И.

Дорогой Юрий Иванович!

Между моим обещанием быстренько прислать Вам план статьи для Вашего тома лежит отпуск, «пожарная» командировка в Нидерланды и послеотпускной deadlock на работе, когда не знаешь с чего начать. Конечно, я предполагал написать из отпуска, но кисловодская природа, усиленная замечательной погодой и отличная библиотека санатория им. Горького взяли меня в сладостный плен, заставив отвлечься от всего, чем был озабочен перед отпуском. Давно так хорошо не отдыхал!

Теперь о деле.

Условное название статьи: «Современная математическая практика»
Под математической практикой я понимаю использование людьми инструментального и интеллектуального багажа математики за ее пределами. Таким образом, надо этот багаж внешне идентифицировать и затем обозначить его в основных видах человеческой деятельности. Скорее всего, эти идентификация и обозначение будут идти рука об руку.

Разделы статьи пока что выглядят следующим образом:

1. Вступление.
2. Математика в общем образовании.
3. Математика в профессиональном образовании.
4. Математика в познавательной деятельности.
5. Математика в сфере производства.
6. Математика в программировании.
7. Математика в искусстве.
8. Математика в досуге.

В статье неизбежно будет присутствовать и своего рода ортогональное членение, состоящее, примерно, из следующих разрезов.

- а. Состав (концептуальный) математического знания.
- б. Формы математического знания (литература и другие средства массовой информации).
- в. Особенности (отличия) математического знания.
- г. Математика и язык.
- д. Состав (процедурный) математического знания.
- е. Роль математики в человеческом самосознании.
- ж. Человек и машина.
- з. Носители и потребители математического знания.

Конечно, эта рубрикация еще очень наивна и жадна. Я, однако, не смогу сказать ничего более вразумительного, пока не соберу материал, на что у меня уйдет не менее пары лет. Начальный вариант статьи (без литературы) я для себя определил в сотню машинописных страниц, исходя из следующего рассуждения: меньше пятидесяти — не будет нужной глубины и содержательности, больше ста — это уже книга совсем с другим ощущением пространства.

Я позволил себе не писать план статьи в виде готовой шпаргалки, полагая, что Вам будет удобнее подготовить проспект тома в одном ключе.

Надеюсь повидаться с Вами в конце ноября.

Ваш

А. Ершов

Рукописный текст, архив, папка 121, листы 308 — 309.

А. П. Ершов — Э. В. Дейкстре

30 июня 1982 года

Проф. Эдсгеру В. Дейкстре
Платанстрат 5
Нюнён — 4565
Нидерланды

Дорогой Эдсгер,

Отвечаю на Ваше циркулярное письмо от 3 мая 1982 года. Я получил его 16 днями позже, как раз когда я готовился к поездке в Мюнхен. Через несколько дней пришли письма и от Хорнинга и Хенера; потому в моем письме учтены оба ответа.

Я ценю Вашу инициативу, разделяя как стоящую за ней озабоченность, так и ее цель.

Я думаю, будет легче достигнуть взаимопонимания, если я, вместо текстовых поправок, выражу мои общие ощущения с учетом предмета письма.

Мне не хотелось бы, чтобы наше письмо расценили как выражение отрицательного мнения о таких популярных понятиях, как программное окружение, инструменты программирования и командное управление. Мне кажется, Джим Хорнинг этого опасается, но я не думаю, что кто-либо из нас хочет выразить именно такое мнение; думаю, чтобы избежать недопонимания, можно использовать замечания Хенера.

Мне кажется, что реальная опасность лежит в попытке «дематематизировать» программирование, полагаясь на подобные «новые» инструменты, методики или дисциплины. Если такое случается в проекте, это ведет к провалу одного начинания; если же это случается в образовательной среде, это может привести к долгосрочным негативным последствиям.

Искренне ваш,

Андрей Ершов

Копия:

Дэвид Грис, Итака

Рик Хенер, Торонто

Тони Хоар, Оксфорд

Джим Хорнинг, Пало-Альто

Дон Кнут, Стэнфорд

Влад Турски, Варшава

Хайнц Земанек, Вена

Машинописный текст на английском языке, архив, папка 234, лист 95.

А. П. Ершов — В. А. Солоухину

Новосибирск 630090

Вычислительный центр

Член-корреспондент АН СССР

Андрей Петрович Ершов

29 июля 1983 г.

103030 Москва

Суцевская 21

Изд-во «Молодая гвардия»

В. А. Солоухину, автору книги «Камешки на ладони»

Глубокоуважаемый Владимир Алексеевич!

Я решил побеспокоить Вас на правах заинтересованного читателя «Камешков на ладони». Чтение этой книги совпало с переживаемым мною последний год совершенно необычным для меня состоянием писания стихов. Прожив на свете 52 года, занимаясь всю жизнь математикой и программированием для ЭВМ и не ощущая в себе до последнего времени ни малейшей

склонности к поэтическому творчеству, я столкнулся в конце 1981 года с одним поразившим меня стихотворением Киплинга ("If" – «Если»). Я болел этим стихом, не понимая своего состояния, месяца два, пока не осознал, что болезнь эта вызвана крайней потребностью выразить стих на родном языке. С той поры эта забота не оставляет меня и побуждает писать по два-три стихотворения в месяц.

Не смея обременять вас чтением моих стихов подряд, хочу отметить одно поразившее меня совпадение, обнаружившееся при разглядывании Ваших «Камешков».

На стр. 35 я прочел: «Возникает в душе предчувствие стихотворения».

Примерно за месяц до того, как встретиться с Вашей книгой, я был захвачен переживанием самого процесса стихотворчества. Размышляя над этим, я сделал несколько важных для меня наблюдений, которые в результате отлились в следующее стихотворение:

Рождение стиха

Немая мысль таится в подсознании,
Рассудку не достать ее глубин,
И лишь волшебный жезл воспоминанья
Питает мысль обрывками картин.

И вдруг приходит знак, что плод уж зреет, —
Движеньем ритма иль строкой одной.
Предчувствие стиха душой владеет:
Его не зная, знаешь — он с тобой.

И божья искра пламенит сознание
И движет вдохновения меха,
И жарко льется мысли содержанье
В разверстые изложницы стиха.

Но вот момент рожденья наступает,
И, раздвигая прах избитых рифм,
Скульптура мысли властно проступает,
И бьется сердцем строгий, четкий ритм.

И стих звучит!
И тем обозначает
Душевной муки сладостный конец
И из груди поэта исторгает
Все вечный клич: «Ай, автор, молодец!!».

Вторую строфу я начал писать с последней — ключевой строчки. На «предчувствие стиха» я соскользнул только после нескольких дней попыток передать не просто предчувствие, но тяжесть, обремененность, «беременность стихом». Но не справившись с двумя творительными падежами рядом, я поставил более нейтральное «предчувствие».

Еще одно стихотворное совпадение, поразившее меня, произошло весной. Я написал своему другу к его пятидесятилетию следующее стихотворение:

Книга

Изведав снова горечь поражения,
В свою обитель тихую бреду
И, не ища у друга утешенья,
На стол я книгу старую кладу.

Казалось бы, века лежат меж нами.
Но, зачарован каждою строкой,
Я отвечаю вымыслу слезами
И обретаю вновь души покой.

Сидя через месяц на Общем собрании Академии наук, я показал этот стих другому своему другу, члену-корреспонденту Лаврову. Он сказал, что стихотворение очень хорошее, но потом затих и еще через минуту показал мне только что записанное по памяти стихотворение Вероники Тушновой, чьи стихи он очень любит:

Раскрываю томик одинокий,
Томик в переплете обветшалом,
Человек писал вот эти строки,
Я не знаю, для кого писал он.

Пусть он думал и любил иначе,
И в столетьях мы не повстречались,
Если я от этих строчек плачу —
Значит, мне они предназначались.

Конечно, я недолго поражался этими совпадениями. История науки не в меньшей степени, чем поэзия, дает примеры вечных тем, независимых открытий, равно как и опирающихся одно на другое. Но все-таки каждое конкретное проявление этого правила волнует и удивляет.

В целом чтение Вашей книги было отрадой уму и сердцу. Больше всего это напоминало мне путевую встречу двух людей, оказавшихся друг другу

интересными. Единственное, в чем можно посочувствовать автору, — так это в том, что он может лишь догадываться о встречной волне чувства, возникающей у читателя, — будь то сердечное согласие или открытый спор.

Желаю Вам доброго здоровья

Рукописный текст, архив, папка 121, листы 204 — 206.

А. П. Ершов — С. П. Капице

22.04.84

ГАН

Дорогой Сергей Петрович!

Это письмо выражает душевное беспокойство, овладевшее мною, когда я узнал о кончине Петра Леонидовича. В первые минуты владения этой горестной новостью мне показалось, что обычного выражения соболезнования будет достаточно, чтобы отдать долг памяти ушедшему и сочувствия оставшимся. Происходит, однако, цепочка событий, из-за которой я чувствую себя связанным с некоей звездной системой, в которой моя душа блуждает по странной орбите и одним из светил которой — ступок энергии и света, зажженный Вашим отцом.

Я приезжаю на свое родное Общее собрание и встречаю на нем Петра Леонидовича, радуясь его душевой бодрости и долгожительству. На этом собрании Президент вручает мне премию имени Алексея Николаевича Крылова за работу, о которой я пишу в Ваш журнал.

Я приезжаю в Минск, где выступаю с лекцией о своей работе. Мне дарят книгу воспоминаний А. Н. Крылова. Я читаю эту замечательную книгу вместе с предисловием Андрея Петровича и заново переживаю его жизненный путь, который так сплетен и с Вашим родом, и с Академией наук, и с жизнью всей страны.

Я вспоминаю свое короткое пребывание на Физтехе в 1949/50 годах и поразительные лекции Петра Леонидовича по курсу общей физики. Уже недавно я перечитал его сборник статей, подивившись силе его непреклонного духа и приобщившись к его мудрости.

Снова и снова я чувствую себя бесконечно обязанным небольшому кругу выдающихся людей, которые безотносительно к тому, знают они меня или нет, были для меня источником силы и вдохновения, прежде всего, примером своей жизни, своими поступками и мыслями. Снова и снова я ценю эту разветвленную связь между людьми, составляющую ткань научной жизни, любого дела, суммарной памяти общества.

Конечно, мои рефлексии — лишь бледная тень следа, оставленного яркой жизнью Петра Леонидовича. Все же надеюсь, что мое скромное свидетельство душевного сочувствия и глубочайшего уважения к светлой памяти Петра Леонидовича не будет для Вас обременительным.

Ваш

А. Ершов

Рукописный текст, архив, папка 121, листы 169–170.

А. П. Ершов — Ф. Л. Бауэру

Проф. А. П. Ершов
Вычислительный Центр
Новосибирск 630090
СССР

18 июня 1984 года

Проф. Ф. Л. Бауэру
Институт Информатики ТУМ
Аркиштрассе 21
8000 Мюнхен 2

Дорогой Фриц,

Ваше письмо пришло недавно и как раз вовремя, вечером 14 июня. Оно дало мне подходящий повод телепатически передать Вам свое выражение симпатии и хороших пожеланий и немного поразмышлять.

Вы входите в этот возраст мудрости, и под Вами простирается вечно цветущая долина Жизни в неутраченном сочетании достижений и провалов. Но Вы должны быть счастливы вдвойне, живя в добром кругу семьи и ведя за собой могучую когорту учеников и последователей. Такие вещи наделяют нас вторым дыханием и оптимизмом, с небольшой долей той скромности, которая так нужна, когда приближаешься к вечности.

Мир

Машинописный текст на английском языке, архив, папка 206, лист 15.

М. И. Соболевский — А. П. Ершову

04.05.85

Здравствуйтесь, уважаемый Андрей Петрович!

Прошло более 15 лет после нашей беседы в Академгородке (я далек от мысли, что Вы помните эту беседу, но я ссылаюсь на нее потому, что после этого я стал Вашим последователем). Все эти годы я не только слежу за развитием Ваших идей, но и активно провожу в жизнь одну из них — о программировании, как второй грамотности всех специалистов, т. к. вижу в этом практическую необходимость не только в будущем, но уже и сейчас. Это подтверждается примерами многих моих учеников.

Написать Вам меня заставило категорическое несогласие с положением, высказанным Вами в беседе с корреспондентом «Литературной газеты» (1985, № 15): якобы мысль о том, что необходимость в компьютерной грамотности всеми признана и не оспаривается, что эта истина уже не предмет дискуссий.

К сожалению, Андрей Петрович, это далеко не так. Пример из моей практики — тому подтверждение.

Много лет мне удавалось успешно помогать молодым людям (1-й курс технического ВВУЗа) осваивать алгоритмический язык. Для этого я разработал специальную методику интенсивного обучения и дидактические материалы к ней.

Но 4 года назад столкнулся с удивительным явлением: новый начальник ВВУЗа (В. Я. Палей) заявил, что «это курсантам нужно как зайцу...» (это не оговорка, а его кредо). А дальше стало еще удивительнее: его поддержали высокопоставленные руководители из Генштаба (т.т. Макаренков Н. А., Федотов Е. и другие, фамилии которых просто неудобно называть). А это — сила.

Попытался я не согласиться с этой силой (не мог согласиться, т. к. это было бы невыполнением требований времени, требований ЦК КПСС, Министра обороны). Поручили подготовить мне ответ руководителю крупного института т. Кузнецову В. И. Он... поддержал своих генштабовских начальников, утверждая, что для курсантов это... вредно (ВВУЗ — инженерный!). Это мнение поддержал представитель Главного политуправления СА и ВМФ. С ним молча согласился представитель ГУ ВУЗ МО СССР.

На мой вопрос: как это мнение увязать с реформой школы, в частности — с обучением компьютерной грамотности уже в школе — после короткого замешательства высказали мысль, что у нас эти умения выпускников школ не потребуются.

Так как у нас многие специалисты думают как и я, мне пришлось обращаться в последующие — более высокие инстанции: к Министру обороны и в ЦК КПСС (иначе я поступить не имел права). Но письма до адресатов не допустили (сказалась сила генштабовских связей!).

Результаты «дискуссии» плачевные: требования ЦК КПСС и Министра обороны так и не выполняются, а вот с автором расправляются усердно.

Главная же беда в том, что происходит необратимый процесс воспроизводства недоучек.

А Вы, Андрей Петрович, говорите «эта истина уже не предмет дискуссий»!

Я считаю (и не только я!), что в подобных примерах отрицательного отношения руководителей к решению рассматриваемого вопроса нельзя ограничиваться пассивным убеждением, а в связи с решениями ЦК КПСС и его Политбюро необходимо и «власть употребить».

Если и Вы, Андрей Петрович, так же думаете, то прошу Вас оказать нам содействие и либо через Гурия Ивановича Марчука, либо (если это для Вас возможно) через Анатолия Петровича Александрова довести этот факт до Министра обороны СССР. Этим Вы принесете большую практическую пользу делу, многим юношам.

С глубоким уважением

Михаил Иванович Соболевский

Начальник кафедры АСУ Воронежского ВВИУРЭ

394055, г. Воронеж, ул. Западная, д. 50, к. 30.

Рукописный текст, архив, папка 274, листы 325–326.

А. П. Ершов — М. И. Соболевскому

6 мая 1985

394055 Воронеж
Западная, 50, кв. 30
М. И. Соболевскому

Уважаемый Михаил Иванович!

Ваша история не вызывает у меня никакого удивления, тем более что это было несколько лет назад. События развиваются настолько быстро, что даже прошлогодние позиции у многих оказываются несостоятельными.

Мы немного имеем дело с местным высшим военно-политическим училищем, и, судя по ним, дела в военных ВУЗах поворачивают к лучшему.

Есть приказ Министра обороны № 070 (май 1984 г.), который предписывает ввести повсеместное изучение курса «Основы вычислительной техники и прикладной математики».

Есть рекомендации Гувузов (май 1984 г.), в целом ориентирующие на достаточно содержательный и нехалтурный подход к делу.

В июне 1984 г. ген.-полк. Литовцев (н-к Гувузов) проводил совещание представителей военных ВУЗов, и к этому же времени была подготовлена детальная программа 160-часового курса по указанному предмету.

Надеюсь, что эта недвусмысленная установка приведет к нужным переменам и в Вашем училище.

Желаю Вам верности делу и конечных успехов. Пусть величие пережитого праздника придаст Вам душевных сил.

Машинописный текст, архив, папка 274, лист 322.

М. И. Соболевский — А. П. Ершову

13.05.1985 г.

Академику А. П. Ершову
630090, г. Новосибирск
Вычислительный центр

Уважаемый Андрей Петрович!

Спасибо за ответ на мое письмо и за добрые пожелания.

Очень сожалею, что вынужден повторно отвлечь Вас от дел, но сделать это меня заставила первая фраза Вашего письма: «...тем более, что это было несколько лет назад».

Вся беда в том, что «дискуссия», описанная мной на с. 2 письма, имела место в марте с. г., и на столе перед тремя генералами и тремя полковниками — представителями Генштаба, ГУ ВУЗ, Главного Политуправления — лежали упомянутые Вами приказ Министра обороны и Рекомендации ГУ ВУЗ.

Я не знаю, что по поводу этой «дискуссии» доложили генерал-полковнику Литовцеву, но его подчиненный (но не специалист в этом вопросе) не нашел слов поддержать меня в том, что выполнять требования приказа Министра обороны и Рекомендаций ГУ ВУЗ, подписанных тов. Литовцевым, должны все ВВУЗы, включая и Воронежское ВВИУРЭ, против чего выступают генералы Палей В. Я., Кузнецов В. И., контр-адмирал Федотов Е. и в чем, к сожалению, поддерживает их старший начальник — генерал-лейтенант Макаренков Н. А.

Их тезис: «Нашим курсантам инженерного училища радиозлектроники не нужно и даже вредно умение самостоятельно готовить на одном из алгоритмических языков и решать на ЭВМ задачи по изучаемым в училище учебным дисциплинам и, тем более, после выпуска».

Уверен, что Ваши прогнозы сбудутся и, как Вы говорите, «...эта недвусмысленная установка (приказа Министерства обороны и Рекомендаций ГУ ВУЗ) приведет к нужным переменам...».

Однако, у нас пока после той мартовской «дискуссии» положение дел настолько ухудшилось, что его (это положение) можно без натяжки отнести к преступному. Прошу извинить меня за то, что отнимаю у Вас время. Оправдываю этот поступок желанием исправить сложившееся у Вас превратное представление о том, что у нас несостоятельные позиции некоторых руководителей будут быстро исправлены без вмешательства командования Вооруженных Сил.

С искренним уважением

Соболевский Михаил Иванович

394055, г. Воронеж
ул. Западная, д. 50, к. 30

13.05.1985 г.

Машинописный текст, архив, папка 274, листы 301 – 302.

А. П. Ершов – М. И. Соболевскому

15 августа 1985 г.

394055 Воронеж
ул. Западная, д. 50, кв. 30
М. И. Соболевскому

Уважаемый Михаил Иванович!

Извините за задержку в ответе, вызванную долгим отсутствием по болезни. Описанная Вами сцена афронта трех генералов перед тремя полковниками, действительно, поразительна. Ну что поделаешь. Начальник, пока он начальник, у себя хозяин, тут уж до поры до времени ничего не попишешь.

Тем не менее, очень надеюсь, что события последних месяцев приведут со временем к правильному направлению в развитии компьютеризации, в том числе и в Вашем училище.

С пожеланиями успеха

Машинописный текст, архив, папка 274, лист 273.

И. В. Речкалов — А. П. Ершову

17.02.1986

Уважаемый Андрей Петрович!

Пишет Вам Речкалов Игорь. Я кончаю 10-й класс. Профессию еще точно не определил, но знаю, что она должна быть связана с вычислительной техникой. Сейчас усиленно готовлюсь к будущей моей профессии, посещаю курсы программирования в политехническом институте (ТПИ), занимаюсь также в Томском институте АСУ и радиоэлектроники (ТИАСУР) и в университете (ТГУ) на кафедре прикладной математики.

Поэтому я хотел бы посоветоваться с Вами о моей будущей специальности. Не могли бы Вы, Андрей Петрович, написать мне о перспективных направлениях в интересующей меня области. Понимаете ли, я хотел бы стать таким специалистом, чтобы мог работать практически на любом языке программирования и на любой ЭВМ, применяя свои знания в различных сферах жизни и науки, т. е. чтобы быть квалифицированным специалистом в своей области. Что Вы, Андрей Петрович, могли бы мне посоветовать? Заранее благодарен и жду Вашего ответа.

17.02.86 г.

Речкалов И. В.

P. S. Извините, Андрей Петрович, что отнял у Вас столько времени.

Рукописный текст, архив, папка 274, листы 164—165.

А. П. Ершов — И. В. Речкалову

630090 Новосибирск

Вычислительный центр

10 марта 1986 г.

636127 Томская обл. и р-н
с. Лучаново, стекольный завод
Новая, 12, кв. 6
И. В. Речкалову

Здравствуйтесь, Игорь!

Получил Ваше письмо. Я хуже знаю ТИАСУР, но точно знаю, что ТПИ и ТГУ — это самые подходящие места для получения образования по информатике. В ТГУ надо поступать, если есть склонность к теории и математике, а в ТПИ — если больше интересны вопросы по устройству ЭВМ и общей системотехнике.

Желаю успеха,
академик

А. П. Ершов

Машинописный текст, архив, папка 274, лист 159.

А. П. Ершов — В. В. Генералову, В. С. Ощепкову

28.06.1988

Советский детский фонд им. В. И. Ленина
член правления академик
Андрей Петрович Ершов

Председателю Советского райисполкома
тов. Генералову В. В.
Председателю Объединенного профсоюзного комитета
СО АН СССР
тов. Васильевскому Р. С.
Управляющему делами Президиума СО АН СССР
тов. Ощепкову В. С.

Уважаемые товарищи!

Как известно, Советский детский фонд и Министерства просвещения СССР и РСФСР обратились к Сибирскому отделению АН СССР с призывом поддержать один из важнейших социальных экспериментов перестройки — организацию семейных детских домов.

Сибирское отделение приняло скромное, но достойное решение отозваться на это обращение путем поддержки благородной инициативы сотрудника СО АН СССР Зои Владимировны Бородаевской²²⁴, которая выдвинула эту идею еще в начале 80-х годов и за истекшие годы без особой государственной поддержки воспитала, вылечила и вырастила нескольких обездоленных детей.

Решающим моментом в поддержке З. В. Бородаевской было объявленное намерение СО АН выделить для ее семьи в качестве служебной площади половину коттеджа с приусадебным участком.

К сожалению, при реализации всего плана включился в действие пресловутый механизм торможения, который совершенно непростительным образом сбросил З. В. Бородаевскую в плен заколдованных бюрократических кругов. Вот только несколько из них.

Трое детей, уже находящихся у З. В., не прикрепляются к столу заказов под предлогом того, что они проживают на служебной, а не райисполкомовской жилплощади, и тем самым не обеспечены питанием.

²²⁴ Зоя Владимировна Бородаевская — научный сотрудник ИГиГ СО АН СССР, создательница детского дома семейного типа.

Управление делами назначило З. В. ходатаем по ее собственному делу, отдав ей на руки письмо УД в УРС о продаже Сибирскому отделению минимального набора обстановки, необходимой для многодетной семьи. Начальник УРСа ходатая не принял, письмо не взял и ушел в отпуск, оставив дело без движения.

З. В. не может начать получать денежную поддержку, не взяв всех шестерых детей, которых она не может взять, так как квартира пуста, нет даже кроватей.

Наконец, делается попытка убедить З. В., что выделение дополнительной двухкомнатной квартиры, разделенной тремя этажами, и есть тот вклад в организацию жизни ее семьи, которым она должна удовлетвориться, что совершенно определенно торпедирует все дело.

Эта конкретная бездеятельность сопровождается совершенно неестественным недоверием и недоброжелательностью ряда, в том числе и должностных, лиц в отношении З. В. Бородаевской и ее мотивов к взятию *больных* детей на воспитание.

От имени правления Советского детского фонда и от себя лично призываю уважаемых товарищей к тому, чтобы набраться решимости срочно довести дело до благополучного начала. Смею заверить, что необходимый для этого ресурс душевных сил будет на порядок меньше энергии, которую нам всем придется потратить для компенсации потери того кредита доверия и ожидания, который предоставлен общественностью Академгородку в этом важном вопросе социального оздоровления нашего общества.

Академик
28 июня 1988 г.

А. П. Ершов

Машинописный текст, архив, папка 520, листы 66–68.

В июле 1987 г. А. П. Ершов был избран в Оргкомитет Советского детского фонда им. В. И. Ленина. 14 октября 1987 г. он принимал участие в работе Учредительной конференции Фонда в качестве члена Правления. Накануне, 12 октября, Андрей Петрович перечислил на счет Фонда 1000 рублей из личных средств. Андрей Петрович неоднократно обращался к председателю СО АН СССР академику В. А. Коптюгу с просьбой поддержать инициативу З. В. Бородаевской о создании детского дома семейного типа, выделении ей коттеджа на территории Академгородка. Решение состоялось в марте 1989 г., уже после кончины А. П. Ершова, когда Зоя Владимировна и шесть ее приемных детей поселились в полукоттедже на ул. Золото долинской, 32. В этой семье, всего принявшей 10 детей, с благодарностью вспоминают неоценимую помощь А. П. Ершова.

Первая поездка на конгресс ИФИП в США, 1965 год

В 1965 г. А. П. Ершов выступил на Конгрессе ИФИП с докладом, посвященным системе АЛЬФА. Американцы живо интересовались положением дел в советской вычислительной технике, после Конгресса они организовали поездку Ершова в Сан-Франциско и Лос-Анджелес, где А. П. выступал перед учеными и журналистами на различных встречах. Американские журналисты охотно и достаточно подробно комментировали выступления Андрея Петровича. Но в СССР эта поездка вызвала несколько неадекватную реакцию. Президент АН СССР М. В. Келдыш направил директору ВЦ СО АН Г. И. Марчуку гневное письмо, где обвинял Ершова во всех смертных грехах. К сожалению, нам не удалось найти этот документ в архивах СО РАН и РАН, поэтому мы приводим только письмо Ершова, в котором, отвечая по существу на выдвинутые обвинения, Ершов одновременно предлагает развивать сотрудничество с США в области вычислительной техники. Далее приводится перевод статьи американского журналиста Р. Хенкеля, которая вызвала эти претензии, а также, для полноты картины, несколько комментариев к этой поездке из американской прессы. Более полную информацию можно найти на сайте <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaindex.asp?lang=1&gid=764>.

А. П. Ершов — М. В. Келдышу

28 июля 1965

Президенту Академии наук СССР
академику М. В. Келдышу

Глубокоуважаемый Мстислав Всеволодович!

В связи с Вашим письмом № 30-1-675 от 21 июля с. г. сообщаю следующее.

Статья Роберта Хенкеля в «Электроник Ньюс» от 7 июня 1965 г. появилась в связи с моим выступлением общего характера перед периодическим семинаром Лос-Анджелесского отделения Эй-Си-Эм на тему «Вычислительные науки в Новосибирске», которое состоялось 2 июня 1965 г. в Калвер Сити — пригороде Лос-Анджелеса.

Обсуждение статьи и моего выступления следует, очевидно, вести по следующим пунктам:

- а) не произошло ли в результате моего выступления утечки какой бы то ни было существенной информации;
- б) наоборот, не представлена ли в результате моего выступления какая-либо информация о вычислительной технике в СССР в искаженном виде;
- в) в какой степени соответствует конкретное содержание и общий тон корреспонденции моему выступлению.

По п. а) я заявляю сразу, что любая конкретная информация, которую я сообщал, будь то во время моего выступления в Лос-Анджелесе или в любом другом месте во время моего пребывания в США, базировалась исключительно на материалах, опубликованных в открытой печати, а также на информации, полученной в результате посещения выставки ИНФОРГА, на которой были экспонированы некоторые советские вычислительные машины. Исключение составляет общая информация о системе комплексирования вычислительных машин, разрабатываемой в ВЦ СО АН СССР, и упоминание о серии машин УРАЛ 11-16, о чем будет сказано ниже. Однако и эта информация является не только не секретной, но даже никогда не классифицировалась как служебная или не подлежащая разглашению.

Пункты б) и в) тесно связаны друг с другом, поскольку автор корреспонденции, очевидно желая повысить кажущуюся важность и нетривиальность своей заметки, допустил ряд существенных искажений моего выступления, придав ложную многозначительность или произвольно обобщив некоторые мои высказывания.

Целью моего выступления (а также целью ряда других бесед, которые я имел в США) было, оставаясь в рамках допустимой информации, заинтересовать американских коллег в планах ВЦ СО АН СССР комплексирования вычислительных машин, для того чтобы установить контакты и получить нужную для нас информацию по таким вопросам, как логическая структура многопультовых систем удаленной связи с машинами, организация разделения времени, программное хозяйство для систем коллективного использования машин и т. д. Здесь не место обсуждать, в какой степени я преуспел в получении научной информации и насколько она содержательна — эта информация анализируется в отчете о поездке в США, — скажу только, что я получил в США 160 единиц названий всевозможных материалов по указанным вопросам, в том числе 70 единиц технических отчетов и других ротационных материалов, не предназначенных для широкой публикации.

В начале своего выступления я сообщил стандартную информацию о структуре, основных научных направлениях и главных результатах работы ВЦ СО АН СССР. Эта информация содержала обычные сведения, которые всегда сообщаются у нас иностранным гостям. Затем я коротко рассказал о наших планах построения системы разделения времени и привел ряд общих сведений о машине БЭСМ-6 по материалам проспекта, выпущенного ИТМиВТ АН СССР в начале этого года. Основное место выступления заняло короткое описание итогов разработки системы АЛЬФА. Характеризуя работу ВЦ, я упомянул о трудностях, которые мы испытываем с устаревшими ламповыми машинами и неадекватными устройствами ввода-вывода, однако я с самого начала подчеркнул частный характер моего выступления.

Рассмотрим теперь более подробно содержание статьи (абзацы занумерованы по тексту русского перевода).

Абз. 1. Я говорил о недостатке ЭВМ в СССР, однако не в таком контексте, который позволил бы эту фразу поместить в начало статьи. О «невысо-

ком качестве» машин я упоминал только в связи с обсуждением сравнительной надежности ламповых и полупроводниковых машин.

Абз. 2. «подробное описание БЭСМ-6 и УРАЛа-16» является грубым преувеличением. О БЭСМ-6 я не говорил ничего больше того, что есть в статье, а об УРАЛе-16 вообще почти ничего не упоминал (см. абз. 10). Информация о том, что я возглавляю ВЦ, лишь говорит о степени внимательности корреспондента.

Абз. 3. Я ни разу не говорил, что БЭСМ-6 всего лишь «более-менее» хорошая машина. Насчет УРАЛов (см. абз. 10).

Абз. 4—9. Более или менее правильно отражают то, что я говорил. Я только не говорил о том, будет ли наша система первой или не первой в СССР (абз. 4), и журналист не понял моего критического замечания в отношении БЭСМ-6 о том, что у нас не хватает резервов в адресе команды для возможного увеличения прямо-адресуемой оперативной памяти.

Абз. 10. После окончания выступления я, в порядке ответа на вопрос, рассказал о новых советских машинах, представленных на выставке ИНФОР-ГА: Минск 22, Наири и Раздан 3. Затем меня кто-то спросил, что я могу сказать о серии УРАЛ 11-14-16. Я сказал, что это машины среднего класса, предназначенные, в основном, для коммерческих задач с совместимым кодом команд и с длиной слова в 48 разрядов, делящимися на 6 частей по 8 разрядов, с плавающей и фиксированной арифметикой. На вопрос об УРАЛе 16 я сказал только, что это машина, вероятно, типа РАЗДАНа 3, может быть, немного побыстрее. Затем меня спросили о времени выборки памяти на УРАЛе 16. Я подчеркнул, что не знаю точно, и назвал цифру по памяти порядка 9—10 микросекунд. Откуда взялись в статье остальные цифры по УРАЛу 16, я не знаю.

Конец 10-го абз. Искусственно скомпилирован журналистом для того, чтобы подчеркнуть слабость наших позиций в отношении экономического применения машин. Например, замечание о «большом количестве проблем» я делал совсем в другом смысле, а именно подчеркивая большую широту практического применения машин. Вместо «только начинает» я хорошо помню, что сказал «уже начинает».

Абз. 11. Я говорил не о планах, а о моем личном предположении, что, вероятно, с годами в Новосибирске будет ВЦ не только для научных, но и для коммерческих вычислений.

Абз. 12 и 13. Нет замечаний.

Абз. 14. Вопрос о получении устройств ввода-вывода на следующий год опять искусственно перенесен в другой контекст. Фактически, я говорил, что мы надеемся в следующем году получить необходимый минимум внешних устройств для нашего проекта, хотя, может быть это не все то, что нам надо.

Абз. 15—16. Даже в мелочах корреспондент меняет акценты в выгодную для него сторону. Фактически я сказал так: «На двух машинах мы пропускаем порядка 300 задач в день, если только они работают столько, сколько им полагается, т. е. 16 часов в день. Это ламповые машины и они требуют тщатель-

ной ежедневной профилактики». И в шутку добавил, что слушатели, вероятно, забыли, что такое ламповые машины.

Резюме. Статья написана недобросовестным журналистом, задавшимся априорной целью, путем передергивания, принизить истинное положение с вычислительной техникой в СССР, а заодно, по-видимому, набить себе цену, придав статье вид большей достоверности за счет использования кавычек, искусственного раздувания веса и авторитета выступавшего и приписывания ему даже того, чего он не говорил (например, некоторые цифры по УРАЛУ).

Я полагаю, что причиной Вашего письма с просьбой срочно дать объяснения по поводу данной корреспонденции является Ваша забота о том, чтобы научные контакты с США в области производства и использования вычислительных машин развивались бы в нужном для СССР направлении. В связи с этим я позволю себе сделать несколько общих замечаний, связанных с этой важной проблемой.

За последние годы имеет место совершенно очевидное стремление американской стороны представить СССР как «интересного» партнера в вопросах вычислительной техники. Эта тенденция мне кажется не случайной и является по-видимому лишь составной частью более широкой и активной деятельности, направленной на компрометацию СССР в целом. Носителями этой политики являются, прежде всего, Госдепартамент США и другие организации, стоящие за ним. Эта позиция, насколько я могу судить, поддерживается крупными и бюрократившимися компаниями, находящимися в отношении прогресса вычислительной техники, так сказать, на полном самообеспечении, — прежде всего ИБМ, Си-Ди-Си и т. п. В то же время эта позиция, безусловно, не разделяется большим количеством академических и университетских ученых, в том числе и очень влиятельных, а также большим количеством более мелких компаний, прежде всего по производству программного хозяйства. Это различие позиций, которое может объяснить некоторые противоречия в американской политике в отношении вычислительной техники, можно и необходимо тщательно учитывать и использовать (в частности, именно это различие сделало в конце концов возможной поездку советской делегации на Конгресс ИФИП). Рассматриваемая статья из «Электроник Ньюс» является лишь частным, но характерным примером выполнения «социального заказа» хозяев, делающих политику.

Мне кажется, что наша позиция перед лицом этого давления является недостаточно активной, оборонительной, недостаточно скоординированной и, скорее, основывающейся на импровизациях, нежели на четкой программе действий.

Прежде всего нам необходимо решить, что для нас более важно — поддавание этому давлению и поощрение традиционной американской черты выдавать желаемое за действительное с целью дезинформации или, наоборот, — активная и планомерная пропаганда наших достижений и возможностей. Мне кажется, что у нас нет еще единодушного решения этой дилеммы.

Мое личное мнение состоит в том, что мы не можем позволить себе роскошь идти по первому пути. Во-первых, уровень и темпы нашего отставания от США в отношении вычислительной техники не позволяют нам «во всем обходиться своими силами» и по всем аспектам этой отрасли заново проходить все пути от идеи до внедрения. У нас еще слишком много изобретателей велосипедов, которые только замедляют темпы движения. Мы по-настоящему нуждаемся в потоке информации из США, причем не столько идейной, сколько детальной технической информации, которая может быть немедленно пущена в оборот. Во-вторых, пассивная позиция умалчивания является очень неблагоприятной по отношению к третьим странам. Контакты с рядом представителей из Польши, Чехословакии и Венгрии, которые имели место за последние годы в ВЦ СО АН, показывают, что даже наши друзья, не располагая четкой и обнадеживающей информацией о наших достижениях и планах, обращают свои взоры на Запад тогда, когда этого вполне можно было бы избежать.

Мои предложения сводятся к следующему:

1. Нам необходимо тщательно продумать и реализовать четкую, скоординированную и целеустремленную пропаганду наших достижений и предвидимой перспективы в отношении производства и применения вычислительной техники в народном хозяйстве.

2. Эта программа должна быть разработана не просто в виде некоторых стратегических рекомендаций и наполнена конкретным содержанием с соответствующей дозировкой информации для каждого отдельного более или менее серьезного слета в научных контактах с США. Лица, участвующие в мероприятиях, должны хорошо инструктироваться и располагать определенной свободой действий в рамках этой программы. В этом отношении подготовка советской делегации на конгресс ИФИП оставляла желать лучшего. Мы увлеклись обсуждением дипломатической и политической стороной событий, но очень мало говорили об информационной стороне вопроса, в результате чего, я считаю, мы не использовали всех возможностей, которые предоставились этой поездкой.

3. Нам необходимо занимать более гибкую позицию в отношении использования любой возможности посылать советских специалистов в США для получения необходимой информации. Нужно обращать особое внимание на новую компоненту американской вычислительной техники — компании по программированию, т. к. именно в них сейчас происходит очень важное объединение новых научных идей в области использования машин с коммерческим и деловым подходом к организации промышленного производства и внедрения.

4. Наконец, нам необходимо занимать особенно активную позицию во всех акциях, связанных с участием третьих стран. Невозможно переоценить степень важности участия советских представителей во всех международных предприятиях. Органы ИФИП должны быть пропитаны нашими представителями, которые могли бы проводить активную деятельность, сдерживаю-

щую американский экспансионизм. Мы всегда имеем блестящую возможность использовать традиционный психологический антиамериканизм, бытующий, в особенности, среди европейских ученых. Мы должны быть активными партнерами в акциях Международного вычислительного центра в Риме, который начинает играть заметную научную роль для развивающихся стран. Я пользуюсь случаем, чтобы послать Вам проспект-приглашение на один очень интересный Симпозиум, организуемый этим центром, в надежде, что может хотя бы Ваш личный интерес к вопросам, там обсуждаемым, сможет содействовать тому, что хотя бы кто-нибудь из СССР сможет присутствовать на этом Симпозиуме. По обычным каналам практически невозможно было бы добиться в оставшийся срок решения об участии в нем.

Я прошу прощения за затянувшиеся объяснения, однако, во-первых, мне хотелось бы, чтобы возможные недоразумения не нанесли бы ущерба делу, а, во-вторых, явно неблагоприятное положение с международными связями по вычислительной технике заставили меня использовать этот повод для того, чтобы высказать Вам сделанные выше замечания.

С уважением А. П. Ершов, заведующий отделом Вычислительного Центра СО АН СССР

Рукописный и машинописный текст, архив, папка 99, листы 98 – 116.

Советский эксперт о советских машинах: недостаточно и не очень хорошие*

Р. Хенкель,
служба новостей Фэйрчайльд

Калвер Сити, Калифорния — Русские пользователи компьютеров испытывают трудности от «недостатка компьютеров» и от того, что «имеющиеся машины недостаточно хороши», признал здесь на прошлой неделе ведущий советский программист. Однако он немедленно добавил, что эта ситуация «несколько изменилась за последний год», после того, как было введено в эксплуатацию несколько новых вычислительных машин.

О двух из них, БЭСМ 6 и УРАЛ 16, довольно подробно рассказывалось на семинаре Лос-Анджелесского отделения Эй-Си-Эм и в беседе после него.

Перед полным залом выступал Андрей Петрович Ершов, глава отдела программирования Вычислительного центра Сибирского отделения Академии наук СССР в Новосибирске.

* Electronic News, June 7, 1965. Английский текст см. на сайте <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaimage.asp?lang=1&did=26958&fileid=159419>.
Перевод Т. М. Бульонковой.

Профессор Ершов, которого иногда называют «Мистер Автоматическое программирование Советского Союза», заметил после своего доклада, что в СССР есть одна «достаточно хорошая» ЭВМ, это БЭСМ 6. Он также упомянул новую линию ЭВМ среднего класса Урал-11, 14 и 16, а также новую небольшую вычислительную машину, которая только запускается в производство.

Новая вычислительная техника. В советском Вычислительном центре планируется разработка системы разделения времени, которая будет работать на новой вычислительной технике, — сказал Ершов на семинаре Эй-Си-Эм. Предполагается, что эта первая русская система подобного типа будет использовать БЭСМ 6, установку которой планируется начать следующей весной.

На вопрос Электроник Ньюс о том, когда же система разделения времени начнет работать, советский ученый ответил, что «ожидается, что она будет широко и повсеместно использоваться с 1970 года». Система будет включать и удаленные терминалы с доступом к машине по телефонным линиям «откуда угодно в СССР».

«БЭСМ 6 обладает оперативной памятью объемом 16000 — 32000 слов со временем обращения 2 микросекунды», — сказал профессор Ершов. — «Внешняя память на барабанах и магнитных лентах может включать до 16 таких устройств».

«Высокая степень параллелизма позволит БЭСМ 6 выполнять в среднем 1 млн команд в секунду», — рассказал он. Длина слова — 48 разрядов, в каждом слове две команды, причем, «к сожалению», лишь первая будет адресуемой.

Индивидуальные терминалы. Отвечая на вопросы после семинара, Ершов оценил стоимость БЭСМ 6 примерно в 3 миллиона рублей.

Система разделения времени в общем случае требует 100 медленных каналов для индивидуальных терминалов типа телетайпа и 20 быстрых телефонных линий для связи с удаленными терминалами в других городах или учреждениях.

Описывая ЭВМ Урал-16, профессор Ершов сказал, что в этой машине реализуется арифметика как с фиксированной, так и с плавающей запятой; 48-разрядные слова («которые можно будет делить на несколько частей»); быстрое действие 50 000 операций в секунду; оперативная память от 8000 до 64000 слов; время обращения к памяти 9 микросекунд; память на барабанах объемом 130 000 слов.

По его словам, в СССР «растет потребность» в обработке коммерческих данных. «У нас есть несколько новых учреждений», работающих в этом направлении, но имеется «множество проблем с применением ЭВМ на практике, в торговле и промышленности», — сказал Ершов. СССР «только начина-

ет» внедрять вычислительные машины на заводы, где они используются для бухгалтерии, планирования, учета оборудования и инвентаря, — сказал он.

Производственный вычислительный центр. Ершов рассказал, что в Новосибирске планируется создать производственный вычислительный центр для промышленных предприятий области.

По словам докладчика, «экономическая проблема в области использования вычислительных машин для промышленности и торговли, которую нам предстоит решить, заключается в том, идти ли по пути создания больших мощных вычислительных центров, связь с которыми осуществляется через терминалы, или же устанавливать небольшие машины на самих заводах».

Ершов считает, что самой важной областью применения ЭВМ в промышленности и торговле Советского Союза является экономическое планирование.

На вопрос о том, что именно в компьютерной индустрии США произвело наибольшее впечатление во время его первого визита, Ершов ответил: «объем памяти».

«Самым большим впечатлением» на Конгрессе ИФИП в Нью-Йорке для него стало «разнообразие устройств ввода-вывода».

Он сказал: «Наша проблема заключается не в электронике, а в хороших устройствах ввода-вывода», добавив, что советская промышленность слишком поздно признала важность оборудования для ввода-вывода информации. Он сказал, что необходимое оборудование должно появиться в следующем году, хотя качество и не будет «особенно высоким».

По его словам, в Вычислительном центре в Новосибирске работают 350 человек. У них есть две «довольно старые» ламповые ЭВМ М-20 (с оперативной памятью объемом 4000 слов и средней скоростью 20000 операций в секунду) и одна машина среднего размера Минск-2, «единственная полупроводниковая машина на ВЦ».

На ВЦ пропускается в среднем 300 задач в день на двух машинах, «если они работают». «У нас множество проблем с нашими ламповыми ЭВМ», — добавил он, заметив, что американские слушатели уже забыли о проблемах с вычислительными машинами на лампах. Эти две машины работают по 16 часов в сутки.

Июньское собрание < Отделения АСМ >

Тема:	ПРОГРАММИРУЮЩИЕ ПРОГРАММЫ
Докладчик:	Проф. Андрей Петрович Ершов, заведующий отделом программирования, Вычислительный центр Сибирского отделения АН СССР, Новосибирск, СССР
Дата:	2 июня 1965 года.
Время:	Час общения – 6:30 Ужин – 7:30
Место:	Загородный клуб Фокс Хиллз 5800 Вест Слоусон Авеню Калвер Сити, Калифорния
Стоимость:	4\$ для членов Эй-Си-Эм 4.25\$ для нечленов (включая налог и чаевые)

Мы в высшей степени рады объявить, что профессор Ершов, Мистер Автоматическое Программирование Советского Союза, выступит с докладом на нашем июньском собрании. Аннотация его выступления не поступила к моменту сдачи бюллетеня в печать, однако мы получили телеграмму, подтверждающую, что он принял наше приглашение.

О содержании доклада можно догадаться, исходя из статей и научных интересов Ершова. Он автор многих статей и книг по теме автоматического программирования; две его книги переведены на английский язык: «Программирующая программа для БЭСМ» вышла в 1959 году, а книга «Входной язык для систем автоматического программирования» была опубликована одновременно на русском и английском языках в 1963 году. Это Входной язык АЛЬФА-транслятора, разработанного Ершовым для ЭВМ М-20.

Профессор Ершов прибудет в США на Конгресс IFIP, в рамках которого он был организатором симпозиума «Формальные аспекты языков программирования». Ершов участвовал также в подготовке сессии «Взаимодействие человека с ЭВМ: диалоговое программирование». Он является членом рабочей группы IFIP по языкам программирования.

До того, как его пригласили возглавить отдел программирования в Новосибирском Академгородке, Ершов занимался исследованиями в области программирования в Вычислительном центре Академии Наук в Москве. Профессор Ершов говорит на очень хорошем английском языке.

Организация поездок советских ученых в США (и наоборот) всегда связана с некоторой неопределенностью. В случае, если профессор Ершов не

Это сообщение о предстоящем выступлении А. П. Ершова на собрании Отделения АСМ в Лос-Анджелесе опубликовано в бюллетене Data-Link, Vol. IX, No 10.

См. английский текст на сайте

<http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaimage.asp?lang=1&did=12162&fileid=122913>.

Перевод Т. М. Бульонковой.

сможет присутствовать на нашем июньском собрании, его заменит доктор Х. Р. Дж. Грош, этот *bon vivant* вычислительного дела, недавно присоединившийся к группе GE TEMPO в Санта-Барбаре после нескольких лет, проведенных в Европе, который выступит с сообщением об исследованиях в области ЭВМ в Европе.

Комментарии к выступлению
профессора Андрея Петровича Ершова,
руководителя отдела программирования
в Вычислительном центре
Сибирского отделения АН СССР, Новосибирск

Подход к разработке программного обеспечения в ВЦ СО АН: первоначально была ориентация на разработку программ с узкоспециальными, сложными языками. Теперь первоочередной заботой стало повышение производительности труда ученых. Большое внимание уделяется работе с Алголом-70. Имеется Альфа-транслятор, который использует промежуточный язык между исходным и объектным кодами. Разработан универсальный алгоритм трансляции. На его основе разрабатываются упрощенные алгоритмы для работы с конкретными типами программ. В процессе разработки новая языковая система — Алгэк (Алгол-экономический). Ершов считает, что он не столь усложнен, как NPL, и проще в реализации. Существует и специальный язык для гражданского строительства.

Планы в области программного обеспечения: первоочередной задачей является создание языка для работы с нечисленной информацией. Эта задача включает в себя три этапа: 1) разработка языка для описания программного обеспечения. Цель — сокращение времени разработки программ; 2) система программирования для аналитических вычислений и преобразований; 3) работа с естественными языками.

Самая важная задача: средства решения дифференциальных уравнений. Курантовский институт в Нью-Йорке — неоценимая помощь в сложных деталях.

Наиболее важная область применения в настоящее время: экономика.

Вычислительная техника: в Вычислительном центре работают две ламповых машины с объемом памяти 4 000 слов. Новейшая советская машина, БЭСМ-6, будет установлена следующей весной. Будет добавлена память;

Комментарии к выступлению А. П. Ершова на собрании Лос-Анджелесского Отделения Эй-Си-Эм опубликованы в бюллетене Computing newslines, Vol. II, Iss. 11, June 2, 1965. Английский текст см. на сайте <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaimage.asp?did=12184&fileid=122924>.
Перевод Т. М. Бульонковой.

операционная система разделения времени будет запущена к 1970 году. ЭВМ БЭСМ-6 — одноадресная с 48-разрядным словом. В одном слове хранятся два адреса. Память от 16 000 до 32 000 слов. Время обращения 2 микросекунды.

Работа Вычислительного центра: 1500 человек в год пользуются его услугами. Организация обслуживания — внешний доступ через профессиональных операторов. 500 человек пропускают свои задачи как минимум раз в неделю. Полезное время работы — в среднем 16 часов в день. Время обращения — задача готова на следующее утро. На двух компьютерах в день совершается 300 прогонов программ.

Основные проблемы: недостаточно компьютеров; имеющиеся компьютеры недостаточно хороши. Проблемы с разработкой устройств ввода-вывода. Нет традиций, поэтому СССР пришлось начинать с нуля, кроме того, они запоздали. Первые пользователи занимались обычными научными расчетами, и потребность в специальных устройствах ввода-вывода не ощущалась.

Наиболее впечатляющая черта американских компьютеров: объем памяти.

Комментарии к визиту в Стэнфордский университет: Ершов считает, что у них общие проблемы. Надеется на продолжение и расширение контактов. Особое впечатление произвела команда профессора Форсайта, ЭВМ PDP-6, работающая в реальном времени, и язык LISP, созданный профессором Дж. Маккарти.

Впечатление от профессора Ершова: он победитель. В аудитории не оказалось ни одного человека, который не был бы рад знакомству с ним. Мы даже смеялись над одними и теми же аспектами программирования; например, он написал программу, которую назвал «сборщик мусора». Остается только сожалеть о том, что более частые и свободные контакты невозможны.

Русский

И. С. Бенгельсдорф

Независимо от того, кто лидирует в так называемой «космической гонке» — США или СССР, — ни та, ни другая страна не смогли бы работать в космосе без электронных вычислительных машин (ЭВМ).

Но именно в вычислительной технике США намного опередил СССР. Первая ЭВМ была разработана в США, и в настоящее время американские машины быстрее, функциональнее и «умнее», чем их советские аналоги.

Статья напечатана в Los Angeles Times, 8.06.1965. Английский текст см. на сайте <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaimage.asp?lang=1&did=12181&fileid=122941>. Перевод Т. М. Бульонковой.

Но нельзя сложа руки любоваться собственным превосходством. Советская вычислительная техника улучшается, к тому же в СССР есть первоклассные математики и инженеры, которые прекрасно работают с тем, что имеется в их распоряжении.

Андрей Ершов, один из ведущих советских программистов, на прошлой неделе впервые посетил США. Он выступил с докладами на Конгрессе Международной федерации по обработке информации (ИФИП) в Нью-Йорке.

После Конгресса Ершов отправился в Калифорнию, где он посетил вычислительные центры в Стэнфордском университете и Калифорнийском технологическом институте, кроме того, он выступал на собрании Лос-Анджелесского отделения Эй-Си-Эм.

Академик Ершов — глава отдела программирования в Вычислительном центре Сибирского отделения Академии наук СССР. В этом центре работают 350 ученых-программистов и инженеров.

Сибирское отделение располагается в лесу, на берегу реки Обь, вблизи крупного сибирского города Новосибирска, и за шесть лет своего существования превратилось в огромное научное учреждение, где работает 25 000 человек, посвятивших себя фундаментальной и прикладной науке.

Ласково называемое своими обитателями Академгородком, Сибирское отделение насчитывает в своем составе 15 крупных научно-исследовательских институтов и университет, в котором учится 3000 студентов, ориентированных исключительно на науку.

Близлежащий Новосибирск, на пороге века бывший лишь захолустной деревней-станцией на Транссибирской магистрали, превратился в крупный промышленный и технологический комплекс с населением 1,2 миллиона человек.

Результатом пяти лет напряженной работы для Ершова и его коллег стала разработка нового языка, названного АЛЬФА, который облегчает взаимодействие с компьютером. Развитие новых технологий для общения человека с компьютером является приоритетным как в СССР, так и в США.

Практически все компьютеры, имеющиеся в распоряжении Ершова и его команды, работают на вакуумных лампах — этот тип машин уже вышел из употребления в США. Следующей весной русские планируют установку БЭСМ-6, большого транзисторного компьютера с объемом оперативной памяти в 16 000—32 000 слов, в то время как обычный крупный компьютер в США имеет 64 000 слов памяти.

На академика Ершова особенно большое впечатление произвели общеобразовательные и биологические опыты, которые проводятся в вычислительных центрах Стэнфорда и Калтеха.

Он отметил, что в СССР, как и в США, не затухают споры о том, нужен ли один большой компьютер, пользоваться которым будет множество сотрудников заводов, лабораторий и учреждений, либо же нужно множество небольших машин, по одной на учреждение, завод или лабораторию.

Ершов заявил: «По моему мнению, одним из наиболее важных направлений использования компьютеров в СССР будет экономическое планирование». До настоящего момента использование компьютеров СССР ограничивалось решением научных и технических задач. Русские только начинают использовать компьютеры для обработки экономических данных — счетов, платежных ведомостей, описей и т. п.

Академик Ершов покорила аудиторию своим юмором и живым остроумием. На вопрос из зала: «Если ли у вас трудности с расчетом орбитальных траекторий из-за малого объема памяти в ваших машинах?» Ершов ответил: «Я не знаю», и затем с улыбкой добавил: «Но наши космические зонды летают».

Когда в 10:45 доктор Пол Армер из корпорации RAND Corp. сказал аудитории: «Я обещал доктору Ершову, что заберу его отсюда в 10 часов», Ершов немедленно возразил: «Да, в 10, но по гавайскому времени».

Новогодний вечер

10.1.78

Нынче, после большого перерыва, мы с женой отправились на новогодний вечер ВЦ. Я чувствовал себя порядком поотставшим от жизни, о ТБК знал только по рассказам дочери, как о шибко молодежном месте с *дискотекой* весьма специфического вкуса, и в общем-то решил предложить это мероприятие своей супруге только из чувства солидарности с титаническими усилиями Люды Змиевской и ее соратников.

Настойчивость Александра Федоровича Рара, пытавшегося уговорить меня председательствовать на питевой части вечера, только усугубила мое желание ограничиться ролью наблюдателя.

К счастью, моя установка быстро растаяла, как снег на солнце.

Во-первых, собралась хорошая компания. Появилось много новых и свежих лиц, для того чтобы разжечь мое любопытство и неустанно выяснять — «А это кто?». В то же время было достаточно старых друзей, чтобы не чувствовать себя потерянным.

Во-вторых, ТБК оказалось очень подходящим местом. Диск-жокеем был Сережа Косарев, мой старый знакомый, усердно навещавший меня после каждой очередной заграничной командировки, интересуясь привезенными дисками. Он принял меня как почетного гостя и провел в свои владения. Я слышал разные мнения о музыке, но мне лично она понравилась вполне.

Наша нестигаемая артистическая команда конструктивно восприняла прошлогоднюю критику, сохранив упор на актуальную тематику. «Кабачок 13 стульев» сначала немного утратил темы, но потом действие раскрутилось на полную катушку. Танцы и песни были не хуже, чем по телевизору, а «пани Моника» и «пан Профессор» были просто великолепны. Бармен умело совмещал доставку пива с динамической починкой звукоаппаратуры.

Музыка, вино, улыбки, свет и шум — все делало свое славное дело, и я почувствовал себя снова на коне.

Я выиграл «Шампанское» за лучший тост, разделил приз за вальс с Машенькой Легостаевой и перетанцевал с лучшими женщинами Вычислительного центра и не преуспел — увы! — лишь в одном — раздобыть чая для жены.

Чай мы пили дома в самом лучезарном настроении, предаваясь радостным воспоминаниям о встрече с милыми и симпатичными людьми.

СПАСИБО!

А. П. Ершов

Рукописный текст, архив, папка 252, листы 597–599.

Рекомендация

Андрей Петрович Ершов, 1931 года рождения, русский, беспартийный, окончил Московский университет в 1954 году. Работает в Вычислительном центре Академии наук с момента его организации. С октября 1957 года является начальником отдела автоматизации программирования.

С 1955 года А. П. Ершов читает в Московском государственном университете лекции по программированию на электронные вычислительные машины.

А. П. Ершов работает в области автоматизации программирования. Им создана программирующая программа для машины БЭСМ. Результаты этой работы опубликованы в книге «Программирующая программа для быстродействующей электронной счетной машины». Всего А. П. Ершов выполнил 11 научных работ. Он участвовал в работе пяти конференций и съездов.

В 1958 году А. П. Ершов был дважды командирован за границу: в Венгерскую Народную Республику и в Англию. О результатах этих поездок он докладывал в Вычислительном Центре АН.

А. П. Ершов возглавляет в ВЦ АН производственный сектор месткома.

Андрей Петрович Ершов является одним из ведущих научных работников в области автоматизации программирования. Чтение лекций и участие в конференциях позволяет ему передавать свои знания широкому кругу научных работников и студентов.

Рекомендую Андрея Петровича Ершова для командировки в Соединенные Штаты Америки.

Член КПСС с 1956 г.
Партбилет № 07308104

Ю. Д. Шмыглевский

Рукописный текст, вверху слева от руки дата 1959 г., архив, папка 448, листы 248–249.

Характеристика

зав. отделом программирования Института математики
Сибирского отделения Академии наук СССР
ЕРШОВА Андрея Петровича

Ершов Андрей Петрович, 1931 года рождения, беспартийный, русский, из служащих, в 1954 году окончил Московский государственный университет, а в 1957 году — аспирантуру по кафедре вычислительной математики МГУ.

Работая старшим инженером Вычислительного центра Академии наук, с лета 1957 года принимал активное участие в организации и работе Отдела Программирования Института математики Сибирского отделения АН СССР. С марта 1959 года перешел на постоянную работу в Институт математики СО АН СССР в должности заведующего Отделом Программирования.

В 1958 году Академией наук СССР был командирован в Венгрию и Англию /в Англии выступал с докладом на Международном симпозиуме по вопросам механизации процессов мышления/.

Является автором 11 печатных работ и 4 работы сданы в печать. Книга «Программирующая программа для БЭСМ» переведена на английский и китайский языки. Выступал на пяти Всесоюзных конференциях и съездах с докладами.

А. П. Ершов ведет активную работу в области автоматического программирования и теории алгоритмов. Руководит семинаром при Институте математики по теории алгоритмов и программированию.

В настоящее время А. П. Ершовым представлена к защите кандидатская диссертация.

Дирекция, партийная организация и Местный комитет рекомендуют тов. Ершова А. П. для поездки в командировку в Англию.

Характеристика на А. П. Ершова утверждена на заседании партийного бюро Института математики 20 февраля 1961 г.

Директор Института математики
с Вычислительным центром СО АН СССР
академик

С. Л. Соболев

Секретарь парторганизации
член-корреспондент
Председатель Месткома

Д. В. Ширков

П. З. Чеботаев

Характеристика согласована с секретарем парткома Сибирского отделения АН СССР тов. Мигиренко Г. С. 10 мая 1961 г.

СОГЛАСОВАНО:

Секретарь Новосибирского
Обкома КПСС
27 июля 1961 г.

М. С. Алферов

Характеристика

заведующего отделом Вычислительного центра СО АН СССР
члена-корреспондента АН СССР
ЕРШОВА Андрея Петровича
1931 года рождения, русского,
беспартийного, образование высшее

А. П. Ершов работает в Сибирском отделении АН СССР с 1959 г., сначала в Институте математики, а с 1964 г. в Вычислительном центре заведующим отдела программирования, а с апреля 1971 г. — отдела информатики. В январе 1962 г. защитил кандидатскую диссертацию, в мае 1967 г. — докторскую, в 1970 г. А. П. Ершов был избран членом-корреспондентом АН СССР и утвержден в звании профессора.

С 1957 г. А. П. Ершов принимал активное участие в создании Вычислительного центра СО АН СССР, за что в апреле 1967 г. был награжден орденом Трудового Красного Знамени, а в октябре 1975 г. был награжден вторым орденом Трудового Красного Знамени.

А. П. Ершов создал квалифицированный коллектив научных работников, который под его руководством и при непосредственном участии ведет крупные научные исследования в области программирования. А. П. Ершову принадлежит более двухсот научных работ. Он является одним из ведущих ученых Советского Союза в области автоматического программирования, ведет большую преподавательскую работу в Новосибирском государственном университете.

А. П. Ершов пользуется большим авторитетом у коллектива, ведет активную общественную жизнь. По итогам 10-й пятилетки в мае 1981 г. награжден орденом Знак Почета.

А. П. Ершов политически зрел, морально устойчив, в быту скромн.
Характеристика выдана для военкомата.

Директор ВЦ СО АН СССР
чл.-корр. АН СССР
Секретарь партбюро
д. ф.-м. н.
Председатель месткома
к. ф.-м. н.

А. С. Алексеев

В. П. Кочергин

В. С. Сынах

Заявление

В партийное бюро НПО «Информатика»
от академика А. П. Ершова

Уважаемые товарищи!

21 января с. г. на открытом партийном собрании Объединения я выступил с критикой ошибочных, по моему мнению, действий секретаря партбюро тов. Б. А. Каргина при осуществлении функций партийного участия в решении важного вопроса по зарубежным командировкам, что впоследствии нанесло ущерб делу. Суть моей критики состояла в том, что тов. Каргин при докладе по обсуждаемому вопросу на выездной комиссии РК КПСС подменил коллективное мнение дирекции, профсоюза и партбюро своим собственным и не сообщил об отрицательном решении заинтересованным лицам, в результате чего была утрачена возможность своевременного и более подробного обсуждения вопроса в дальнейшем.

В своем заключительном слове на собрании тов. Каргин не ответил на критику по существу, а лишь подтвердил, что поступил в этом деле так, как считал нужным. Вместо этого он изложил свое личное мнение по выездному делу, при этом в форме, задевающей репутацию и достоинство людей, которых это касается.

Моя позиция в этом деле состоит в том, что:

- 1) решение об отказе в командировании двух сотрудников ВЦ на важное для них и для меня научное мероприятие было ошибкой;
- 2) подмена позиции института при обсуждении вопроса о командировании в РК КПСС личной позицией секретаря партбюро была ошибкой;
- 3) согласие с последующим негласным рассмотрением этого вопроса было ошибкой;
- 4) аргументы, обосновывающие личную позицию секретаря по этому вопросу, были ошибочными.

Секретарь партбюро, Борис Александрович Каргин, считает иначе. Один из нас, по-видимому, не прав.

Мне кажется, что подобное столкновение позиций по такому важному вопросу, затрагивающему принципы партийного руководства, а также репутацию людей, не может оставаться на уровне различия в личных мнениях. Прошу, в связи с этим, партбюро на своем открытом заседании обсудить и определить свою позицию по существу вопросов, затронутых в этом заявлении.

А. Ершов

25 января 1988 г.

А. П. Ершов, А. В. Замулин
(Из отчета о результатах командировки в Данию, 1987)

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Международный семинар по смешанным вычислениям был исключительно содержательным, в нем приняли участие представители практически всех групп, занимающихся частичными и смешанными вычислениями в Западной Европе, СССР, Японии и США. Были также представлены специалисты, интересующиеся данной проблемой с известной долей скептицизма.

2. Семинар показал, что смешанные вычисления — новое бурно развивающееся направление исследований, от которого уже в ближайшие годы можно ожидать значительный практический эффект при реализации новых языков программирования и создании современных программных систем.

3. Советская наука была представлена довольно полно и разнообразно, доклады советских ученых вызвали большой интерес и активную реакцию слушателей и значительно укрепили авторитет советской науки. Это позволило обсудить в кулуарах семинара ряд интересных и пока нерешенных проблем. Особо ценно, что список таких «жгучих» проблем был составлен и обсужден во время проведения семинара.

4. В то же время следует отметить, что фронт исследований и экспериментальных разработок зарубежных ученых в целом значительно превышает фронт исследований советских ученых. Поэтому есть опасность отставания в будущем советских ученых по данному научному направлению.

5. Авторитету СССР нанесло существенный ущерб отсутствие ряда докладчиков (Иткина, Бульонкова), являющихся известными в мире специалистами в рассматриваемой области исследований.

6. Зарубежные ученые проявляют большой интерес к установлению прямых научных контактов с учеными СССР и сотрудничеству с нами по обмену как теоретическими, так и программными продуктами.

7. Семинар показал, что целесообразно форсировать в СССР исследования и экспериментальные работы в области создания эффективных смешанных вычислений, в первую очередь для императивных языков программирования, где к настоящему времени приоритет советских ученых более заметный. Следует развивать также исследования по созданию эффективных смешанных вычислителей для нового поколения языков программирования (логических, функциональных), где в настоящее время имеется отставание советских ученых. Необходимо провести фундаментальные исследования в области смешанных вычислений с целью более глубокого понимания их сущности и перспективы.

8. Целесообразно заключить соглашение между институтами АН СССР (ВЦ СО АН, ИПМ и др.) с одной стороны и Датским техническим универси-

тетом и Копенгагенским университетом с другой стороны о взаимном сотрудничестве в области смешанных вычислений.

9. Необходимо установить такой порядок командирования советских ученых за рубеж, который обеспечивал бы присутствие на международных конференциях всех авторов принятых докладов.

Машинописный текст, архив, папка 338, листы 340 – 341.

Пятидесятилетие А. П. Ершова*

* * *

ДОРОГОЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ КОЛЛЕКТИВ РАЗРАБОТЧИКОВ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «ЭЛЬБРУС» ХОРОШО ЗНАЕТ И ВЫСОКО ЦЕНИТ ВАШ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МЫ ПОЗДРАВЛЯЕМ ВАС СО СЛАВНЫМ ЮБИЛЕЕМ ЖЕЛАЕМ ЧТОБЫ ВЫ КАК И СЕГОДНЯ БЫЛИ БЫ ДОБРЫМ ОТЗЫВЧИВЫМ И ЖИЗНЕРАДОСТНЫМ НАМ ОЧЕНЬ ХОТЕЛОСЬ БЫ ВИДЕТЬ ВАС ПРИ УДВОЕНИИ ЭТОЙ ДАТЫ ПОЗДРАВЛЯЕМ С НОВЫМИ ВЫДАЮЩИМИСЯ ДОСТИЖЕНИЯМИ, КОТОРЫЕ ВАМ ЕЩЕ ПРЕДСТОИТ ВЫПОЛНИТЬ МОТОК НОВИКОВ БАБАЯН

Наш родной ИТМ, головная организация по Эльбрусу, переживает сейчас, как в Ливане, трагический раскол, на полюсах которого Бабаян – зам. главного конструктора по математическому обеспечению и Бурцев – главный конструктор и директор института. Этот раскол ощущается и в том, что я получил две телеграммы и в различных интонациях²²⁵

* * *

ГЛУБОКОУВАЖАЕМЫЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ КОЛЛЕКТИВ ИНСТИТУТА СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВЛЯЕТ ВАС С 50-ЛЕТИЕМ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ И ЖЕЛАЕТ ДАЛЬНЕЙШИХ ТВОРЧЕСКИХ УСПЕХОВ МОТОК БУРЦЕВ

* Здесь собраны далеко не все поздравления, полученные Ершовым к 50-летию. Полностью они представлены в Электронном архиве А. П. Ершова на сайте <http://ershov.iis.nsk.su/>. Архив, папка 197.

²²⁵ Здесь и далее курсивом выделены комментарии А. П. Ершова к поздравительным письмам и телеграммам. Эти комментарии предназначались его родным и близким.

* * *

Дорогой Андрей Петрович!

В день Вашего пятидесятилетия Вас горячо приветствует коллектив Новосибирского филиала ИТМиВТ АН СССР, одним из основателей которого Вы являетесь.

Новосибирский филиал ИТМиВТ есть плод Ваших долголетних усилий по созданию в Сибири специализированной программистской организации, способной решать важные народно-хозяйственные и научные задачи. Эти усилия, правильно понятые и поддержанные руководством Сибирского отделения АН СССР и Минрадиопрома, привели вначале к созданию КБ СП, а затем и нашего Института. Теперь Новосибирский филиал ИТМиВТ по числу системных программистов уступает лишь Институту кибернетики АН УССР и НИЦЭВТУ.

Успешное завершение Государственных испытаний первой очереди системного программного обеспечения МВК «Эльбрус-1» — первое и не последнее свидетельство правильности Ваших взглядов на развитие программирования в Сибири.

Будучи одним из признанных специалистов в программировании, одним из тех, кто направляет ход развития всей советской программистской науки, Вы приложили много сил для повышения научного уровня разработок нашего Института. Успешная защита четырех кандидатских диссертаций в течение последнего времени подтверждает, что этот труд не пропал даром.

Мы от всей души поздравляем Вас с юбилеем, желаем Вам здоровья, успехов и дальнейшего плодотворного сотрудничества.

Директор	Г. Д. Чинин
Секретарь партбюро	В. Н. Киселев
Председатель профкома	Б. Г. Чеблаков

Это все говорит само за себя

* * *

Полвека, юбилей... Немало лет прошло,
И вот теперь от моря и до моря
На свой продукт кладя последний шов,
Системный программист не знает горя,
Сшивая то, что раскроил Ершов.
И отмечая, как нам хорошо,
Что все мы суть его учениками,
Мы разольем сей юбилейный штоф
И выпьем, не жонглируя словами,
За то, что впереди у нас Ершов!

Это коллективный труд тех, кто пришел к нам на званый ужин 18 апреля

* * *

КОЛЛЕКТИВ ОРДЕНА ЛЕНИНА ИНСТИТУТА КИБЕРНЕТИКИ АН УССР
СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВЛЯЕТ ВАС С 50-ЛЕТИЕМ.

ВАШ ВКЛАД В ОТЕЧЕСТВЕННУЮ НАУКУ НЕОЦЕНИМ. ВЫ ЯВЛЯЕТЕСЬ ПИОНЕРОМ В ТЕОРЕТИЧЕСКОМ И ПРИКЛАДНОМ ПРОГРАММИРОВАНИИ, ПРОКЛАДЫВАЮЩИМ ПУТЬ МНОГИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ И РАЗРАБОТКАМ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ. ВАШИ НАУЧНЫЕ РАБОТЫ СОСТАВЛЯЮТ ЗОЛОТОЙ ФОНД БИБЛИОТЕКИ ПРОГРАММИСТОВ И ЯВЛЯЮТСЯ ДЛЯ НИХ НАСТОЛЬНЫМИ КНИГАМИ.

ВЕЛИК ВАШ ВКЛАД В УКРЕПЛЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО АВТОРИТЕТА СОВЕТСКОЙ НАУКИ.

ВАШИ УЧЕНИКИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛИ УСПЕШНО ТРУДЯТСЯ ВО МНОГИХ СФЕРАХ НАУКИ И ТЕХНИКИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ПРИУМНОЖАЯ СВОИМИ ТРУДАМИ СЛАВУ СОВЕТСКОЙ НАУКИ.

МЫ ЗНАЕМ ВАС КАК ЧЕЛОВЕКА, ОБЛАДАЮЩЕГО БОЛЬШИМ ЛИЧНЫМ ОБЯНИЕМ, ЗАНИМАЮЩЕГО АКТИВНУЮ ЖИЗНЕННУЮ ПОЗИЦИЮ ГРАЖДАНИНА И УЧЕНОГО, ОТДАЮЩЕГО ВСЕ СИЛЫ НА БЛАГО НАШЕЙ РОДИНЫ.

МЫ ВЫСОКО ЦЕНИМ ВАШУ РАБОТУ ПО ВОСПИТАНИЮ МОЛОДОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРОГРАММИСТОВ.

ОТ ВСЕЙ ДУШИ ЖЕЛАЕМ ВАМ ЗДОРОВЬЯ, ДАЛЬНЕЙШИХ УСПЕХОВ В РАБОТЕ И СЧАСТЬЯ В ЛИЧНОЙ ЖИЗНИ.

Директор ИК АН УССР

академик

Секретарь парткома

Председатель месткома

В. М. ГЛУШКОВ

Ю. В. КАПИТОНОВА

В. И. ВАСИЛЬЕВ

Официальный адрес Института кибернетики. Было еще много других и другого, не менее приятного

* * *

Глубокоуважаемый Андрей Петрович!

В день Вашего пятидесятилетия коллектив отдела программирования и решения задач Института кибернетики АН УССР желает Вам, видному советскому ученому, прекрасного здоровья, новых больших успехов в Вашей многогранной деятельности.

Ваши исследования в области теории и автоматизации программирования и вычислительной математики являются значительным вкладом в мировую и отечественную науку.

Созданные Вами операторные алгоритмы Ляпунова — Ершова ориентированы на практические применения.

Вы являлись одним из инициаторов внедрения алгоритмических языков высокого уровня в Советском Союзе, в частности, языка АЛГОЛ, принимали участие в создании языка АЛГОЛ-68. Созданный под Вашим руководством α -транслятор был лучшим транслятором своего времени. Под Вашим непосредственным руководством создавались и другие интересные разработки в Вычислительном центре СО АН СССР.

Ваши научные достижения – прекрасный образец сочетания глубоких теоретических работ с решением важных и сложных прикладных задач. Ваша плодотворная деятельность отмечена по достоинству двумя орденами Трудового Красного Знамени. Вы являетесь иностранным членом Ассоциации по вычислительной технике США.

Много сил и труда отдали Вы воспитанию и обучению высококвалифицированных научных кадров. Написанный Вами учебник «Введение в теорию программирования» известен всему студенческому сословию.

Свой юбилей Вы встречаете в полном расцвете творческих и духовных сил. Мы уверены, что и в будущем Вы обогатите науку новыми научными достижениями.

Еще раз желаем Вам огромного человеческого счастья, выдающихся творческих успехов на благо нашей науки!

Молчанов и еще 29 подписей.

Это еще одно подтверждение нашей многолетней дружбы и взаимной поддержки в делах с Институтом кибернетики

* * *

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ

Адрес – АЕ 50-81

СМЕШАННЫЙ АДРЕС
Отдела Теории Цифровых Автоматов
АНДРЕЮ ПЕТРОВИЧУ ЕРШОВУ

в связи с пятидесятилетием

КИЕВ – 1981

В адресе в доступной форме излагается отношение отдела теории цифровых автоматов к личности и деятельности Андрея Петровича Ершова.

Работа рассчитана на специалистов в области теоретического и прикладного программирования и будет полезна аспирантам и студентам соответствующих специальностей.

СМЕШАННЫЙ АДРЕС

*Андрею Петровичу Ершову (АЕ 1)
в связи с пятидесятилетием.*

В данном адресе нам предстоит выразить смешанные чувства признательности, уважения и любви, причем не все удастся эксплицитировать явно и потому они будут лишь обозначены.

Настоящий адрес завершает серию выступлений, содержательно характеризующих разные стороны АЕ, поэтому нет необходимости начинать с повторения или же суммирования основных показателей бытия и деяний АЕ. Речь пойдет о другом.

Несомненно, хотя и неожиданно, важное обстоятельство: Андрею Петровичу исполнилось ровно 50 лет.

Традиция предписывает рассматривать адрес составленным, или смешанным, из трех компонент: базы, смещения и индекса.

База определяет обычно точку отсчета, настройку по месту перемещаемой программы, личности или судьбы. В данном случае базой явилась дипломная работа АЕ, посвященная обращению матриц [1].

Смещение позволяет относительную адресацию на заданном участке памяти. И в самом деле, на нашей памяти АЕ много и полезно смещался: из Москвы в Сибирь (добровольно), по Европе, Америке, Японии и даже Австралии (командировки) и, конечно же, по родной стране. И повсюду он в центре внимания, дискуссии (особенно панельной), кулуара и банкета.

Индекс входит в состав адреса только для команд формата RX [2], однако речь не об этом. Индекс призван характеризовать диапазон изменения, и здесь нам предстоят наибольшие трудности, так как за короткое время АЕ успел охватить все аспекты алгоритмических языков:

- концептуальный;
- синтаксический;
- семантический;
- трансляционный [3];
- эстетический;
- человеческий [4];
- трансформационный.

При этом ему пришлось, правда, оставить в стороне такие мелочи, как поиск элемента в множестве и транзитивное замыкание [5].

В последнее время АЕ понял, что трансляция при транспортировке на фабрику свой предмет утеряла [6], дегероизировалась, но зато обрела новую смешанную сущность [7]. Если суммировать минимальные мнения, создается смешанное впечатление: только осознание того, что любой алгоритм является частичным вычислением отчасти замороженного универсального алгоритма, может спасти теоретическое программирование. Короче: $P' = \text{MIX mix MIX}(P)$. И все! Это своего рода алхимия: в результате смешивания и лите-

рального встряхивания замороженных ингредиентов на фоне оптимизационной медитации в осадок выпадает остаточная программа, ни на что не способная, кроме выполнения собственной функции. Возникает вопрос: если все так просто, почему все так сложно? Мы требуем от АЕ ответа. И мы его получим!

Если говорить серьезно, оказывается, что АЕ подарил миру такие понятия, без которых просто нельзя программировать. Достаточно вскользь упомянуть массив [1-28.3] и распределение памяти [1-28.3]. Под его руководством были созданы языки и системы программирования, названия которых полностью исчерпали греческий алфавит.

АЕ придумал теоретическое программирование [8], поставил на научную основу схематологию, основал Ершовскую комиссию, придумал определение Рабочей группы при этой комиссии (для тех, кто не помнит: стабильный круг понимающих друг друга специалистов) и вообще сделал очень много для становления и развития программирования в СССР.

В нашем лице АЕ имеет преданных читателей его добротной научной прозы и понимающих его специалистов. Остается только напомнить, что «мост обычно строят с двух сторон» [9].

Пожелаем же Андрею Петровичу долгих лет жизни, крепкого здоровья и прочных успехов в постановках задач и всех реализациях.

Литература

1. Ершов А. П., Шура-Бура М. Р. Пути развития программирования в СССР. Кибернетика, 1976, № 6, с. 141 – 160.
2. IBM System/360 Operating System Assembler Language, Form CC28-6514, IBM Corporation, Data Processing Division, White Plains, N.Y.
3. Ершов А. П. Система БЕТА – сравнение постановки задачи с пробной реализацией. Труды Всесоюзного симпозиума по методам реализации новых алгоритмических языков, I, Новосибирск, 1975, с. 73 – 81.
4. Ершов А. П. О человеческом и эстетическом факторах в программировании. Кибернетика, 1972, № 5.
5. Ершов А. П. Признание в докладе. Таллин, АППП (АПТ), 1980.
6. Ершов А. П. Признание в панельной дискуссии.
7. Ершов А. П. О сущности трансляции. Программирование, 1977, № 5.
8. Ершов А. П. Введение в теоретическое программирование. Наука, М., 1977.
9. Ершов А. П. «Идейный проект». Брошюра «Знание», М., 1972.

Отделом цифровых автоматов руководит Виктор Михайлович Глушков, а его заместитель Юлия Владимировна Капитонова – самая остроумная дама, доктор, профессор, лауреат и проч. в нашем программистском сообществе

* * *

ДОРОГОЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ СЧАСТЛИВЫ ПОЗДРАВИТЬ ВАС ЮБИЛЕЕМ ЖЕЛАЕМ ОТ ДУШИ КРЕПКОГО ЗДОРОВЬЯ УСПЕХОВ И ВСЕГО ВСЕГО НАИЛУЧШЕГО ГОВОРУН ШИРИКОВ СИЛИН МАКУХИН

Эта телеграмма из могущественного Объединенного института ядерных исследований. Член-корр. Н. Н. Говорун там – директор Лаборатории вычислительной техники. На Общих собраниях Академии наук мы всегда сидим вместе. У Широкова я оппонировал его докторскую диссертацию

* * *

*Ершову
Андрею Петровичу
в день 50-летия*

*НИИЭВМ
19 апреля 1981 г.
г. Минск*

Уважаемый Андрей Петрович!

Коллектив НИИЭВМ сердечно поздравляет Вас в день Вашего юбилея!

С Вашим именем связано становление и развитие программирования в Советском Союзе как самостоятельной научной дисциплины. Вы создали и на протяжении вот уже двадцати лет возглавляете новосибирскую школу программирования, известную у нас и за рубежом своими глубокими результатами по теоретическому программированию, методам трансляции, системам разделения времени, технологии программирования и другим направлениям.

Под Вашим научным руководством и при активной поддержке «созрели» и защитили диссертации многочисленные ученики и коллеги, в том числе и из Белоруссии.

Желаем Вам, дорогой Андрей Петрович, дальнейших творческих успехов, крепкого сибирского здоровья, счастья и всегда желанных встреч на белорусской земле!

От коллектива НИИЭВМ

Катков и еще 8 подписей

Это чудо каллиграфии пришло из Минска из промышленного института, который прославился машинами «Минск», а сейчас делает ЕС ЭВМ. В этом институте работает сейчас Владик Катков, подпись которого можно поискать на адресе

* * *

ДОРОГОЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ!

ПРОГРАММИСТЫ ГОРОДА ЛЕНИНГРАДА – СИСТЕМНЫЕ И ВНЕСИСТЕМНЫЕ, СПОРНЫЕ И БЕССПОРНЫЕ, АМОΡФНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ И ГДЕ-ТО ДАЖЕ СТРУКТУРИРОВАННЫЕ ШЛЮТ ВАМ В ДЕНЬ ВАШЕГО ПЯТИДЕСЯТИЛЕТИЯ С ОДНОМЕСЯЧЬЕМ САМЫЕ ГОРЯЧИЕ ПОЗДРАВЛЕНИЯ, САМЫЕ ДОБРЫЕ ПОЖЕЛАНИЯ И САМЫЕ ИСКРЕННИЕ СОБОЛЕЗНОВАНИЯ ПО ПОВОДУ ТОГО, ЧТО ДАЖЕ ПОЛОВИНЫ ИЗ ПРОЖИТЫХ ВАМИ ЛЕТ УЖЕ НЕ ВЕРНУТЬ!

ВПРОЧЕМ, СТОИТ ЛИ ОБ ЭТОМ ЖАЛЕТЬ?

НЕ БЫЛО БЫ ЭТИХ ДВАДЦАТИ ПЯТИ ЛЕТ И МЫ, МОЖЕТ БЫТЬ, НИКОГДА БЫ НЕ УЗНАЛИ, ЧТО ТАКОЕ ФУНКЦИЯ РАССТАНОВКИ, ЧЕМ ПОМОГАЕТ РАСКРАСКА ГРАФОВ ПРИ ЭКОНОМИИ ПАМЯТИ, КАК СМЕШИВАТЬ СТРАТЕГИИ В ПРОГРАММИРОВАНИИ, КАКИЕ НЕИСЧЕРПАЕМЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КРОЮТСЯ В ГРЕЧЕСКОМ АЛФАВИТЕ ОТ АЛЬФЫ ДО ОМЕГИ (СТОП! – В ПОСЛЕДНЕМ СЛУЧАЕ ВАША ПЛОДОТВОРНАЯ ИДЕЯ БЫЛА, КАЖЕТСЯ, ПОДХВАЧЕНА И ИСПОЛЬЗОВАНА КАКИМ-ТО МАЛОИЗВЕСТНЫМ ПРОГРАММИСТСКИМ КОЛЛЕКТИВОМ), КАКИЕ ЗАХВАТЫВАЮЩИЕ ИСТОРИИ РАЗВОРАЧИВАЮТСЯ В ОПЕРАТОРНЫХ СХЕМАХ И ДАЖЕ ЧТО ВСЕ МЫ ГОВОРИМ ПРОЗОЙ – ЗАНИМАЕМСЯ СМЕШАННЫМИ ВЫЧИСЛЕНИЯМИ.

СЛУХ О ВАС ПРОШЕЛ НЕ ТОЛЬКО ПО ВСЕЙ РУСИ ВЕЛИКОЙ. ВАС ВИДЕЛИ И ЗНАЮТ ПОВСЮДУ, ОТ НЕБОСКРЕБОВ И ХЛОПКОВЫХ ПОЛЕЙ ХОРЕЗМА ДО ЗАКОУЛКОВ ЭЙНДХОВЕНА И СТЭНФОРДА. ОТПЕЧАТОК ВАШЕЙ БУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕСЕТ ВСЯК СУЩИЙ АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК, ХОТЯ БЫ В ВИДЕ РУССКОЙ ТРАНСКРИПЦИИ СЛУЖЕБНЫХ СЛОВ. ВАМ ПРИНАДЛЕЖИТ НЕ МЕНЕЕ 15 ИЗ 130 НАИБОЛЕЕ ХОДОВЫХ ТЕРМИНОВ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ И НЕИСЧИСЛИМОЕ КОЛИЧЕСТВО МЕНЕЕ ХОДОВЫХ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ. ВСЬ НАУЧНЫЙ МИР ПРЕБЫВАЕТ В ЗАДУМЧИВОСТИ ОТ ВАШЕЙ НОВОЙ КОНЦЕПЦИИ ПРИОРИТЕТА В НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЯХ. НИ ОДИН ОРГКОМИТЕТ НИ ОДНОЙ ПРОГРАММИСТСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ НЕ МОЖЕТ СЧИТАТЬСЯ ПОЛНОЦЕННЫМ, ЕСЛИ ВЫ НЕ ПРИНИМАЕТЕ В НЕМ УЧАСТИЯ, ХОТЯ БЫ В КАЧЕСТВЕ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ.

ЖЕЛАЕМ ВАМ, ДОРОГОЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ, НОВЫХ УСПЕХОВ И ДОСТИЖЕНИЙ, ХОРОШЕГО ЗДОРОВЬЯ, А ЭНЕРГИИ И ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ВАМ И ТАК НЕ ЗАНИМАТЬ.

ЛАВРОВ, КЛОКАЧЕВ, ТЕРЕХОВ, МАРТЫНЕНКО, ДАУГАВЕТ, АГАМИРЗЯН И ДР.

Ленинградские группы – это те, к которым у меня сердце лежит больше всего. Они не уступают киевлянам в душевности и москвичам в энергии, но ко всему этому обладают неподдельным питерским достоинством, которого так часто не хватает людям. Количество намеков в этом адресе – неисчислимо, как и должно быть в хорошем юбилейном капустнике

* * *

Глубокоуважаемый Андрей Петрович!

Координационный комитет АН СССР по вычислительной технике сердечно поздравляет Вас с 50-летием со дня рождения и 25-летием научной деятельности.

Мы знаем Вас как ученого, внесшего большой вклад в развитие отечественного программирования. Ваши работы в области теории схем программ, автоматизации программирования математического обеспечения ЭВМ, смешанных вычислений получили широкое признание и высокую оценку научной общественности как у нас в стране, так и во всем мире.

Ваши заслуги по достоинству отмечены правительственными наградами. Вы достойно представляете советскую науку на международной арене, являясь членом Британского вычислительного общества и членом технического комитета ИФИП.

Свой опыт и знания Вы передаете молодому поколению.

В день Вашего юбилея, дорогой Андрей Петрович, от всей души желаем Вам дальнейших творческих успехов, крепкого здоровья и большого личного счастья.

Председатель Координационного комитета
Академии наук СССР
по вычислительной технике
академик Г. И. Марчук

Одна из позиций в Академии наук, которую Г. И. Марчук оставил за собой, – это руководство этим самым координационным комитетом. Он состоит из комиссий. Одна из них – комиссия по системному математическому обеспечению – моя. Я собрал в нее самых интересных людей в нашем деле, и мы в свое удовольствие и для пользы дела собираемся два – три раза в год. Последний раз мы собрались в Новосибирске 21 мая, где мне и вручили это письмо. А члены комиссии подарили мне электрические кварцевые часы

* * *

ГЛУБОКОУВАЖАЕМЫЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ ГКНТ И ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПОЗДРАВЛЯЮТ ВАС ДНЕМ ПЯТИДЕСЯТИЛЕТИЯ ВЫ ВНЕСЛИ БОЛЬШОЙ ВКЛАД РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ВАШИ МОНОГРАФИИ СТАТЬИ ПЕРЕВОДЫ ЛЕКЦИИ СПОСОБСТВУЮТ РОСТУ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПЛОДОТВОРНА ВАША РАБОТА КАК ПРЕДСЕДАТЕЛЯ КОМИССИИ ПО АЛГОЛУ 68 ВЫ ДОСТОЙНО ПРЕДСТАВЛЯЕТЕ СОВЕТСКУЮ НАУКУ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ПРИМИТЕ НАШИ ПОЖЕЛАНИЯ ДОБРОГО ЗДОРОВЬЯ ДАЛЬНЕЙШИХ УСПЕХОВ НАУЧНОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ ЖИМЕРИН МЯСНИКОВ

Это тоже из Марчуковского комитета по науке и технике

* * *

ДОРОГОЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ КОЛЛЕКТИВ ФАКУЛЬТЕТА ВМК И НИВЦ МГУ СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВЛЯЮТ ВАС В ДЕНЬ ВАШЕГО 50-ЛЕТНЕГО ЮБИЛЕЯ ОТ ВСЕЙ ДУШИ ЖЕЛАЕМ ВАМ ЗДОРОВЬЯ СЧАСТЬЯ НОВЫХ ТВОРЧЕСКИХ УСПЕХОВ В РАЗВИТИИ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И СИСТЕМНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЕКАН ФАКУЛЬТЕТА ВМК АКАДЕМИК А. Н. ТИХОНОВ

Академик А. Н. Тихонов – един во многих лицах. Он не только директор ИПМ и мамин ровесник, но и декан факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ, на котором учился Вася. На этом факультете работает много моих ровесников

* * *

ДОРОГОЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ ОТ ВСЕЙ ДУШИ ПОЗДРАВЛЯЕМ ВАС СЛАВНЫМ ЮБИЛЕЕМ ЖЕЛАЕМ ВАМ ДОЛГИХ ЛЕТ ЖИЗНИ КРЕПКОГО ЗДОРОВЬЯ НОВЫХ БОЛЬШИХ УСПЕХОВ ВО СЛАВУ НАУКИ ВСЕГДА ПОМНИМ ЧТО НА ЗАРЕ РОБОТ-ТЕХНИКИ ВЫ ПОДДЕРЖАЛИ НАС ВДОХНУЛИ В НАС КОЛОССАЛЬНЫЙ ЗАРЯД ЭНЕРГИИ БЛАГОДАРНЫЕ ВАМ ЗА ЭТО ОХОЦИМСКИЙ ПЛАТОНОВ

Это боевой отряд из ИПМ, много лет занимавшийся баллистическим обеспечением космических полетов, а лет 8 назад начавший заниматься программным, а потом и натурным моделированием шагающих автоматов. Охоцимский – член-корр., лауреат всевозможных премий, Платонов – его ближайший ученик

* * *

ГЛУБОКОУВАЖАЕМЫЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ ВАШИ КОЛЛЕГИ ПО СИБИРСКОМУ ОТДЕЛЕНИЮ АКАДЕМИИ НАУК СССР СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВЛЯЮТ ВАС ПО СЛУЧАЮ ВАШЕГО 50-ЛЕТИЯ И ЖЕЛАЮТ ВАМ ДОБРОГО ЗДОРОВЬЯ НОВЫХ ТВОРЧЕСКИХ УСПЕХОВ И ЛИЧНОГО СЧАСТЬЯ ОВСЯННИКОВ ЛВ ТИТОВ ВМ ВОЙЦЕХОВСКИЙ БВ ВАСИЛЬЕВ ОФ

Это тоже очень лестная телеграмма от четырех член.-корр. из Лаврентьевского института гидродинамики, особенно приятная потому, что у нас с ними нет никаких взаимных зависимостей

* * *

ДОРОГОЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВЛЯЮ ВАС С ЮБИЛЕЕМ И ШЛЮ САМЫЕ ИСКРЕННИЕ И ДОБРЫЕ ПОЖЕЛАНИЯ ВСЕ МЫ ХОРОШО ЗНАЕМ И ВЫСОКО ЦЕНИМ ВАШУ МНОГОГРАННУЮ НАУЧНУЮ ПЕДАГОГИЧЕСКУЮ И ОРГАНИЗАЦИОННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАПРАВЛЕННУЮ НА РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МАТЕМАТИКИ ХОЧУ ВЫРАЗИТЬ УВЕРЕННОСТЬ В УСПЕШНОМ РАЗВИТИИ НАШЕГО СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛАЮ ВАМ ЗДОРОВЬЯ СЧАСТЬЯ И НЕИССЯКАЕМОЙ ТВОРЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ АКАДЕМИК САМАРСКИЙ А А

Академик Самарский – один из лидеров советской прикладной математики, герой, лауреат и проч. Ему идет 7-й десяток. Занимаясь вычислительной математикой,

он последний десяток лет понял, что программа – это такой же законченный и общезначимый продукт, что и теорема. Он занялся так называемыми пакетами прикладных программ и через это сблизился и с нашими делами. Мы с ним недавно организовали совместную рабочую группу по методам программирования прикладных задач

* * *

**Члену-корреспонденту АН СССР,
доктору физико-математических наук,
профессору Андрею Петровичу Ершову
в день 50-летия**

Дорогой Андрей Петрович!

Сердечно поздравляем Вас в связи с Вашим юбилеем.

Мы знаем Вас как крупного, известного в мире ученого, обладающего широким кругозором, глубокой эрудицией, принципиальностью, как лидера советской информатики. Ваши идеи и воплощающие их разработки являются определяющими в становлении и развитии отечественного программирования.

С благодарностью отмечаем Вашу основополагающую роль в развитии автоматизации программирования в Институте математики Академии наук Белорусской ССР и постоянное внимание в этом направлении.

Желаем Вам доброго здоровья, счастья, новых успехов в организации и развитии программистской науки в стране.

Шкут и еще 26 подписей

Один из подписавших – Коля Шкут, приехавший много лет назад к нам на диплом. Мы его выучили и отправили обратно в Минск, заразив навсегда любовью к трансляторам. Потом он долго и упорно лечился от туберкулеза, подорвал много сил и стал сильно о себе заботиться, но, тем не менее, защитил диссертацию, стал заведовать лабораторией и сделал несколько систем программирования. Каждый год присылает поздравления на день рождения, а при встречах награждает меня зубровкой

* * *

ДОРОГОЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВЛЯЕМ ВАС ОДНОГО ИЗ ОСНОВОПОЛОЖНИКОВ И ПИОНЕРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ЮБИЛЕЕМ И ЖЕЛАЕМ ВАМ КРЕПКОГО ЗДОРОВЬЯ СЧАСТЬЯ И БОЛЬШИХ УСПЕХОВ ВО ВСЕХ АСПЕКТАХ ВАШЕЙ МНОГОГРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫРАЖАЕМ ТВЕРДУЮ УВЕРЕННОСТЬ В ТОМ ЧТО ВАША НЕИССЯКАЕМАЯ ТВОРЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ НАУЧНЫЙ ОПТИМИЗМ ЗАВИДНАЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ВАШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ШИРОТА ИНТЕРЕСОВ ЕЩЕ 50 МНОГО ЛЕТ БУДЕТ СЛУЖИТЬ И ПРИНОСИТЬ ВЕСОМЫЙ ВКЛАД В НАШЕ ОБЩЕЕ ДЕЛО ОТДЕЛ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ИПМ ШУРА-БУРА МР ЛЮБИМСКИЙ ЭЗ КОРЯГИН ДА КАМЫНИН СС

Это мои многолетние партнеры по профессии – с 1952-го года (Любимский – однокурсник, Шура-Бура – наш старший попечитель, Камынин – самородок с полусотней научных трудов без высшего образования, Корягин – помоложе). Мы долго соревновались, а сейчас уже лет 15 работаем вместе. Переход от соревнования к сотрудничеству с Институтом прикладной математики – моя самая большая моральная победа в жизни. Ее роль я оценил по-настоящему только с годами

* * *

ДОРОГОЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ ОТ ВСЕГО СЕРДЦА ПОЗДРАВЛЯЮ ВАС С ДНЕМ РОЖДЕНИЯ ПРИМИТЕ САМЫЕ ТЕПЛЫЕ ПОЗДРАВЛЕНИЯ И ДОБРЫЕ ПОЖЕЛАНИЯ ЗДОРОВЬЯ СЧАСТЬЯ НОВЫХ ТВОРЧЕСКИХ УСПЕХОВ НА БЛАГО СОВЕТСКОЙ НАУКИ ДИРЕКТОР ИПМ АН СССР АКАДЕМИК ТИХОНОВ

Это очень дорогой для меня привет из Института прикладной математики им. Келдыша. Академик Тихонов все годы был заместителем Келдыша, а сейчас продолжает его дело. Мы с ИПМ вошли в сотрудничество для разработки системы РУБИН для газеты «Правда», и он лично возглавлял руководство этой работой в части ИПМ

* * *

Дорогой и глубокоуважаемый Андрей Петрович!

В этот знаменательный день мы рады горячо и сердечно поздравить Вас, крупного ученого и организатора науки нашей страны, с 50-летием.

В Вашем лице мы отмечаем юбилей ученого и специалиста с мировым именем в области системного и теоретического программирования, вносящего неоценимый вклад в развитие вычислительной техники и информатики.

Благодаря Вам вся наша программистская рать приобщилась к Алголу-60 и его развитию в системе «Альфа», разработанной под Вашим руководством.

Мы поздравляем Вас как видного теоретика, первого проектировщика трансляторов, основателя ведущей сибирской школы системного программирования, руководителя крупнейших в мире проектов реализации алгоритмических языков, автора теории и практики применения смешанных вычислений.

Мы рады поздравить в Вашем лице мудрого учителя и друга, направляющего работы молдавских системных программистов.

Желаем Вам, дорогой **Андрей Петрович**, крепкого здоровья, кипучей творческой энергии, дальнейших успехов во имя процветания советской информатики и кибернетики!

Молдаване

Тодорой и еще 31 подпись

В Молдавии растут под моим присмотром два потенциальных доктора – Тодорой и Гонца, противоположные во всем, кроме того, что они молдаване, программисты и ровесники

* * *

ДЛЯ ПРОГРАММИСТСКОГО НАРОДА
ВОСПЕЛИ ВЫ В СВОИХ ТРУДАХ
И ТРАНСФОРМАЦИЯМ СВОБОДУ,
УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ В ЯЗЫКАХ.

ПОТОК БЛЕСТЯЩИХ ТЕОРЕМ
СОСТАВИЛ ПРОЧНУЮ ОСНОВУ
ТЕОРИИ ЕРШОВСКИХ СХЕМ,
ТРАНСЛЯЦИИ ПОДХОДОВ НОВЫХ.

СОЮЗА ПРОГРАММИСТСКИЙ ЛИДЕР,
В ДЕНЬ ЮБИЛЕЯ ЗОЛОТОЙ
ПРИВЕТ СЕРДЕЧНЫЙ МОЙ ПРИМИТЕ
И СОЛНЦЕ В СЕРДЦЕ СОХРАНИТЕ
ВЕСНОЙ И ЛЕТОМ ОСЕНЬЮ ЗИМОЙ.

ЦЕЙТЛИН ГЕОРГИЙ

Это стихотворное приветствие прислал мне «молодой» (относительно) человек, который работает в Киеве. Относится он ко мне восторженно и, хотя он незрячий, он приезжает к нам почти на все конференции. Он много и продуктивно работает, а недавно подготовил докторскую диссертацию, которую мне предстоит оппонировать

* * *

ВСЕ УТРО БЕЗУСПЕШНО ПЫТАЮСЬ ВАМ ДОЗВОНИТЬСЯ ЧТОБЫ ПОЗДРАВИТЬ
С ДНМ РОЖДЕНИЯ И ВЫРАЗИТЬ ЧУВСТВА ПРИЯЗНИ УВАЖЕНИЯ ВОСХИЩЕ-
НИЯ ЖЕЛАЮ ВАМ МНОГИХ ЛЕТ ЗДОРОВЬЯ А СЕБЕ МНОГИХ ЛЕТ СОТРУДНИ-
ЧЕСТВА С ВАМИ ЛЮБЯЩИЙ ВАС УСПЕНСКИЙ

Профессор В. А. Успенский – очень интеллигентный логик из МГУ, на год старше меня. Мы ходили вместе на семинары во время моей аспирантуры (он – в качестве руководителя, а я – слушателя). Мы сильно сблизились снова во время подготовки Ургенчского симпозиума и после. В прошлом году у него скоростно скончалась жена, и он полностью потерял вместе со своим столь же беспомощным взрослым сыном. Я ему плачу взаимностью и старался в эти месяцы поддерживать его как мог. Мы с ним виделись сегодня (29.5), и он уже оживает, хотя жизнь свою еще никак не наладил

* * *

ДОРОГОЙ АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ!

Коллектив Института теоретической и прикладной механики СО АН СССР сердечно поздравляет Вас в день Вашего пятидесятилетия.

Ваша плодотворная научная деятельность широко известна в нашей стране и за рубежом.

Вы внесли большой вклад в становление и развитие новой области науки — информатики. Ваши труды в этой области содержат фундаментальные результаты по системному и теоретическому программированию, а Ваши монографии, переведенные и изданные во многих странах, являются настольными книгами для научных работников.

Все мы хорошо знаем, что созданный Вами оптимизирующий альфа-транслятор стал поворотным пунктом в отношении исследователя к вычислительной машине, после чего использование ЭВМ в научных изысканиях стало действительно массовым.

За многолетнюю научную и педагогическую деятельность Вы воспитали много учеников и последователей, среди них питомцы Новосибирского государственного университета, которому Вы всегда уделяли много внимания и заботы.

Желаем Вам, дорогой Андрей Петрович, крепкого здоровья, личного счастья, неиссякаемой творческой активности и новых успехов в Вашей многогранной и плодотворной научной деятельности.

Директор института
академик
Секретарь партбюро
к. ф.-м. н.
Председатель МК
к. ф.-м. н.

Н. Н. Яненко

Ю. И. Шокин

А. П. Шашкин

Марчук человек был мягкий, но директор жесткий, и мы с Яненко, как лица не любящие ждать указаний от начальства, частенько оказывались в коалиции. С одной лишь разницей, что я был лоялен к дирекции всегда, а Яненко не всегда. Перемещение Яненко на пост директора ИПТМ из ВЦ Марчук рассматривал всегда как одну из самых больших своих удач как руководителя. Именно после этого у нас в институте были ликвидированы отделения. Тем не менее, Яненко в СОАНе — это как акад. Самарский в Москве, и мы сохранили и взаимное уважение и способность к взаимодействию.

Я от души его поздравил на днях, когда он получил звезду Героя

Список сокращений

- ACM – Association for Computing Machinery – Ассоциация по вычислительной технике, профессиональная организация, объединяющая специалистов в области программирования и вычислительной техники в США
- BCS (БВО) – British Computer Society – Британское вычислительное общество, профессиональная организация, объединяющая специалистов в области программирования и вычислительной техники в Великобритании
- IBM – International Business Machinery
- IFIP (ИФИП) – International Federation on Information Processing – Международная федерация по обработке информации, профессиональная организация, объединяющая специалистов в области программирования и вычислительной техники
- MFSC – Mathematics Foundations of Computer Science – Международный симпозиум по математическим основам информатики
- WCSE – World Conference on Computers in Education – Международная конференция «Применение ЭВМ в обучении»
- АГТУ – Алтайский государственный технический университет
- ВВИУРЭ – Воронежское высшее военное инженерное училище радиоэлектроники
- ВИНИТИ – Всесоюзный институт научно-технической информации АН СССР
- ВЛКСМ – Всесоюзный ленинский коммунистический союз молодежи
- ВНТК – Временный научно-технический коллектив
- ВЦКП – Вычислительный центр коллективного пользования
- ГАН – Гостиница Академии наук СССР
- ГКНТ СМ СССР – Государственный комитет по науке и технике при Совете министров СССР
- ГНЦ РФ ТРИНИТИ – Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований
- Госплан СССР – Государственный плановый комитет СССР
- ГПНТБ СО АН СССР – Государственная публичная научно-техническая библиотека СО АН СССР
- ГУ ВУЗ МО СССР – Главное управление высших учебных заведений Министерства обороны СССР
- ДОСААФ – Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту
- ИАиПУ ДВНЦ АН СССР – Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного научного центра АН СССР
- ИАиЭ СО АН СССР – Институт автоматизации и электрометрии Сибирского отделения Академии наук СССР
- ИВМ – Институт вычислительной математики им. Мусхешвили АН ГрузССР
- ИГиГ СО АН СССР – Институт геологии и геофизики СО АН СССР
- ИК АН УССР – Институт кибернетики АН Украинской ССР
- ИМ СО АН СССР – Институт математики СО АН СССР
- ИМВС РАН – Институт микропроцессорных вычислительных систем РАН
- ИПМ АН СССР – Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша АН СССР
- ИТА АН СССР – Институт теоретической астрономии АН СССР

- ИТМиВТ АН СССР – Институт точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева АН СССР
- ИЭиОПП СО АН СССР – Институт экономики и организации промышленного производства СО АН СССР
- КБСП – Конструкторское бюро системного программирования Министерства радиопромышленности СССР
- КГБ – Комитет государственной безопасности СССР
- ККВТ – Координационный комитет по вычислительной технике АН СССР
- КОСМО ККВТ АН СССР – Комиссия по системному математическому обеспечению Координационного комитета по вычислительной технике АН СССР
- ЛО ЦЭМИ – Ленинградское отделение Центрального экономико-математического института АН СССР
- ЛПИ – Ленинградский политехнический институт им. М. И. Калинина
- МАРС – Модульная асинхронная развиваемая система
- Минприбор – Министерство приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР
- МНТК МО ГКНТ СМ СССР – Межведомственная научно-техническая комиссия по математическому обеспечению при Государственном комитете по науке и технике Совета министров СССР
- МТИ – Массачусетский технологический институт
- МФТИ – Московский физико-технический институт
- НГУ – Новосибирский государственный университет
- НИВЦ МГУ – Научно-исследовательский вычислительный центр Московского государственного университета
- НИГ – научно-исследовательская группа
- НИИАР – Научно-исследовательский институт атомных реакторов
- НИИЭВМ – Научно-исследовательский институт электронно-вычислительных машин (Минск)
- НИЦЭВТ – Научно-исследовательский центр электронной вычислительной техники
- НТО – научно-техническое общество
- НФ ИТМиВТ – Новосибирский филиал Института точной механики и вычислительной техники
- ОИВТА – Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации Академии наук СССР
- ОИЯИ – Объединенный институт ядерных исследований АН СССР
- ПВО – противовоздушная оборона
- ПРО – противоракетная оборона
- СО АН СССР – Сибирское отделение Академии наук СССР
- СПбГУ – Санкт-Петербургский государственный университет
- СЭВ – Совет экономической взаимопомощи, в 1949–1991 межправительственная экономическая организация стран Восточной Европы
- ТБК – торгово-бытовой комплекс
- ТГУ – Томский государственный университет
- ТИАСУР – Томский институт автоматизированных систем управления и радиоэлектроники
- ТПИ – Томский политехнический институт
- УВС АН СССР – Управление внешних сношений Академии наук СССР
- УВС Минвуза – Управление внешних сношений Министерства высшего и среднего специального образования СССР

УРС – Управление рабочего снабжения

ФМШ – Физико-математическая школа

ФТИ УНЦ АН СССР – Физико-технический институт Уральского научного центра
АН СССР

ЦАГИ – Центральный аэродинамический государственный институт

ЦК КПСС – Центральный комитет Коммунистической партии Советского Союза

ЧССР – Чехословацкая Советская Социалистическая Республика

Сведения об авторах

- Бауэр Фридрих Л. — член Баварской Академии наук, профессор, директор Института информатики Мюнхенского технического университета (1969).
- Берс Андрей Александрович (р. 1934) — доктор технических наук (1996), главный научный сотрудник ИСИ СО РАН, член Ученого совета Института, профессор НГУ, член оргкомитета Летней школы юных программистов, научный руководитель федеральной авторской школы «Пеликан» (г. Бердск).
- Брыскин Владимир Вениаминович (р. 1931) — кандидат технических наук, в 1946—1963 служил в ВМФ, последние пять лет — командиром подводной лодки. 1963—2002 — старший научный сотрудник Института математики СО РАН.
- Бульонков Михаил Алексеевич (р. 1959) — математик, окончил НГУ (1981), кандидат физико-математических наук (1990), заведующий лабораторией смешанных вычислений Института систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН (1997).
- Бьорнер Динес — профессор Датского технического университета, специалист в области доказательных и систематических методов разработки программного обеспечения, один из авторов широко известного «венского метода» разработки программ, руководитель разработки нескольких систем программирования, в частности, транслятора для языка АДА. В течение 5 лет возглавлял организованный им в Макао под эгидой ООН Институт системного программирования, организовал несколько крупных конференций в различных частях света, был сопредседателем программных комитетов трех конференций «Перспективы систем информатики», посвященных памяти А. П. Ершова и проходивших в новосибирском Академгородке.
- Городняя Лидия Васильевна — кандидат физико-математических наук (1986), доцент (1994), старший научный сотрудник лаборатории САПРиА СБИС ИСИ СО РАН.
- Дейкстра Эдсгер В. (1930—2002) — один из основоположников современной вычислительной науки, член Королевской Академии наук Нидерландов, член Американской Академии искусства и науки, Выдающийся член Британского вычислительного общества.
- Евстигнеев Владимир Анатольевич (р. 1940) — доктор физико-математических наук (1992), профессор (1995), главный научный сотрудник лаборатории конструирования и оптимизации программ ИСИ СО РАН. Ученый секретарь Комиссии по системному математическому обеспечению Координационного комитета АН СССР по вычислительной технике (1978—1988).
- Ершова Нина Михайловна — вдова академика А. П. Ершова. Закончила МГУ. Долгое время работала в ИМ СО АН СССР. Живет в Новосибирске.
- Замулин Александр Васильевич (1943—2006) — доктор физико-математических наук (1990), профессор (2002), главный научный сотрудник лаборатории систем программирования ИСИ СО РАН.
- Земанек Хайнц (р. 1920) — специалист в области теории программирования и алгоритмических языков, с 1994 г. иностранный член по Отделению информатики, вычислительной техники и автоматизации РАН (микроэлектроника), заслуженный деятель науки АВМ, профессор Венского университета.
- Ильин Валерий Павлович (р. 1937) — доктор физико-математических наук (1977), профессор (1983), заведующий отделом математических задач физики и химии ИВМиМГ СО РАН.

- Касьянов Виктор Николаевич (р. 1948) – доктор физико-математических наук (1989), профессор (1992), член Академии естественных наук (1994), главный научный сотрудник лаборатории конструирования и оптимизации программ ИСИ СО РАН.
- Катков Владислав Леонидович (р. 1936) – доктор физико-математических наук, зав. лабораторией НИИЭВМ (Минск).
- Кнут Дональд (р. 1938) – профессор Стэнфордского университета, член Национальной академии наук США, Тьюрингов лауреат, один из крупнейших американских специалистов в области системного программирования.
- Котов Вадим Евгеньевич (р. 1938) – член-корреспондент РАН (1990), ученик А. П. Ершова. Заведовал лабораторией теоретического программирования в отделе А. П. Ершова в ВЦ СО АН СССР, был заместителем директора ВЦ, ответственным за исследования в области информатики. Первый директор Института систем информатики СО АН СССР (1990). Основные научные работы – в области теории параллельных систем и вычислений, а также ее приложений к анализу и конструированию больших вычислительных систем. В настоящее время возглавляет финансируемые НАСА исследования в этой области в Университете Карнеги-Меллон в США.
- Курляндчик Галина Владиленовна – в 1972–1988 работала с А. П. Ершовым, была секретарем отдела, затем – хранителем библиотеки.
- Любимский Эдуард Зиновьевич (р. 1931) – доктор физико-математических наук (1974), профессор, зав. отделом Института прикладной математики им. М. В. Келдыша. Специалист в области разработки, программирования и сопровождения сложных программных систем и баз данных.
- Маккарти Джон (р. 1928) – профессор Стэнфордского университета, один из основоположников современного программирования, создатель языка LISP.
- Малинина Татьяна Константиновна (1906–1994) – мать А. П. Ершова.
- Мейер Бертран – профессор, создатель Eiffel, популярного языка объектного программирования. Руководит созданной им фирмой Eiffel Software, а также возглавляет Computer Science Department в ETH (Swiss Federal Institute of Technology Zurich).
- Миякава Масахиро (р. 1943) – сотрудник Электротехнической лаборатории, г. Цукуба, Япония.
- Нариньяни Александр Семенович (р. 1937) – директор по научной работе РосНИИ искусственного интеллекта, г. Москва.
- Первин Юрий Абрамович (р. 1935) – кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор, директор образовательного учреждения «Роботландия+» (Переславль-Залесский). Один из первых соратников А. П. Ершова в области школьной информатики.
- Подловченко Римма Ивановна – математик, доктор физико-математических наук (1986), профессор (1989). Преподавала в Ереванском государственном университете (1968–1993). Ведущий научный сотрудник НИВЦ МГУ (1993). Заслуженный деятель высшей школы Армянской ССР (1981).
- Поттосин Игорь Васильевич (1933–2001) – один из ведущих российских ученых в области системного программирования, доктор физико-математических наук (1990), профессор (1993), Заслуженный деятель науки Российской Федерации (1999), главный научный сотрудник ИСИ СО РАН (1998–2001).
- Рар Александр Федорович (р. 1928) – научный сотрудник лаборатории системного программирования ИСИ СО РАН.

- Трахтенброт Борис Авраамович (р. 1921) — доктор физико-математических наук, специалист в области математической логики, теории алгоритмов, теоретической кибернетики. В 1960–1970 гг. работал в Институте математики СО АН СССР и в НГУ. С 1981 г. — профессор Тель-Авивского университета (Израиль).
- Трахтенброт Марк Борисович (р. 1950) — в 1971–1984 был сотрудником отдела программирования ВЦ СО АН СССР, после эмиграции в Израиль работал в нескольких компьютерных фирмах, в настоящее время — доцент в Открытом Университете Израиля (г. Раанана) и в Академическом Институте Технологии (г. Холон). Занимается исследованиями в области формальных методов спецификации и тестирования сложных систем.
- Турский Владислав — профессор Института математических машин Польской Академии наук.
- Тыгу Энн Харальдович (р. 1935) — член-корреспондент АН ЭССР, Институт кибернетики АН Эстонской ССР.
- Хоар Энтони (р. 1934) — профессор, ведущий научный сотрудник Microsoft Research Ltd. Тьюрингов лауреат (1980), член Королевского общества (1982). Создатель алгоритма Quicksort, доказательного программирования (Hoare logic), теории взаимодействующих последовательных процессов.
- Шварц Джейкоб — профессор Математического института им. Куранта Нью-Йоркского университета.
- Шварцман Михаил Исаакович — президент финансовой фирмы ValueSearch Capital Management, LLC в Суомпскотте, штат Массачусетс, США, где он управляет долгосрочными инвестициями своей семьи и своих клиентов в акционерные корпорации.
- Шень Александр Ханевич — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института проблем передачи информации РАН.

Указатель имен*

- Абрамов А. А., 208
Агамирзян И. Р., 483
Аганбегян А. Г., 197, 232
Агафонов В. Н., 350
Адельсон-Вельский Г. М., 434
Александров А. Д., 383, 428, 429
Александров А. П., 452
Александров П. С., 208
Алексеев А. С., 473
Алферов М. С., 472
аль-Хорезми, 246, 359, 431, 434, 435
Амдал Дж., 264
Анкорн Дж., 186, 187, 189, 190, 193, 195, 199, 206
Астафьев В. П., 268
Ауфенкамп Д., 434, 435, 437
Бабаян Б. А., 225, 476
Бабецкий Г. И., 19
Баез Дж., 213
Базилевский Ю. А., 208
Баннов Ю. А., 141, 143
Бараз Л. С., 147
Барздинь Г. Я., 128, 135, 137
Барздинь Я. М., 236, 237, 348, 433, 436
Бар-Хиллел И., 440
Басакер Р., 154
Бауэр Ф. Л., 208, 215, 246, 340, 409, 436, 450
Бежанова М. М., 19, 21
Безбородов Ю. М., 424, 425, 426
Белихова Н. Г., 197
Белл Г., 192
Берг Р. Л., 418
Берж К., 154
Бери Д., 355
Берс А. А., 210, 231, 340, 375, 377
Бобко И. М., 256, 259
Болтянский В. Г., 374
Боровков А. А., 228
Бородаевская З. В., 456
Бозм Б., 91
Бронштейн М. П., 442
Брукер Т., 33
Брукс Ф., 249
Брыскин В. В., 218
Брябрин В. М., 59, 60, 66, 225
Бульонков М. А., 236, 237, 240, 241, 242
Бульонкова А. А., 333, 370, 388, 430
Бульонкова Т. М., 214, 222, 245, 263, 286, 360
Бурдина, 376
Бурцев В. С., 254, 476
Бухштаб Д. А., 278
Бьорнер Д., 214, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 242, 245
Варсановфьев Д. В., 364
Васильев В. И., 478
Васильев О. Ф., 485
Васильевский Р. С., 456
Вегман М., 154
Вегнер П., 215
Вейнгаарден А. ван, 212, 246, 348, 350, 359, 382
Велихов Е. П., 237, 238, 239, 240
Вельбицкий И. В., 65, 225
Верховская Е. Н., 248
Вирт Н., 213
Виткина И. А., 372, 374, 376
Вишневский Е., 252
Вишневский Ю. Л., 76, 78
Вознесенский А. А., 259
Войтишек В. В., 375
Войтишек Л. В., 375, 376
Войцеховский Б. В., 485
Володин, 418
Волошин Ю. М., 18, 19, 230, 337, 373, 375, 376, 377
Ворожцов Н. Н., 227
Вульф У., 215
Галич А. А., 266
Гаурд Р., 191, 192
Гегель Г. В. Ф., 70
Гедель К., 49, 50, 52
Гейтс У., 201
Генералов В. В., 456
Гете И., 85
Гилл С., 32, 33
Гильберт Д., 49
Гинзбург А. И., 251
Глаголева Н. Г., 147
Гладкий А. В., 345, 346
Глушков В. М., 156, 413, 414, 436, 478, 481
Говорун Н. Н., 482
Гоген Дж., 215
Гонца М., 488
Горбачев М. С., 238, 243
Горнинг Дж., 445
Горький А. М., 83
Грабарь А. В., 147
Гречко, 420
Грис Д., 446
Гроув Р., 190, 191, 193, 203, 206
Груска Й., 341
Грэхам С., 154
Гутенберг И., 87
Гутгаг Дж., 185
Даугавет О. К., 483
Дегтярь М. И., 347
Дейкстра Э., 12, 163, 212, 222, 360, 436, 443, 445
Джонс Н., 134, 215, 217, 235
Дистель Р., 154
Донат Э., 87
Дороднищын А. А., 256, 372, 408, 409, 410, 436
Дымченко А. Г., 364
Евреинов Э. В., 376
Евстигнеев В. А., 223, 276
Ершов В. А., 370
Ершов П. Н., 369
Ершов С. П., 369
Ершов Ю. Л., 436
Ершова Н. М., 226, 278
Жимерин Д. Г., 484
Жоголев Е. А., 8, 53, 378
Журавлев Ю. И., 374
Жучков А. И., 241
Загацкий Б. А., 19, 230, 338, 374, 376

* Курсивом выделены номера страниц, на которых содержатся биографические сведения о данном лице.

- Замельзон К., 209
Замулин А. В., 207, 217, 233, 236, 272
Зауер Р., 208
Захаров В. А., 180
Звенигородский Г. А., 15, 55, 56, 73, 74, 146, 255, 256, 331
Земанек Х., 245, 436, 446
Земцов П. А., 147
Зенкин А. И., 66
Змиевская Л. Л., 19, 337, 338, 340, 372, 374, 375, 470
Зыков А. А., 154, 345, 346
Иванова Э. К., 373
Ильин В. П., 247
Ильина Е. Н., 270
Иткин В. Э., 125, 126, 127, 128, 132, 209, 236, 237, 240, 241
Йех Т., 440
Кабулов В., 436
Казаринов Н. Д., 375
Какк Д., 206
Калинин О. М., 418
Калужнин Л. А., 414
Каменский Я. А., 85
Камынин С. С., 56, 57, 58, 344, 487
Кантор Г., 50
Канторович Л. Д., 413
Капитонова Ю. В., 478, 481
Капица С. П., 449
Карпов К. А., 409
Карчиди Дж., 206
Касьянов В. Н., 130
Катков В. Л., 21, 225, 254, 261, 338, 482
Катлер Д., 190, 191, 192, 193, 201, 206
Кауфман Г., 246
Келдыш М. В., 26, 420
Кеннеди К., 432
Килбурн Т., 33
Килделл Г., 153
Ким Ю. Ч., 266
Кишинг Р., 13, 95, 213, 277, 285, 332, 354, 382, 383, 384
Кириллин В. А., 420
Кисарова М., 276
Киселев В. Н., 477
Кларк А., 91
Клещев А. С., 236
Клини С., 246, 359, 436, 439, 440
Клокачев И. В., 483
Кнут Д. Э., 31, 246, 263, 350, 359, 428, 430, 431, 432, 435, 436, 439, 440, 446
Кодатко А. А., 270
Кожухин Г. И., 18, 19, 20, 153, 219, 220, 221, 230, 231, 249, 335, 338, 353, 371, 373, 374, 375, 376, 377
Кожухина С. К., 19
Колмогоров А. Н., 227, 347, 348, 436
Колосова, 418
Коптюг В. А., 240, 258
Королев Л. Н., 225
Королев С. П., 339
Корягин Д. А., 487
Косарев С., 470
Косарев Ю. Г., 373, 376, 377, 413
Костер К., 340
Котляров В. П., 236
Котов В. Е., 158, 206, 209, 214, 254, 257, 266, 328, 348, 349
Кочергин В. П., 473
Кочетов Д. В., 137, 141
Козн П. Дж., 49, 50, 52
Крайнева И. А., 226
Красс И., 428
Кристофидес Н., 154
Кричевская В. Л., 281
Крылов А. Н., 449
Кудрин В. Д., 373
Кузнецов В. И., 451, 453
Кулаков А. Ф., 423, 427
Кульков Н. В., 75
Курина, 418
Курляндчик В. Я., 141, 143
Курляндчик Г. В., 269
Курляндчик Я. М., 269, 276
Курочкин В. М., 225, 229, 373, 374, 377, 416
Кушниренко А. Г., 362, 367, 368
Кэм Дж., 154
Лаврентьев М. А., 26, 28, 197, 248, 254, 411, 412, 417, 420, 421
Лавров С. С., 130, 153, 154, 155, 174, 225, 236, 237, 239, 240, 244, 254, 339, 340, 373, 384, 386, 415, 416, 436, 448, 483
Ладенко И. С., 67, 73
Ландау И. Я., 225
Лебедев Г. В., 362, 367
Лебедев С. А., 26, 208, 229, 254, 379
Левенгейм М., 50
Левин Д. Я., 58
Левин Л. А., 347
Левитин К., 417, 418
Легостаева М. Н., 471
Лейбниц Г. В., 49, 70
Леман Й., 355
Леман М., 354, 355
Летичевский А. А., 178, 225
Липаев В. В., 225
Литовцев Д. В., 453
Лихачев, 418
Лозинский М. Л., 277, 333
Любимский Э. З., 53, 57, 225, 282, 344, 487
Ляпунов А. А., 8, 9, 25, 26, 28, 53, 58, 152, 166, 167, 170, 176, 183, 210, 231, 282, 327, 344, 345, 347, 348, 376, 377, 379, 381, 382, 414
Мазуренко Ю. И., 239
Майника Э., 154
Макаренков Н. А., 451, 453
Макаров В. П., 340
Макаров Г. П., 421
Маккарти Дж., 212, 213, 217, 264, 274, 286, 339, 421, 429, 433, 436, 437
Максвелл Р., 32
Макухин, 482
Малецкий С. И., 418
Малинина Т. К., 288, 369
Мальцев А. И., 346
Манин Ю. И., 48, 51, 437, 438, 440, 441, 443, 444
Манна З., 429, 436
Марков А. А., 152, 168, 169, 229, 436
Мартыненко Б. К., 483
Мартынок В. В., 53
Марчук Г. И., 10, 209, 224, 231, 247, 248, 252, 253, 256, 257, 258, 259, 260,

- 261, 262, 280, 337, 345,
420, 421, 452, 484, 489
Маршак С. Я., 213, 277,
333, 354, 385
Матиясевич Ю. В., 442
Мейер Б., 316
Меньщиков В. Ф., 251, 341
Меренков А. П., 373, 374,
375
Метрополис Н., 430, 431,
432
Мигиренко Г. С., 472
Минаев В. П., 21
Михалевич Ю. И., 21
Мишкович Р. Д., 19, 20,
373, 374, 376
Миякава М., 318
Молчанов И. Н., 479
Мольер Ж.-Б., 92
Монтанари У., 215
Монтень Э., 84
Москалев О. В., 421
Московакис Й., 436
Моток, 476
Мясников В. А., 484
Нагорный Н. М., 371
Налимов Е. В., 147
Нариньяни А. С., 252, 254,
326, 349, 434
Нейман Дж. фон, 50
Неменман М. Е., 225
Непейвода Н. Н., 130, 141,
236, 237, 239, 240, 242,
244
Непомнящий В. А., 350
Новиков, 476
Новиков П. С., 345
Ньютон И., 43, 70
Овсянников Л. В., 485
Окуджава Б. Ш., 212, 266
Олефир Л. В., 375
Омельченко Н. А., 375
Оре О., 154
Островский Б. Н., 128, 129,
141, 236, 237, 240
Охотимский Д. Е., 429,
485
Ощепков В. С., 456
Падучева Е. В., 80, 81
Палей В. Я., 451, 453
Пастернак Б. Л., 385
Пеано Дж., 50
Пейган Ф., 340
Пейперт С., 55, 74, 93, 98,
99, 215
Первин Ю. А., 15, 146, 329,
331
Пилоти Г., 208
Пиночет А., 342
Пискунов Д. И., 238
Платонов, 485
Погосян Н. Ш., 147
Поддерюгин В. Д., 374
Подловченко Р. И., 344
Покровский С. Б., 198, 207
Полосук Ю. А., 372
Полякова, 418
Портер Т., 191
Поттосин И. В., 8, 18, 137,
209, 219, 220, 225, 230,
249, 254, 270, 274, 278,
333, 334, 340, 342, 352,
353, 356, 371, 372, 375,
376, 377, 383, 388, 421
Пугачева А. Б., 95
Раковский М. Е., 420
Рапопорт Э. О., 428
Рар А. Ф., 207, 209, 246,
336, 340, 470
Рассева Х., 215
Редько В. Н., 419, 420
Резник Т. Л., 374, 375
Речкалов И. В., 455
Романенко С. А., 236, 237
Саати Т., 154
Сабельфельд В. К., 209
Савинков В. М., 279, 281
Садовская Н. А., 146
Сазонов В. Ю., 349
Самарский А. А., 485, 489
Саммет Дж., 431
Свами М., 154
Сворень Р. А., 367
Семенов А. Л., 362
Сендов Б., 215
Сестофт П., 134
Силин И. Н., 482
Синенкин Б. Ф., 339
Сколем Т., 50
Скотт Д., 348, 349, 436
Скрипник В. Ф., 372
Соболев С. Л., 8, 10, 25, 26,
28, 36, 210, 230, 231, 262,
344, 369, 371, 372, 378,
410, 411, 412, 472
Соболевский М. И., 451,
452, 453, 454
Солоухин В. А., 446
Сталин И. В., 228
Степанов А. М., 236
Степанов Г. Г., 207, 339,
421, 423
Степанова Н. М., 370
Стогний А. А., 413
Стрейчи К., 33, 348
Строуструп Б., 161
Сынах В. С., 473
Сэкс Дж., 436
Тамм И. Е., 373
Тартаковская С. Д., 374,
376
Темноева Т. А., 230
Теннисон А., 384
Терехов А. Н., 483
Терехов С. А., 147
Титов В. М., 485
Тихонов А. Н., 53, 485, 487
Тодорой Д. Н., 225, 230,
487
Трахтенброт Б. А., 343,
347, 436, 437
Трахтенброт М. Б., 349,
352
Трегубенков Б., 227
Трифонов Н. П., 53
Трохан Л. К., 19
Турский В. М., 356, 446
Турчин В. Ф., 102, 243, 249
Тушнова В. М., 386, 448
Тхуласираман К., 154
Тыугу Э. Х., 357, 436
Тьюринг А., 168
Уилкс М., 33
Ульман Дж., 152, 154
Успенский В. А., 436, 488
Фаге М. К., 339
Фалкерсон Д. Р., 154
Фатеев А. М., 239
Федотов Е., 453
Фейербах Л., 70
Фельдман Б. А., 285
Фет Я. И., 247
Финни Р., 198, 199
Флойд Р., 436
фон Нейман Дж., 52
Форд Л. Р., 154
Фрейбургхаус Р., 195, 196,
202, 203, 206
Френкель А., 50, 440
Фролов А. С., 421
Футамура Ё., 101, 102, 122,
215, 217, 234, 235
Харальдсон А., 235
Харари Ф., 154
Харел Д., 355

- Хачатрян В., 372
Хенер Р., 445, 446
Хигман Б., 442
Хмелевский М. Р., 421, 422
Хоар Ч. Э. Р., 212, 360, 429,
436, 446
Хоппер Г., 431
Хорнинг Дж., 446
Хэм Р., 192, 207
Хэмминг Р. В., 409
Цейтин Г. С., 340, 436
Цейтлин Г. Е., 488
Цермело Э., 50
Цикритзис Д., 158
Цорн П. М., 52
Цуладзе М. Г., 225
Чазов Е. И., 280
Чеблаков Б. Г., 477
Чеботаев П. З., 472
Черемных Н. А., 207, 277,
325
Черкес И., 207
Черноброд Л. В., 429
Чехов А. П., 185
Чинин Г. Д., 78, 79, 129,
254, 477
Шабат Б. В., 439
Шапошникова Т. А., 131
Шашкин А. П., 489
Шварц Дж., 212, 360, 429,
432, 436
Шварцман М. И., 275
Шварцман Э., 207
Швец Л. И., 219
Шекспир У., 83, 277, 385
Шень А., 362
Шерлис У., 235
Шириков В. П., 482
Ширков Д. В., 472
Шкут Н. В., 486
Шмыглевский Ю. Д., 433,
472
Шокин Ю. И., 489
Шрисхейм Дж., 207
Штаркман В. С., 227, 371
Штобело И. З., 419
Шура-Бура М. Р., 225, 371,
416, 430, 487
Эйленберг С., 215
Эйлер Л., 70
Эйнштейн А., 43
Эллер Э. И., 420, 421
Эпиктетов М., 367
Эфрос Л. Б., 225
Юнерман Н. А., 146
Юркевич О. М., 375
Ющенко Е. Л., 419, 420
Яблонский С. В., 344, 347
Якоби К. Г. Я., 209
Яненко Н. Н., 247, 252,
260, 261, 428, 489
Янов Ю. И., 151, 152, 153,
154, 156, 170, 172, 173,
174, 176, 177, 178, 179,
348

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Марчук А. Г.</i> Предисловие редактора	3
<i>Поттосин И. В.</i> Академик А. П. Ершов – пионер и лидер отечественного программирования	8
Четверть века в борьбе за информатику	
«Альфа-рождение», или как создавалась система автоматического программирования	17
«ЭВМ» за партией	22
Справка о потребностях и обеспеченности по кадрам программистов для ЭВМ на 1970–1975 гг.	24
Памяти Алексея Андреевича Ляпунова	25
Программирование в 1980-х годах	29
Выступление на обеде Британского вычислительного общества	32
Позиционное выступление на панельной дискуссии «Многообразие в вычислительной науке»	34
25 лет информатики в ВЦ СО АН СССР	36
Комплексная программа научно-технического прогресса СССР в части системного П<рограммного> О<беспечения>	39
Возродить гармонию человека и природы	43
Интервью с академиком А. П. Ершовым американских журналистов Ч. Озгуда и Р. Монгурфда	45
Как математика познает самое себя	48
Отзыв об учебном пособии «Программирование»	53
О рукописи Г. А. Звенигородского	55
Отзыв о научной деятельности С. С. Камынина	56
Отзыв о диссертации Д. Я. Левина	58
Официальный отзыв о диссертации В. М. Брябрина	59
Отзыв официального оппонента о диссертации И. С. Ладенко	67
Отзыв о диссертации Г. А. Звенигородского	73
Отзыв о диссертации Н. В. Кулькова	75
Отзыв о диссертации Ю. Л. Вишневого	76
Отзыв о диссертации Г. Д. Чинина	78
Отзыв об автореферате диссертации Е. В. Падучевой	80
Научное наследие	
<i>Ершов А. П.</i> Программирование – вторая грамотность	82
<i>Бульонков М. А., Ершов А. П.</i> Как специальные конструкции трансляции могут порождаться универсальными процессами смешанных вычислений	101
<i>Бульонков М. А.</i> Смешанные вычисления в Новосибирске	120
<i>Городня Л. В.</i> Школьная информатика	145
<i>Касьянов В. Н.</i> Ершов и графы в программировании	150
<i>Котов В. Е.</i> Расширяющаяся вселенная информатики	158

<i>Подловченко Р. И.</i> А. А. Ляпунов и А. П. Ершов в теории схем программ и развитие ее логических концепций	166
<i>Шварцман М. И.</i> Повесть блудного сына проекта БЕТА	185
Воспоминания об академике Ершове	208
От первого лица	369
Листая страницы архива	408
Список сокращений.....	490
Сведения об авторах	493
Указатель имен.....	496

Contents

Foreword	3
<i>Pottosin I. V.</i> Academician A. P. Ershov as a pioneer and leader of national programming	8
A Quarter of a Century of Struggle for Informatics	
«The birth of ALPHA», or how a system of automatic programming was built	17
Computer in the classroom	22
Reference on the manpower demand and provision with computer programmers for 1970–75	24
In memory of Aleksey Andreevich Lyapunov	25
Programming in the 80's	29
Speech at the British Computer Society Annual Dinner	32
A position statement at the panel discussion «Diversity in computer science»	34
25 years of informatics in Computing Center of the USSR SBAS	36
Integrated program of the USSR scientific and technological advance in systems software	39
To revive the harmony of man and nature	43
A. P. Ershov's interview to the <i>Chicago Tribune</i>	45
How mathematics perceives itself	48
Review of the «Programming» textbook	53
On the manuscript by G. A. Zvenigorodskiy	55
Report on the research activities of S. S. Kamynin	56
Review of the dissertation by D. Ya. Levin	58
Official review of the dissertation by V. M. Bryabrin	59
Official opponent's review of the dissertation by I. S. Ladenko	67
Review of the dissertation by G. A. Zvenigorodskiy	73
Review of the dissertation by N. V. Kul'kov	75
Review of the dissertation by Yu. L. Vishnevskiy	76
Review of the dissertation by G. D. Chinin	78
Review of the dissertation abstract by E. V. Paducheva	80
Scientific Heritage	
<i>Ershov A. P.</i> Programming as the second literacy	82
<i>Bulyonkov M. A., Ershov A. P.</i> How do ad-hoc compiler constructs appear in universal mixed computation processes?	101
<i>Bulyonkov M. A.</i> Mixed computation in Novosibirsk	120
<i>Gorodniaia L. V.</i> School Informatics	145
<i>Kasyanov V. N.</i> Ershov and graphs in programming	150
<i>Kotov V. E.</i> Expanding universe of informatics	158
<i>Podlovchenko R. I. A. A.</i> Liapunov and A. P. Ershov in the theory of program schemata and evolution of its logical concepts	166
<i>Schwartzman M.</i> A story of the BETA project's «prodigal son»	185
Memories of Academician Ershov	208

First-Person Narration	369
Leafing Through the Archive	408
List of Abbreviations.....	490
The Authors	493
Index of Names	496

Тематический план
выпуска изданий СО РАН
на 2005 г., № 206

Научное издание

Серия «Наука Сибири в лицах»

Андрей Петрович Ершов — ученый и человек

Редакторы-составители: к. ф.-м. н. М. А. Бульонков,
к. ф.-м. н. А. А. Бульонкова, Н. А. Черемных, И. А. Крайнева

Редактор Н. А. Лившиц
Технический редактор Н. В. Бутакова
Корректор Е. С. Языкова
Оператор электронной верстки О. В. Дробышев

Подписано в печать с оригинал-макета 31.03.2006. Формат 70×100/16.
Усл.-печ. л. 42,6. Уч.-изд. л. 35. Гарнитура Book Antiqua. Печать офсетная.
Тираж 500 экз. Заказ № 103.

Издательство СО РАН
630090, Новосибирск, 90, Морской просп., 2