
ЛЕВ НИКОЛАЕВИЧ КОРОЛЁВ

*биография, воспоминания,
документы*



МОСКВА – 2016

УДК 378
ББК 74.58
К68

Составление и редакция:
В.К. Власов, Р.Л. Смелянский, А.Н. Томили

Лев Николаевич Королёв: Биография, воспоминания, документы / Сост. и ред. Власов В.К., Смелянский Р.Л., Томили А.Н. — М.: МАКС Пресс, 2016. — 272 с. [8 с. вкл.]
ISBN 978-5-317-05

В книге собраны материалы о жизни и деятельности замечательного учёного, специалиста в области вычислительной техники и программирования, члена-корреспондента Российской академии наук Л.Н. Королёва. В воспоминаниях семьи, друзей, коллег и учеников Л.Н. Королёва воссоздается образ учёного, патриота, скромного и обаятельного человека. В данное издание также включены отдельные труды Л.Н. Королёва.

УДК 378
ББК 74.58

ISBN 978-5-317-05

© Власов В.К., Смелянский Р.Л., Томили А.Н.,
составление, 2016
© Коллектив авторов, 2016
© Издательство «МАКС Пресс», оформление, 2016

Содержание

От ректора Московского университета В.А. Садовниченко 5

От составителей 6

БИОГРАФИЯ

Лев Николаевич Королёв (1926–2016) 11

ВОСПОМИНАНИЯ О Л.Н. КОРОЛЁВЕ

Сергей Львович Королёв 30

В.Г. Баула 40

К.В. Брушлинский 46

И.Б. Бурдонов 50

В.К. Власов 54

А.М. Денисов 62

В.П. Иванников 72

Л.Е. Карпов 78

С.Д. Кузнецов 82

Н.Н. Попова 86

Будни ВМК 93

Г.Г. Рябов 98

Р.Л. Смелянский 104

В.А. Сухомлин 122

Машинный зал 133

А.Н. Томилин 138

Н.П. Трифонов 146

...И ещё от соратников 150

От Михаила Романовича Шуры-Буры 150

От Евгения Андреевича Жоголева 153

От Антала Миклоша Ивани 155

ИЗ ПУБЛИКАЦИЙ Л.Н. КОРОЛЁВА

О представленных в разделе копиях публикаций Л. Н. Королёва . 158

Копии публикаций 162

БЫЛО ТАК И БЫЛО КРОМЕ...

Копии документов, фотоархив.	234
-----------------------------------	-----

ПРИЛОЖЕНИЯ

Основные даты жизни и деятельности Л. Н. Королёва	246
Индивидуальные отчёты о научной деятельности Л. Н. Королёва.	248
Список трудов Льва Николаевича Королёва	250
Список сокращений	258
Именной указатель	263
Список использованных источников.....	267

6 сентября 2016 года исполняется 90 лет со дня рождения Льва Николаевича Королёва. Одарённый природой талантами научно-го исследователя, организатора, педагога и прекрасного товарища, он чрезвычайно успешно помогал людям жить увлекательной и значимой для себя и страны жизнью.

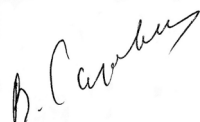
Прервав обучение в Московском университете, Лев Николаевич как участник войны внёс достойный вклад в защиту Отечества в Великой освободительной войне советского народа. Возвратившись с победой, продолжил обучение в МГУ, закончил его с отличием и успешно занялся исследованием фундаментальных проблем информационно-логических задач.

Прервав и эти работы, Лев Николаевич снова принял на себя заботу о безопасности Отечества, проведя пионерские исследования и разработки систем противоракетной обороны страны для обеспечения (на многие годы) мирной жизни людей.

Лев Николаевич всегда был активным созидателем в стратегически важной области науки, техники и образования – вычислительной технике и программировании. Под его руководством создано программное обеспечение высокопроизводительных отечественных вычислительных машин и систем. Руководство этими работами является замечательным примером целеустремленности Льва Николаевича, его умения сплотить силы коллектива для решения крупных задач.

Будучи одним из участников образования нового факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета, Лев Николаевич внёс огромный вклад в разработку программ и методов обучения студентов на факультете, вырастил и воспитал несколько поколений учеников, которые достойно продолжают его дело.

Эта книга рассказывает о Льве Николаевиче Королёве – прекрасном человеке, замечательном учёном и педагоге.



От составителей

Издание, представленное вашему вниманию, – это книга воспоминаний о Льве Николаевиче Королёве его коллег и друзей.

Лев Николаевич Королёв по праву относится к патриархам отечественного программирования, положившим начало развитию системного программирования и вычислительной техники ещё во времена СССР. Им выполнены фундаментальные работы по решению информационно-логических задач, разработке методов программирования, символьных преобразований. В частности, им был предложен оригинальный алгоритм символьного дифференцирования, положивший начало развитию компьютерной алгебры в нашей стране.

О детстве Льва Николаевича мы знаем немного. Известно, что он родился в Подольске в рабочей семье. Жизнь его родителей также была связана с Московским государственным университетом. Отец, Николай Степанович, учился на кафедре почвоведения и впоследствии работал агрономом, а мать, Елизавета Петровна, окончила Высшие женские курсы при университете.

Отличная учеба в школе не оставила сомнений при выборе университета, и в 1943 году Лев Николаевич поступил на механико-математический факультет. Скорый призыв в действующую армию изменил его планы; Королёва определяют в подразделение радиоразведки. Восстановился в Университете он лишь в 1947 году, а в 1952 году блестяще закончил его.

В 1953 году Лев Николаевич поступил на работу в Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР.

В 1956 году Королёв разработал компьютерную программу для перевода текстов с английского языка на русский. В 1960 году он защитил кандидатскую диссертацию по этой тематике.

В 1967 году он защитил докторскую диссертацию по результатам своих пионерских работ по применению вычислительной техники в реальном масштабе времени для управления системой противоракетной обороны. Он руководил разработкой программного

обеспечения для управления космическими полётами, в том числе для полёта Союз-Аполлон.

Лев Николаевич – автор первой отечественной многопрограммной операционной системы для легендарной БЭСМ-6. Эта операционная система поддерживала страничную организацию памяти с ее динамическим распределением, параллельную работу устройств ввода/вывода. Эти исследования значительно повлияли на дальнейшее развитие отечественного системного программирования.

Л. Н. Королёв является автором более 70 научных работ, в том числе 10 монографий и учебных пособий. Он подготовил более 40 докторов и кандидатов наук. Несколько его учеников являются членами Российской академии наук.

Л. Н. Королёв внёс большой вклад в становление программирования как дисциплины в университетах нашей страны. Он принимал активное участие в создании факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ, а также в разработке учебных планов и программ как на этом факультете, так и для многочисленных родственных факультетов в университетах нашей страны, создал кафедру автоматизации систем вычислительных комплексов и руководил ею до последних дней своей жизни.

Составителями этой книги выступили Александр Николаевич Томилин – ученик, друг и соратник Льва Николаевича, Руслан Леонидович Смелянский – один из учеников Льва Николаевича, Виктор Константинович Власов, все годы проработавший на кафедре сначала учёным секретарём, потом заместителем Льва Николаевича.

Реколлегия выражает глубокую благодарность всем, кто подготовил свои воспоминания о Льве Николаевиче, его семье, предоставившей большое количество документов и фотографий. Особая благодарность коллективу издательства МАКС Пресс, с готовностью откликнувшемуся на просьбу о публикации этой книги.

Лев Николаевич
Королёв

Биография

Лев Николаевич Королёв

Королёв Лев Николаевич родился 6 сентября 1926 года в городе Подольске Московской области в семье служащих. Его отец, Королёв Николай Степанович (1890–1950), из крестьянской семьи, окончил Московский государственный университет по кафедре почвоведения и работал агрономом. Мать, Королёва (Мухина) Елизавета Петровна (1895–1976), из семьи рабочих, окончила Высшие женские курсы при Московском университете и работала воспитателем в детских садах.



Детство

Вычислительная техника в момент рождения Льва Николаевича была в зачаточном состоянии, существовало лишь несколько моделей механических калькуляторов.

Королёв Лев Николаевич учился до 8-го класса в 266 железнодорожной школе города Москвы, а закончил полную среднюю школу с отличием в эвакуации в городе Кургане в 1943 году. В том же году поступил на механико-математический факультет МГУ.

Лев Николаевич растёт, параллельно развивается и вычислительная техника. Ведётся работа над первым электронным программируемым компьютером – Атанасова-Берри (ABC).

В 1944 году Королёв был призван в действующую армию, подразделение радиоразведки, в котором служил солдатом-пеленгаторщиком. В боевых порядках 2-го и 3-го Украинских фронтов прошёл через Карпаты, Румынию, Венгрию, Австрию и Чехословакию.



Конец войны

Биография



АНКЕТА
ВETERАНА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ
(1941-1945 ГГ.)



Место
для
фотографии

1. Фамилия Хорошев
2. Имя Лев
3. Отчество Николаевич
4. Число, месяц, год рождения 06.08.1926г.
5. Место рождения г. Подольск,
Московская обл.
6. Образование (что и когда закончил) Высшее, механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 1952г.
7. Месяц, год и место вступления
в комсомол сентябрь, 1943г., г. Курган
в партию 1968г., январь, г. Москва



Ветераны ВОВ ВМК



У Вечного огня



Защитники Отечества





Студент мехмата

Вычислительная техника также «призывается» на воинскую службу. Машина Конрада Цузе Z3 (уничтожена союзными бомбардировками) используется для аэродинамических расчётов для Люфтваффе, ЭНИАК используется для расчёта баллистических траекторий американцами, «Колоссус» используется англичанами для дешифровки немецких радиোগрам.

В 1947 году Королёв восстановился на механико-математическом факультете МГУ и в 1952 году закончил его с отличием.

<i>Королёв Лев Николаевич</i> За время пребывания на механико-математическом факультете Московского ордена Ленина Государственного Университета им. М. В. Ломоносова с 1947 по 1952 г. сдал следующие дисциплины по специальности: математика	
Наименование дисциплины	Оценка
Основы марксизма-ленинизма	отл.
Политическая экономия	отл.
Диалектический материализм	отл.
Исторический материализм	отл.
Иностранный язык	отл.
Физическое воспитание и спорт	—
Математический анализ	отл.
Аналитическая геометрия	отл.
Астрономия (общая)	отл.
Высшая алгебра	хор.
Физика	отл.
Теоретическая механика	отл.
Дифференциальная геометрия	отл.
Дифференциальные уравнения	хор.
Теория функций комплексного переменного	хор.
Теория вероятностей	хор.
Теория функций действ. перемен.	—

Наименование дисциплины	Оценка
Теория чисел	отл.
Дифференциальные уравнения в частных производных	отл.
Вариационное исчисление	отл.
Основания геометрии	отл.
Интегральные уравнения	отл.
Педагогика и методика преподавания математики	отл.
История математики	отл.
Математический практикум	отл.
Курсовая работа	хор.
<i>Уровниль математической физики</i>	хор.
Специальные курсы:	
<i>Сопоставление материалов</i>	отл.
<i>Цифровая логика</i>	отл.
<i>Формализованные методы теории автом.</i>	отл.
<i>Теория конечных автоматов</i>	отл.
<i>Теория групп</i>	отл.
Практика:	
Педагогическая	—

По окончании Университета он вплотную занимается вычислительной техникой. К этому моменту вычислительная техника достигла больших высот – созданы машины УНИВАК и БЭСМ.

Королёв Л. Н. был распределён на работу в воинскую часть п/я 43753. Уже на следующий год он продолжил профессиональную деятельность в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ) АН СССР, где под руководством академика С. А. Лебедева участвовал в разработке программ для отечественных вычислительных машин, созданных в Институте.



С.А. Лебедев



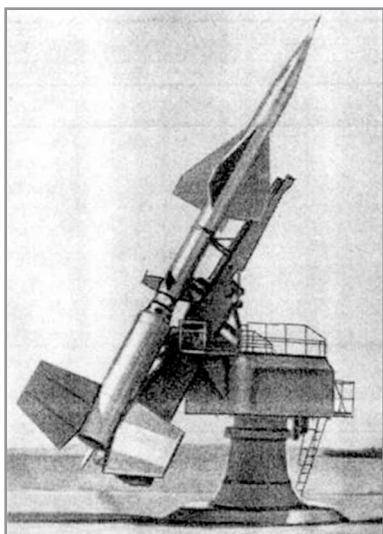
Институт точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ)

Начальный этап деятельности Л. Н. Королёва был связан с созданием программ для первых отечественных ЭВМ – БЭСМ (1953 г.), затем БЭСМ-2 и М-20. Он выполнил пионерские исследования, связанные с решением информационно-логических задач, задач кодирования, разработкой методов автоматизации программирования (программирующая программа для БЭСМ, разработанная А. П. Ершовым, Л. Н. Королёвым, В. М. Курочкиным и другими, развивала входной язык программирующих программ – объединялись схема и спецификация операторов в одном тексте, был введён структурный оператор цикла), символьных преобразований информации. В частности, им был предложен оригинальный алгоритм символьного дифференцирования, положивший начало развитию компьютерной алгебры в нашей стране.

Первую международную известность принесли работы (1956 г.) по созданию программ для автоматического перевода с английского языка на русский на отечественной ЭВМ БЭСМ. В 1960 году Королёв Л. Н. под руководством И. С. Му-

хина защитил кандидатскую диссертацию по вопросам теории машинного словаря и ему была присуждена учёная степень кандидата физико-математических наук.

В 1957 году Королёв Л. Н. был назначен ответственным за разработку программного обеспечения центрального вычислительного комплекса первой системы противоракетной обороны – Системы А. С помощью этих программ осуществлялось автоматическое дистанционное управление работой всех систем компонент Системы А.



Противоракета в системе А (ПРО)

Успешный перехват.



Г.В. Кисунько



С.А. Лебедев



В.С. Бурнев



Л.Н. Королёв

4 марта 1961 г. впервые в мире осуществлен успешный перехват противоракетой головной части БР. Все объекты системы работали в автоматическом режиме под управлением от центральной вычислительной станции.

В этот период при непосредственном участии и руководстве Королёва Л. Н. группой программистов ИТМиВТ была создана первая отечественная программная система управления радиотехническими и пусковыми комплексами в реальном масштабе времени. Теоретическое и прикладное значение работ по созданию программного обеспечения центрального вычислительного комплекса в решении общей задачи, поставленной перед Системой А, завершившейся выдающимся экспериментом по уничтожению головной части баллистической ракеты, не потеряло актуальности и в настоящее время.

В этой задаче трудно переоценить роль коллектива ИТМиВТ, выполнившего разработку управляющей машины М-40, её изготовление на заводе ЗЭМЗ, разработку общей структуры программы управления, оснащение машины программами элементарных функций и работы с полиномами. Здесь ещё раз следует подчеркнуть, что это середина



М-20

50-х годов – младенческий возраст машинной математики и программирования в кодах команд. Поэтому масштабы ответственности заместителя главного конструктора по программному обеспечению Льва Николаевича Королёва (именно на такую должность он был назначен академиком С. А. Лебедевым) за реализацию программы управления в реальной системе даже трудно осознавались. Позднее, вспоминая эти годы, сам Лев Николаевич признавался, что только молодость и масштабность проекта отодвигали на второй план все сомнения и опасения. Следует подчеркнуть характерную черту Королёва как руководителя – полнейшее доверие к руководимой команде и оптимизм в достижении поставленной цели.

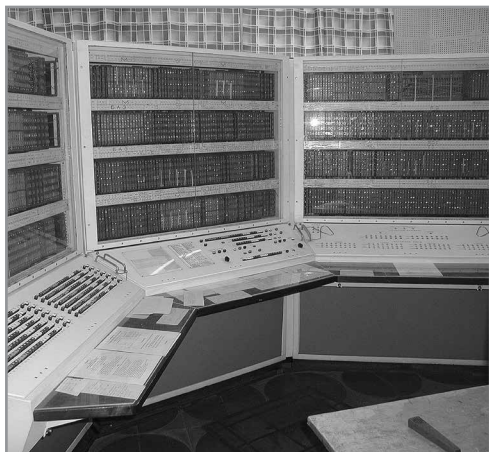
В 1967 году Королёв Л. Н. успешно защитил докторскую диссертацию, связанную с тематикой работ по программному обеспечению Системы А.

Королёв Л. Н. в качестве заместителя главного конструктора принимал активное участие в разработке архитектуры



Лауреаты Госпремии за БЭСМ-6

и программного обеспечения высокопроизводительной ЭВМ БЭСМ-6. В 1967 году под его руководством в ИТМиВТ была создана первая операционная система для БЭСМ-6, названная позднее «Диспетчер-68», которая ориентировалась на использование основных архитектурных решений БЭСМ-6, предложенных при его активном участии: многопрограммного режима решения задач, страничной организации памяти с динамическим распределением оперативной памяти в процессе вычислений средствами операционной системы, совмещения вычислений во всех задачах с параллельной работой внешних запоминающих устройств хранения и устройств ввода-вывода информации. Основные функции операционной системы – новшества в программном мире – были изложены в публикации «Функции диспетчера операционной системы БЭСМ-6» в журнале ВМ и МФ, т 8, № 6 (авторы Л. Н. Королёв, В. П. Иванников, А. Н. Томилин).



ЭВМ БЭСМ-6



Н.Н. Говорун

«Диспетчер-68» явился предтечей будущих развитых операционных сред и основой для ряда последующих операционных систем БЭСМ-6 – ОС «Дубна» (Н.Н. Говорун, И.Н. Силин), ОС «Диспак» (В.Ф. Тюрин), ориентированной на пакетную обработку и эксплуатируемой в дальнейшем на большинстве БЭСМ-6.

Существенное влияние «Диспетчер-68» оказал и на появление в ИТМиВТ операционной системы реального времени для БЭСМ-6 – ОС НД-70 («Новый диспетчер-70» – рук. В.П. Иванников) с развитыми средствами организации параллельных вычислений (соподчинение задач, аппарат параллельных процессов) и возможностью работы БЭСМ-6 в составе многомашинного вычислительного комплекса.

Следует сказать, что возглавляемая Львом Николаевичем Лаборатория 5 ИТМиВТ, которую он называл «прислуга за всё», содержала три подлаборатории: подлаборатория 5-1 предназначалась для создания программного обеспечения машин, создававшихся в Лаборатории № 1 ИТМиВТ, – БЭСМ-6 и АС-6 (руководитель Лаборатории – один

из основных учеников С. А. Лебедева, впоследствии академик Владимир Андреевич Мельников), и непосредственно руководилась самим Львом Николаевичем; подлаборатория 5–2 предназначалась для создания программного обеспечения машин, создававшихся в Лаборатории № 2 ИТМиВТ (руководитель Лаборатории – один из основных учеников С. А. Лебедева, впоследствии академик Всеволод Сергеевич Бурцев), и руководилась Борисом Арташесовичем Баба-яном, впоследствии членом-корреспондентом Академии; подлаборатория 5–3 предназначалась для создания систем автоматизации проектирования ЭВМ и руководилась Рябовым Геннадием Георгиевичем, впоследствии членом-корреспондентом Академии.

За создание БЭСМ-6 и её программного обеспечения Королёв Л. Н. в составе авторского коллектива в 1969 году был удостоен Государственной премии СССР.



С.А. Лебедев и В.А. Мельников

В дальнейшем Королёв Л. Н. в качестве заместителя главного конструктора принимал участие в разработке много-машинного вычислительного комплекса АС-6, активно использовавшегося для управления космическими полётами.

Создание операционных систем для БЭСМ-6 и АС-6 считается одним из крупных достижений отечественного системного программирования на мировом уровне. Как отмечает сам Лев Николаевич, таких успехов удалось добиться благодаря простоте логического построения БЭСМ-6, простоте её архитектуры, обеспечившей успех у пользователей при решении вычислительных задач.

В 1969 году Королёву Л. Н. присвоено звание профессора, в 1981 году он был избран членом-корреспондентом АН СССР по отделению математики.

С 1970 года до конца жизни Лев Николаевич Королёв возглавлял кафедру автоматизации систем вычислительных комплексов (АСВК) факультета ВМиК МГУ. Им подготовлено более 40 докторов и кандидатов наук. Многие из них стали руководителями новых коллективов системных программистов в организациях РАН и в промышленности. Четверо из его учеников стали членами Российской академии наук.

Профессор Королёв Л. Н. много сил и внимания уделял учебно-методической работе на факультете и в университете.



Кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов (АСВК)



С участниками Летней суперкомпьютерной академии

Под его руководством разработаны программы курсов программистских циклов для факультетов прикладной математики университетов Российской Федерации. За время работы на факультете им прочитаны фундаментальные курсы «Введение в программирование», «Архитектуры современных ЭВМ», «Микропроцессоры и микро-ЭВМ». Его преподавательская деятельность всегда отличалась высочайшим профессионализмом и уважительным отношением к коллегам, аспирантам и студентам. Он является автором



Выступление Л.Н. Королёва на слёте отличников



После защиты курсовых работ

10 монографий и более 80 научных работ, основные из них: «Структуры ЭВМ и их математическое обеспечение» (М.: Наука, 1978), «Микропроцессоры, микро- и мини-ЭВМ» (М.: Наука, 1984), «Архитектура ЭВМ» (М.: Научный мир, 2005).

В течение ряда лет Королёв Л. Н. руководил диссертационным советом по защите докторских и кандидатских диссертаций, являлся членом редколлегий ряда научных изданий.

Совместно с Р. Л. Смелянским, И. В. Машечкиным, Н. В. Макаровым-Землянским и А. В. Гуляевым он внёс значительный вклад в построение вычислительной базы факультета ВМиК. Созданный ими учебно-научный вычислительный комплекс (УНВК) стал к концу 80-х годов наиболее мощным вычислительным комплексом в МГУ. В нём была реализована концепция терминальной сети БЭСМ-6 и других ЭВМ, охватывающей учебные классы, кафедры и лаборатории факультета и обеспечивающей проведение научных исследований и подготовку студентов. За организацию системы коллективного пользования МГУ Королёв Л. Н. в составе авторского коллектива в 1982 году был удостоен Премии Совета Министров СССР.



Машинный зал 2-х ЭВМ БЭСМ-6

Королёв Л. Н. руководил проводимыми на кафедре АСВК работами, направленными на создание средств исследования и обеспечения параллелизма вычислений – основного направления повышения производительности многопроцессорных вычислительных систем. Эти исследования посвящены решению проблемы отображения алгоритма на структуру вычислительной системы; поиску решений для распределения процессов и данных, основанному на анализе текста программы (статическое планирование); сочетанию его с динамическим планированием – динамическим назначением процессоров для выполнения работ; изучению подходов к отысканию оптимального расписания вычислений на многопроцессорных системах с использованием генетических алгоритмов.

Лев Николаевич был удивительно спокойный, доброжелательный и рассудительный человек. За длительное время общения с ним никто не видел его разгневанным, не слышал, чтобы он на кого-нибудь повысил голос. Если в коллективе появлялись какие-либо разногласия, то он умел найти разумный компромисс, устраивающий всех. Конечно,



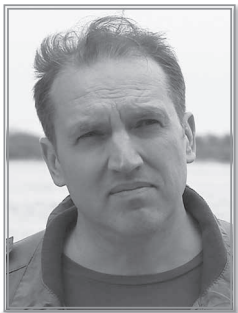
Л.Н. Королёв и А.Н. Тихонов

тут большую роль играл и непререкаемый авторитет Льва Николаевича, но главным было то, что он умел найти действительно разумное, взвешенное решение. Декан факультета ВМиК академик Андрей Николаевич Тихонов всегда очень уважительно относился ко мнению Льва Николаевича.

Заслуги Льва Николаевича Королёва высоко оценены правительством. Он награждён орденами Ленина (1971), Отечественной войны 2 степени (1985), Октябрьской революции (1986), «За заслуги перед Отечеством» 4 степени (1996), «Знак Почёта» (1976), медалями «За взятие Будапешта», «За освобождение Белграда», «За Победу над Германией в Великой Отечественной Войне». Л.Н. Королёв является лауреатом Государственной Премии СССР (1969), Премии Совета Министров СССР (1982), Ломоносовской премии МГУ (1985), Премии имени С. А. Лебедева Российской академии наук (2006).

Воспоминания о
Льве Николаевиче
Королёве

Сергей Львович Королёв



Королёв Сергей Львович – выпускник факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М. В. Ломоносова, сын Льва Николаевича Королёва. Окончил Университет в 1984 году на кафедре автоматизации систем вычислительных комплексов. В настоящее время занимается разработкой прикладного программного обеспечения в области управления ресурсами предприятия.

Об отце

Мой дед по отцовской линии – Николай Степанович – был агрономом и в начале 30-х годов XX века получил назначение в Персию (нынешний Иран), чтобы помочь в избавлении хлопковых плантаций от паразитов. Командировка была продолжительной, поехали всей семьёй, и мой отец – Лев Николаевич – через некоторое время довольно сносно овладел персидским языком (видимо, это был «фарси») на бытовом уровне. Во всяком случае, бабушка рассказывала, что папа иногда переругивался с местными мальчишками, сидя на заборе дома, где они жили. Даже в конце жизни папа иногда мог что-то сказать «по-персидски» к удивлению окружающих.

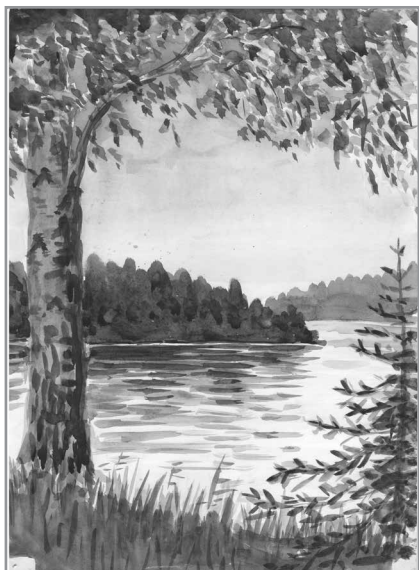
А потом они жили в Москве, в коммунальной квартире, в доме по Большому Балканскому переулку – на «Балканах», как всегда потом в семье называли это место. Папа рассказывал, что их со старшим братом Володей называли во дворе Большой Перс и Малый Перс. Дом этот стоит и поныне, есть



*Л.Н. Королёв на «Балканах» с матерью Елизаветой Петровной,
племянником Александром и сыном Николаем*

и магазин, который в те – уже далекие – времена прозвали «пузатым», как раз на углу Большого Балканского и Каланчёвской улицы.

Как-то он сказал, что ни разу у него не возникло желания посетить тот дом «на Балканах», где они жили перед Войной и некоторое время после. Потом я понял, почему, когда из любопытства решил съездить на старое дачное место, в котором прошли самые безмятежные годы нашего детства: село и дом были на месте, они были узнаваемы и одновременно другие, миф детства, воспоминания о густом летнем запахе липы, походах с папой в керосиновую лавку, велосипеде, яблоках вдруг стали тускнеть и распадаться, и нужно было усилие, чтобы не дать реальности разрушить дорогую память. Вот и отец, видимо, хотел оставить воспоминания в неприкосновенности. И ещё, думаю, в первую очередь он ценил жизнь здесь и сейчас.



Картины Л.Н. Королёва

Его замечательные акварели. Всего их осталось (а может быть и было) не больше десятка. Теперь и не узнать, учился ли где-нибудь отец рисованию, – никогда не приходило в голову спрашивать его об этом. То, что папа хорошо рисует, было как будто само собой разумеющимся. Рисовал всегда по памяти, за письменным столом, смешно высовывая язык. Получалось здорово. И ещё были смешные рисунки карандашом, которые можно было бы назвать скетчами или карикатурами: маме в палату роддома, мне – во время болезни с температурой, всем троим детям – что-нибудь шутиливо-назидательное.

Застолья. Сборища были шумными и многочисленными, иногда приходилось снимать двери, чтобы удлинить стол, иначе усадить всех было невозможно. Сначала его лаборатория в ИТМ (это ещё в пятиэтажке на улице Ферсмана), потом «выездные заседания кафедры» на улице Кравченко.



Л.Н. Королёв за шахматами с тестем и братом жены

Многочисленные друзья со студенческих времён. Интереснейшие разговоры, а иногда горячие споры, рассказы о походах, слайды (на стену вешали скатерть вместо экрана, выключали свет). Насколько помню, отец никогда не перетягивал на себя внимания (если только не требовалось разрядить обстановку или снять излишний пафос – тут он мог ввернуть вполне себе едкую шутку), всё-таки он был больше слушатель, а точнее, заинтересованный слушатель. А для отдельных разговоров уходили «покурить» («Лев Николаевич, пойдём покурим?» – это значит, будет разговор о делах).

Конечно, с годами таких сборов становилось всё меньше, но неизменно ближайшие друзья и семья собирались за папиным столом в День Победы, который был для него по-настоящему святым.

Он не очень много рассказывал о Войне, но была одна характерная история: он служил в дивизионе радиоперехвата,



Л.Н. Королёв с женой

и просто по роду деятельности он и его сослуживцы на радиопункте практически первыми узнали о Победе. От радости они стали расходовать весь боекомплект – стреляли из всего, что у них было. И, наконец, дошла очередь до гранат. Когда отец бросил свою, она упала где-то в отдалении и не взорвалась. Друзья-однополчане предлагали бросить ещё одну, туда же – в надежде, что взорвутся обе, но было件нятно, что вероятность попадания очень невелика. Папа говорил, что он ясно представил себе картину: по полю идет мальчишка и находит эту неразорвавшуюся гранату. И отец пополз её обезвреживать. Оказавшись рядом, он увидел, что у гранаты заело запал. Тогда он примерился, взял гранату и бросил её ещё раз, и – к счастью – на этот раз удачно.

До самых последних лет его не оставляла почти детская любознательность к порождениям технического прогресса: когда несколько лет назад ему заменили хрусталик в глазу, он восторженно рассказывал об этом именно как о явлении прогресса («Слушай, ну какая стала хорошая



Чехословакия, 1945 г.

цветопередача!»). Потом он с удовольствием осваивал планшет и смартфон – иногда только сетовал с глазу на глаз: «Знаешь, медленнее стал соображать». Уже в больнице, в последние месяцы, только-только очнувшись от медикаментозного сна, он потребовал себе планшет – я сохранил его записку с нетвёрдым почерком. Конечно, я принёс его ему, и как же было горько видеть, что сил ему уже не хватает.

Воспитывал ли он нас? И да, и нет. Совершенно не помню назидательных бесед. Но влияние отца было велико: главные моральные правила и табу, приобщение к музыке и искусству, отношение к работе, к друзьям – всё это он передавал неявно, «мягкой силой». Однажды отец водил меня на ёлку в ИТМ. Конечно, тогда у меня не было ни малейшего понятия, чем, собственно, папа на работе занимается, но вот что осталось в памяти – табло машины БЭСМ-6, на котором для детей устроили целую мультипликацию – от бегущей надписи «С Новым годом» до движущихся машинок и стреляющих танков. Как знать, может быть тогда и определился мой профессиональный путь.



В походе



Юность

Иногда он бывал собой недоволен. Приходил усталый после работы: «Плохо лекцию сегодня читал, сумбурно... Перескакивал с одного на другое». Но уныние никогда не захватывало его, он очень любил жизнь во всех её проявлениях. И это тоже было его уроком мне, всем нам.

Банальность – только утратив, мы осознаём масштаб утраты. С горечью я понимаю, что о многом я его не расспросил, о многом ему не рассказал. К счастью, есть память. Не проходит дня, чтобы я его не вспоминал, представляя, что бы он сказал или сделал.

Он был атеистом, и я тоже атеист, но всё-таки иногда мечтается, что там, по ту сторону, его дождались друзья, что там легко дышится и есть беломор.

Воспоминания о Л.Н. Королёве

Сергей Львович Королёв



Л.Н. Королёв в кухне дома



За работой дома

С внуками дома





Лев Николаевич и Галина Александровна



На даче в Калужской области, 2014 год

Воспоминания о Л.Н. Королёве

Сергей Львович Королёв



С Галиной Александровной на даче



Л.Н. Королёв с сыном Николаем, тестем и племянницей

В.Г. Баула



Баула Владимир Георгиевич – заместитель заведующего кафедрой по научной работе. В 1971 г. закончил с отличием факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ. Обучался в аспирантуре факультета ВМК (1971–1974). Кандидат физико-математических наук, заслуженный преподаватель Московского университета, награждён медалью «В память 850-летия Москвы». Работает в Московском университете на факультете вычислительной математики и кибернетики в должности доцента кафедры АСВК (с 1982). Автор более 30 научных работ.

Становление специальности

Как известно, вычислительная техника в её современном понимании родилась в 50-х годах прошлого века. У истоков компьютерного дела стояли поистине выдающиеся учёные, практически на пустом месте создавая новую науку. Таким образом, к середине 60-х годов XX века компьютерную науку уже можно было считать как вполне оформившейся теорией, так и зрелой практикой. В то же время необходимо признать, что в определённой степени это была всё же элитарная наука только для достаточно узкого круга учёных и сотрудников крупных вычислительных центров. ЭВМ было мало и первые программисты были, прежде всего, специалистами в других научных областях (математики, физики, инженеры и т.д.). Обучение программированию как самостоятельной дисциплине практически отсутствовало, а становление разработчиков программного обеспечения происходило в основном путём самообразования в процессе

практической деятельности. Такое положение дел стало нестерпимым, когда взрывное развитие вычислительной техники начало буквально выплескивать в жизнь тысячи, а затем и десятки тысяч ЭВМ в год.

Всё это не могли не осознавать ведущие учёные, занимающиеся разработкой вычислительной техники и программного обеспечения. Как известно, и в нашей стране, и за рубежом движущей силой развития вычислительной техники в значительной степени были потребности военной промышленности – там, соответственно, и работали многие ведущие учёные в этой отрасли. В этот сложный период пришло осознание, что настало время перестроить процесс подготовки специалистов в области вычислительной техники и программирования.

Именно в это время многие выдающиеся учёные, наряду с научной работой, стали уделять значительное время преподавательской деятельности на массово открывающихся факультетах информатики и вычислительной техники. Эта плеяда учёных достаточно резко сменила жёстко регламентированный мир научных разработок и окунулась в такой переменчивый учебный мир студентов и аспирантов. Именно они участвовали в становлении российской программистской науки, стали основателями новых программистских школ. Одним из этих учёных был Лев Николаевич Королёв, светлой памяти которого и посвящена эта статья.

Надо сказать, что процесс становления новой специальности затронул и студентов. Первые студенты новых факультетов часто просто переводились с младших и даже старших курсов других факультетов, где они проходили обучение обычно по специальностям математики и физики. Я хорошо помню, как были удивлены студенты 5 курса кафедры вычислительной математики Механико-математического факультета МГУ, когда в один прекрасный день они узнали, что теперь являются студентами нового факультета



Кафедра АСБК 80-е годы

Вычислительной математики и кибернетики. Разумеется, никакого изменения учебных планов на 5 курсе не было, новые учебные планы были разработаны только для вновь набираемого первого курса нового факультета, однако темы дипломных работ уже вполне соответствовали новой специальности. Например, группа из четырёх дипломников, в которую входил и я, разрабатывала в вычислительном центре МГУ операционную систему для ЭВМ БЭСМ-4М. Эта машина поставлялась с завода даже без системы прерываний (!), и эта система вместе с аппаратом привилегированных команд была «припаяна» к компьютеру инженерами уже в самом вычислительном центре. Вся разработка пакетной операционной системы вместе с компилятором с языка Ассемблера была произведена под началом нашего научного руководителя Ивана Николаевича Посохова примерно за год.



Подготовка к занятиям со студентами

С самого начала организации факультета ВМК на нём были созданы три программистские кафедры. Число этих кафедр определялось теми выдающимися учёными, которые их возглавили. Это были Николай Павлович Трифонов, Михаил Романович Шура-Бура и Лев Николаевич Королёв. Сам я в студенческие годы обучался на кафедре Трифонова, а научными руководителями в аспирантуре у меня были Валентин Васильевич Воеводин и Сергей Суренович Гайсарян, оба сотрудники Вычислительного центра МГУ, так что в этот период своей жизни я лично был со Львом Николаевичем Королёвым не знаком. Разумеется, я слышал, что этот крупный учёный возглавил новую кафедру со странным названием АСВК, и что он же участвовал в разработке системного программного обеспечения той большой ЭВМ БЭСМ-6, на которой я тогда работал, но не более того.



Моё знакомство со Л. Н. Королёвым состоялось неожиданным образом весной 1971 года, за 5 месяцев до окончания аспирантуры, когда я упорно работал над диссертацией. Лев Николаевич пригласил меня в свой кабинет и безо всяких предисловий предложил работать ассистентом на кафедре АСВК. Мне было кратко сказано, что на кафедре уже работают доценты Виктор Константинович Власов и Спартак Николаевич Разумовский, но вот ассистентов «пока нет» и это нужно исправить. Больше всего меня поразило, что собеседования с целью выяснения моей «пригодности» и области моих научных интересов не было. Складывалось впечатление, что, посмотрев на меня, Лев Николаевич сразу определил мою пригодность для преподавательской работы.

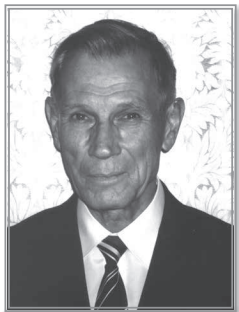
В конце этого краткого разговора Лев Николаевич мимоходом сказал, что кроме основной работы по обучению студентов мне предстоит читать вместо него лекции по курсу «Современные ЭВМ» на факультете повышения квалификации преподавателей ВУЗов, так как ему самому это «уже немного надоело». На мой тревожный вопрос, есть ли

у курса какая-либо программа или план работы, было мимоходом сказано, что ничего такого, конечно же, нет, но зато мне была подарена соответствующая книга Королёва с дарственной надписью и было сказано, что «там всё будет понятно». С этого и началась для меня преподавательская деятельность. Разумеется, в отличие от Льва Николаевича, мне всё же пришлось составить план лекций и список экзаменационных вопросов по этому курсу. Оглядываясь назад, продолжаю удивляться этой способности Льва Николаевича к подбору сотрудников и поручению им новой, сложной и непривычной работы.

Так началась моя работа на кафедре АСВК. В повседневном поведении Льва Николаевича, его общении со своими сотрудниками многое поражало. За всё время я ни разу не видел, чтобы он не только кричал, но и просто повышал на кого-нибудь голос. Помню, что особенно меня удивила и, не скрою, опечалила его привычка вставать, когда в комнату входила женщина, причём не важно, была ли она коллегой-преподавателем или просто секретаршей с другой кафедры. Это опечалило меня, так как я неожиданно понял, что таким интеллигентным в исконном значении этого слова я уже не стану никогда...

На протяжении многих лет я практически каждый день общался со Львом Николаевичем, и каждая встреча с ним каким-то мистическим образом давала настрой всему рабочему дню. Все сотрудники, проходя мимо кабинета Королёва, услышав его голос и почувствовав лёгкий запах папиросного дымка, обязательно заглядывали в кабинет поздороваться и перекинуться парой слов. И сейчас, оглядываясь на прошедшие годы, я понимаю, что все эти годы Королёв упорно решал главную задачу создания специальности российского разработчика программного обеспечения. Главной заслугой Льва Николаевича является становление новой научной школы, воспитание целой плеяды научных работников и преподавателей.

К.В. Брушлинский



Брушлинский Константин Владимирович – доктор физико-математических наук (1974). Окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова (1952). С 1952 года работает в Институте прикладной математики (ИПМ) им. М.В. Келдыша РАН. В настоящее время – главный научный сотрудник. Профессор кафедры вычислительной механики МГУ. Профессор кафедры прикладной математики в МИФИ. В настоящее время преподает в МИФИ и на механико-математическом факультете МГУ. Автор и соавтор более 180 научных работ.

Защитник Отечества, однокурсник, коллега, единомышленник

«Чем дольше живешь, тем чаще хоронишь...» – произнёс эту, к сожалению, очевидную истину Лёва Королёв при нашей встрече на чьих-то похоронах, пытаясь преодолеть с помощью некой философской отрешённости грустную обстановку события. Но на его собственных недавних похоронах никакая философия не помогала избавиться от тяжёлого ощущения большой беды и невосполнимой утраты. Это никак не связано с конкретными личными обстоятельствами: я не могу похвастаться какими-либо совместными со Львом Николаевичем работами, мы независимо друг от друга проводили время досуга, у каждого из нас были свои увлечения и «хобби», мы никогда не были соседями по квартире или даче... Горечь утраты особенно сильна потому, что вместе с ним ушли драгоценные черты его личности. Их не всегда можно выразить конкретными словами, но за почти семь десятилетий нашего знакомства они постоянно вызывали

огромный интерес, уважение, симпатию и надолго остающиеся впечатления от каждой, даже короткой или случайной встречи.

Когда его не стало, я задумался о том, почему уход Льва Николаевича Королёва ощущается мной так остро? Вот что я понял.

Самое главное, без чего всего остального могло не быть, произошло ещё до нашего знакомства: вместе со своими совсем юными сверстниками он пошел воевать за Родину, чтобы спасти наш народ и цивилизацию от смертельной угрозы фашизма. Ценой огромных жертв поколение участников Великой Отечественной войны разгромило врага. Благодаря им страна и мы все выжили, получили бесплатное, лучшее в мире образование, стали специалистами в избранной нами и востребованной обществом профессии.

Так удачно сложилось, что мы с Лёвой Королёвым в 1947–1952 годах были студентами одного курса механико-математического факультета МГУ, и наше знакомство закрепилось на долгие годы уже названными эмоциями. Наш небольшой – по сравнению как с предыдущим, так и с последующими – курс стал дружным коллективом. Человек скромный и не стремящийся где-то и как-то выделиться, Лёва был активным, интересным и крайне доброжелательным членом этого коллектива. Неслучайно именно на нашем курсе Лёва Королёв и Галя Башкина создали дружную и прочную семью. В течение многих лет мы, однокурсники, старались ежегодно встречаться, и с каждым годом редели наши ряды. Последняя встреча состоялась весной 2013 года в квартире Королёвых в Северном Бутове.

По окончании университета, в 1952 году, судьба связала Льва Николаевича с абсолютно новой и очень востребованной областью науки – прикладной математикой в её современном понимании, без которой невозможно было осуществление крупных научно-технических проектов, в том числе оборонного значения. В ней необходимы большие объёмы



Однокурсники раньше

громоздких расчётов, которые стали возможными благодаря созданию и постоянному совершенствованию электронных вычислительных машин (ЭВМ) и организации на их основе высокопроизводительных суперкомпьютерных комплексов. Машины породили новую ветвь современной науки – составление программ и оптимизацию процессов вычислений с их помощью. Здесь Лев Николаевич Королёв стал крупным и авторитетным специалистом, автором новых идей и многочисленных работ. В 1981 году он избран членом-корреспондентом Академии Наук СССР, в течение многих лет до последнего дня своей жизни руководил кафедрой на факультете вычислительной математики и кибернетики в МГУ имени Ломоносова. В этом направлении отечественной науки мы со Львом Николаевичем стали коллегами. У нас с ним не было, как уже сказано, общих конкретных работ, однако мы оба знали, что участвуем в большом деле, нужном стране и обществу, развитию науки и техники. Мы встречались на научных конференциях, общих мероприятиях

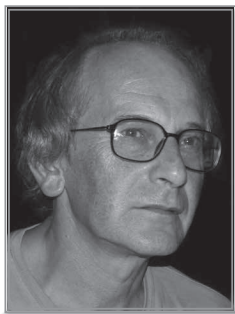


Однокурсники позже

в Академии наук и в Московском университете, на юбилеях и с большим интересом и удовольствием – на сборах однокурсников. Я всегда знал, что он присутствует где-то здесь, недалеко, и что мы ещё не раз встретимся и поговорим. Увы, наши встречи и разговоры оборвались...

Наконец, боль моей утраты особенно сильна ещё и потому, что со смертью Льва Николаевича из моей жизни ушел единомышленник – а мы были с ним едины во многом, и главное – в переживаниях по поводу последних событий нашей истории, начиная с «перестройки» и разрушения единого могучего Отечества, в котором мы родились и прожили большую и лучшую часть нашей жизни. К сожалению, единомышленников у нас с ним было не слишком много, и в этом беда «суверенитета России» и всего, что за этим последовало. Тем драгоценнее для меня были наши встречи, разговоры и сопереживания... Все это, связанное со Львом Николаевичем, навсегда останется в памяти.

И.Б. Бурдонов



Бурдонов Игорь Борисович – ведущий научный сотрудник Института системного программирования РАН, доктор физико-математических наук. Окончил механико-математический факультет МГУ в 1971 г. Член Союза Литераторов России и Международного Союза писателей «Новый Современник». Имеет литературные публикации в журналах «Новый мир», «Саксагань» (г. Кривой Рог), «Край городов», газетах АиФ, МОЛ, различных сборниках поэзии и прозы. Художественные работы Игоря Бурдонова хранятся в частных коллекциях России, Канады, Германии, Голландии, Израиля, Китая, а также в ИСП РАН.

О Льве Николаевиче Королёве (истории)

Лев Николаевич очень трепетно относился к русскому языку и правилам орфографии. В его кабинете в ИТМиВТ висел плакат, подсказывающий сотрудникам его лаборатории, как правильно писать слово «ЛАБОРАТОРИЯ». Там, кажется, были плакаты ещё и про другие труднопроизносимые слова, но я уже не помню, какие.

Первое, что мы (я, А. Ю. Бяков, А. С. Косачев, С. Д. Кузнецов) получили от Льва Николаевича, когда пришли на работу в 5-ю лабораторию ИТМиВТ осенью 1971 года, – набор бумажек для свободного прохода в институт и из института. По одной бумажке на каждый день недели. На следующую неделю мы получили новый набор бумажек. Потом ещё. До тех пор, пока не пришёл Александр Николаевич Томилин и не посоветовал просто не обращать внимания на пропускной режим. Только не опаздывать на работу или приходить, по крайней мере, через полчаса или час после её

начала. Соответственно, и уходить либо существенно раньше, либо позже времени окончания работы. Так что я и не помню, когда там у нас было начало, а когда конец рабочего дня. Работали, сколько надо.

Нас нужно было чем-то занять. Пришёл Лев Николаевич Королёв и сказал: вот тут есть интересные задачки про клеточные автоматы, не хотите ли пока познакомиться ими? Так мы стали занимать-

ся клеточными автоматами. И параллельно начали изучать документацию по БЭСМ-6 и АС-6, к работе с которыми мы подключились примерно через полгода.

В первую половину 70-х годов мы проводили большую часть времени в Болшево, в в/ч 73790, где стояла АС-6. Время от времени к нам приезжал Лев Николаевич Королёв. Вот как-то раз его приезд совпал с каким-то событием, которое нужно было «отметить». Ну, мы все вместе и отметили. А когда Лев Николаевич приехал ещё раз, Вадим Максаков сразу сказал: «Ну вот, Лев Николаевич опять приехал!...» Лев Николаевич отнекивался и говорил, что он здесь не при чём, но было поздно. Так была создана традиция отмечать приезд в Болшево Льва Николаевича. Правда, не помню, продержалась ли она больше одного раза.



У меня есть ещё одно личное воспоминание, мои коллеги об этом, может быть, и не знают. Как-то в первой половине 70-х годов меня не было на работе, а в это время проходило комсомольское собрание, не помню, всего института или только нашей лаборатории. Мои коллеги, воспользовавшись моим отсутствием, избрали меня в комитет комсомола института. Мне это, конечно, не понравилось, и я попросту игнорировал все комитетские заседания. Но так делать не полагалось, дело дошло до начальства. И вот как-то Лев Николаевич отводит меня в сторонку и говорит, что, мол, нехорошо, ты уж как-нибудь не игнорируй это, а то неприятности могут быть. Мне это хорошо запомнилось, потому что я понял: неприятности будут у Льва Николаевича, если он не сделает мне внушение и будет меня покрывать. Подставлять Льва Николаевича мне совсем не хотелось, для этого я к нему слишком хорошо относился. Поэтому я согласился и даже один или два раза скучал на заседаниях комсомольского комитета. Потом, естественно, это всё рассосалось само собой.

Лев Николаевич с первых и до последних дней руководил на ВМК МГУ кафедрой автоматизации систем вычислительных комплексов (АСВК). Он любил шутить: «Это название полно глубокого, ещё никем до конца не понятого смысла».



Команда Королева в ИТМиВТ



В.К. Власов



Власов Виктор Константинович – доцент, и.о. заведующего кафедрой Автоматизации систем вычислительных комплексов. Окончил с отличием механико-математический факультет МГУ (1959). Кандидат физико-математических наук (1972). Заслуженный преподаватель Московского университета (1997). Имеет почётные знаки «200 лет МГУ», «225 лет МГУ», «250 лет Московского университета», Почётный знак Минвуза СССР. Награждён медалями «Ветеран труда» и «В память 850-летия Москвы» (1997). Работает в МГУ с 1959 г. В настоящее время читает основной курс «Методология и история прикладной математики». Опубликовал 50 научных работ.

Лев Николаевич Королёв и кафедра АСВК

У каждого человека в жизни встречаются люди, которые оказывают на него огромное влияние, определяют его жизненный путь. Разумеется, это, в первую очередь, родители.

Мне невероятно повезло – сначала таким руководителем по жизни стал Иван Семёнович Березин. Потом он представил меня Андрею Николаевичу Тихонову, который стал моим учителем в науке и жизни. И наконец, судьба свела меня со Львом Николаевичем Королёвым.

А произошло это так.

Конец 60-х годов. Страна остро нуждалась в специалистах в области создания и применения вычислительной техники. А.Н. Тихонов понял это одним из первых. Ему принадлежит идея создания в МГУ факультета вычислительной математики и кибернетики. В это время он возглавлял кафедру вычислительной математики механико-математического факультета МГУ. Но рамки кафедры были уже тесны для



На празднике факультета ВМК, 80-е годы

решения задачи по подготовке необходимого количества специалистов.

Вряд ли эта задача была бы решена, если бы не огромный научный авторитет А. Н. Тихонова и его замечательный талант организатора.

Андрей Николаевич формировал кафедры нового факультета с учётом сложившихся к тому времени требований к специалистам, выдвигаемых интересами науки, производства, обороны и управления.

На факультете появились три потока кафедр: поток, примыкающий к задачам теоретической и вычислительной математики (а А. А. Самарский говорил ещё и о вычислительной физике), поток, связанный с задачами управления и исследования операций, и поток, непосредственно связанный с разработкой алгоритмов и программ для вычислительных машин. Так что система образования должна была

охватывать всю цепочку знаменитой триады А.А. Самарского – «математическая модель – алгоритм – программа».

Кафедр программистского направления было создано три: Алгоритмических языков (АЯ), Системного программирования (СП) и Автоматизации систем вычислительных комплексов (АСВК). Если с названиями первых двух сомнений не возникало, то по поводу последней были бурные дискуссии, завершившиеся принятием предложения А.Н. Тихонова.

К моменту организации факультета это составляло треть всего состава кафедр и на них обучалась соответственно треть всего состава студентов факультета. Соотношение количества студентов остаётся примерно таким же и по сей день. Этот факт можно интерпретировать как меру значимости, которую определил Андрей Николаевич для данного направления подготовки специалистов на нашем факультете.

К руководству кафедрами были привлечены на правах штатных совместителей специалисты наиболее значимых институтов Академии наук СССР и оборонных институтов, таких как ИПМ АН СССР, ИТМиВТ и ЦНИИМАШ.

Существенно отметить, что в какой-то мере эти институты соперничали между собой в сфере подходов к программированию. И в составе программистских кафедр были тем самым представлены различные программистские школы, что, конечно же, было весьма положительным фактором для процесса образования.

Кафедру АЯ возглавил С.С. Лавров (ЦНИИМАШ), известный в программистских кругах как один из первых разработчиков транслятора с языка Алгол-60. Кафедру СП возглавил М.Р. Шура-Бура, руководивший программистами ИПМ АН СССР, также известный как разработчик транслятора с полного языка Алгол-60. Кафедру АСВК возглавил Л.Н. Королёв, руководивший программистами ИТМиВТ, известный как разработчик первой операционной

мультипрограммной системы для машины БЭСМ-6 (Д-68). О других многочисленных достижениях Льва Николаевича к тому моменту читатель узнает из других заметок настоящего сборника.

Лев Николаевич пригласил на кафедру своих соратников по научной работе – Геннадия Георгиевича Рябова и Александра Николаевича Томилина. Это был очень удачный выбор. Для всех троих это была работа по совместительству. Они тут же включились в активную преподавательскую деятельность и успешно продолжают её по сей день. Единственным штатным сотрудником кафедры оказался Ваш покорный слуга. Дело в том, что к моменту создания факультета я был учёным секретарём кафедры вычислительной математики механико-математического факультета, которой руководил А. Н. Тихонов. Поэтому у меня уже был определённый опыт в организации учебного процесса. Вот Андрей Николаевич и попросил меня стать учёным секретарём на кафедре Л. Н. Королёва и помочь ему в решении организационных проблем. А их поначалу было немало. С тех пор мы вместе протрудились 46 лет – от момента создания факультета и до последних дней Льва Николаевича. Мы переезжали из здания в здание, из кабинета в кабинет, но наши столы всегда стояли рядом.

Я просто счастливый человек оттого, что на протяжении стольких лет мог постоянно общаться с этим выдающимся человеком, Личностью, профессионалом высочайшего уровня, интеллектуалом, а главное – добрейшим, бескорыстным, честным и глубоко порядочным человеком. Я никогда не слышал, чтобы он повысил голос, – все его и так слушали и слышали.

Лев Николаевич был человеком твёрдых убеждений и не менял их по прихоти обстоятельств. Свято относился к памяти военных лет. Пока были живы его однополчане, регулярно встречался с ними.

Любил музыку, живопись, хорошие стихи. Сам рисовал. Часто ходил в консерваторию. Обладал замечательным чувством юмора и ценил шутку, острое словцо – разумеется, не пошлое.

У нас никогда не было даже намёка на разногласие, царило абсолютное взаимное доверие и полное взаимопонимание. И никогда не было ощущения отношений «начальник – подчинённый». Лев Николаевич всегда выслушивал чужое мнение. Мог с ним не соглашаться. Но всегда относился к нему с уважением.

Лев Николаевич очень тщательно подбирал сотрудников на кафедру, как штатных, так и совместителей. Он привлекал к работе специалистов, работающих в научно-исследовательских институтах, которые представляли различные научные направления и могли привлечь студентов к полезным научным исследованиям.

В один из непростых моментов в жизни Л. Н. Королёва (это его личная формулировка) А. Н. Тихонов предложил ему перейти на полную ставку на факультет. Это предложение было с благодарностью (опять по словам Королёва) принято. Ну а мы от себя добавим: Слава Богу! Кстати, именно А. Н. Тихонов инициировал избрание Л. Н. Королёва в члены-корреспонденты Академии наук СССР, активно поддерживал его, и в 1981 году избрание состоялось. Не могу не отметить, что в дальнейшем была серьёзная возможность быть избранным и в действительные члены Академии. Ему предлагали баллотироваться декан, ректор и ряд известных академиков. Но Лев Николаевич категорически отказался, считая, что будет правильно, если это место займёт более молодой и, как он говорил, более достойный кандидат. Много мы знаем людей, способных на такой поступок?!

Лев Николаевич полностью погрузился в кафедральную работу. Он подготовил и прочитал целый ряд обязательных и специальных курсов, опубликовал монографии

и учебные пособия, издал несколько брошюр по проблемам информатики.

За свою долгую научную и педагогическую жизнь Лев Николаевич вырастил и воспитал целую армию учеников, работающих как у нас в стране, так и за её пределами, – в том числе и на других континентах. Он по праву мог бы гордиться тем, что в числе его учеников такие выдающиеся учёные, как В. П. Иванников, Г. Г. Рябов, А. Н. Томилин, Р. Л. Смелянский, И. В. Машечкин, В. А. Сухомлин и многие другие. Я называл только тех, кто сейчас трудится на факультете.

В начале 70-х годов А. Н. Тихонов организовал и возглавил Методический Совет по прикладной математике при Минвузе СССР. Этот Совет разработал и принял учебные планы и программы для факультетов прикладной математики, которые, как грибы после дождя, мгновенно расплодились по всему Союзу. Выездные заседания Совета проводились в Киеве, Минске, Ереване, Баку, Тбилиси, Ташкенте, Кишинёве и других городах. Лев Николаевич принимал самое активное участие в работе этого Совета.

Л. Н. Королёв создал и возглавил Методический Совет программистских кафедр факультета, целью которого было совершенствование учебного процесса. Необходимо сделать всё возможное, чтобы его работа продолжалась и впредь.

На кафедре АСВК на протяжении многих лет действует ещё одно детище Л. Н. Королёва – аспирантский семинар. Каждый аспирант кафедры обязан отчитываться на нём о проделанной работе, о своих результатах. Такие сообщения сопровождаются дискуссией и полезными замечаниями. Иногда на этом семинаре бывают доклады известных учёных. Так, цикл лекций для аспирантов прочитал Г. Г. Рябов. Полезность такого семинара нельзя переоценить.

В заключение не могу не вспомнить так называемые выездные заседания кафедр. Все дружно становились на лыжи



В окрестностях Звенигорода, 2007 г.

и с удовольствием катались в окрестностях Москвы. А потом зачастую следовали посиделки в квартире Королёвых. Выездные заседания в этом гостеприимном доме бывали регулярно – по праздникам и в будни. Как любил шутить А. Н. Тихонов, «коллектив надо спаивать». Всем было весело, комфортно и уютно. Всё это немало способствовало очень хорошим взаимоотношениям в коллективе кафедры. Иногда там можно было встретить и «великих мира сего», например, академиков В. А. Мельникова, А. П. Ершова.

И ещё. Я никогда не видел более дружной семьи, чем семья Королёвых. А уж отношения между Львом Николаевичем и Галиной Александровной вообще достойны восхищения. Последние годы Льву Николаевичу нездоровилось. Но он всё равно регулярно приезжал на работу, старался не пропускать семинары, выполнял необходимую текущую

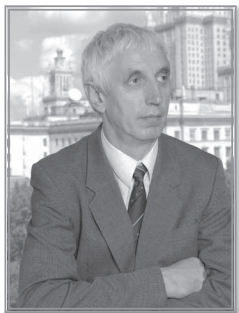


Л.Н. Королёв с женой

работу. Путь от дома у него не близкий. Приходилось ездить на такси. И Галина Александровна часто его сопровождала и ждала, пока он закончит все дела. Если же Лев Николаевич приезжал один, то первое, что он делал, – звонил домой и докладывал, что с ним всё в порядке, и спрашивал, как себя чувствует Галина Александровна. Пока он трудился, иногда звонила Галина Александровна и спрашивала, как дела у Льва Николаевича. И надо было слышать, с какой теплотой они говорят друг с другом, какое искреннее беспокойство и какая любовь в их голосах.

Лев Николаевич Королёв – это Эпоха. Эпоха в программировании, эпоха в жизни факультета, эпоха в жизни кафедры, эпоха в жизни каждого, кто его знал.

А.М. Денисов



Денисов Александр Михайлович – заведующий кафедрой математической физики факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М. В. Ломоносова (с 1994), доктор физико-математических наук (1987), профессор (1990). Окончил механико-математический факультет МГУ (1969). Окончил аспирантуру факультета ВМК (1972). Лауреат Ломоносовской премии МГУ за педагогическую работу (2001). Заслуженный профессор МГУ (2003). Действительный член РАЕН (2002). Награждён медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (2002), медалью «В память 850-летия Москвы» (1997). Работает на факультете ВМК МГУ, читает ряд лекционных курсов. Автор более 120 научных работ.

Воспоминания о Льве Николаевиче Королёве

За время своей работы я встретил очень много хороших и интересных людей. Среди них было несколько человек, которые произвели на меня особенно сильное впечатление, поскольку соединяли в себе высочайший профессионализм и замечательные человеческие качества. Таким был Лев Николаевич Королёв.

Весной 1970 года, когда я был аспирантом кафедры вычислительной математики механико-математического факультета МГУ, был образован факультет вычислительной математики и кибернетики (ВМК). Практически все сотрудники, аспиранты и студенты кафедры перешли на новый факультет, и для всех начался новый этап работы или учёбы в МГУ. Одним из отличий нового факультета от механико-математического было то, что на первом этапе он был небольшим как по количеству сотрудников, так и по количеству студентов и аспирантов. Да и размещался он в маленьком

трёхэтажном здании, бывшем административном корпусе, в котором теперь после реконструкции и расширения находится социологический факультет. По моим впечатлениям, эти обстоятельства создавали весьма уютную, дружественную атмосферу на новом факультете, где очень скоро почти все знали друг друга. Где-то в это время я познакомился со Львом Николаевичем Королёвым. Конечно, это было поверхностное знакомство профессора, заведующего кафедрой, с аспирантом, но в силу замечательных свойств характера Льва Николаевича это знакомство произвело на меня сильное впечатление. Позднее, когда я стал сотрудником факультета, а через некоторое время Лев Николаевич перешёл на факультет как на основное место работы, у нас появилось больше причин для общения. Поскольку сферы нашей научной и педагогической деятельности почти не пересекались, наши контакты в основном ограничивались теми или иными общественными мероприятиями. Так продолжалось в течение достаточно долгого времени до тех пор, пока нас не объединили учебно-методические проблемы. Здесь нужна краткая историческая справка.

В восьмидесятые годы XX века при Минвузе СССР существовал Научно-методический совет по математике. Он курировал все вопросы преподавания математики во всех высших учебных заведениях страны. Председателем Научно-методического совета по математике был академик А. Н. Тихонов. В состав совета входили секции, отвечающие за различные направления его работы. Одним из направлений работы совета было курирование подготовки по специальности «прикладная математика» в университетах страны. Следует напомнить, что в те времена университетами назывались только те высшие учебные заведения, которые сейчас часто называют классическими университетами, и в Москве тогда был только один университет – МГУ имени М. В. Ломоносова. Обучение студентов факультета ВМК МГУ проходило по специальности «прикладная математика», и поэтому



в работе Научно-методического совета по этому направлению принимали активное участие ведущие сотрудники факультета ВМК, в том числе и Лев Николаевич Королёв. В конце восьмидесятых годов XX века в стране происходили многочисленные изменения. Некоторые из них затронули высшее образование. Минвуз СССР создал Учебно-методические объединения (УМО) по группам специальностей. Одним из таких объединений стало

Учебно-методическое объединение университетов, курирующее вопросы высшего образования в университетах страны. Председателем Объединения был назначен ректор МГУ, а деканы факультетов МГУ – председателями соответствующих отделений. Таким образом, появилось Отделение прикладной математики УМО университетов, председателем которого был А. Н. Тихонов. Его заместителем был назначен я. Все эти учебно-методические дела были для меня незнакомыми, а Андрей Николаевич, в силу своей большой загруженности и возраста, не мог уделять им много внимания. Вот в это время помощь Льва Николаевича с его большим опытом работы в Научно-методическом совете по математике была поистине бесценной.

Отделение прикладной математики УМО университетов включало в себя все классические университеты страны, в которых велась подготовка студентов по специальности «Прикладная математика». В Советском Союзе таких

университетов было достаточно много. Как правило, университет представлял декан того факультета, на котором была эта специальность. От нашего факультета как головного в состав Совета отделения входили А.Н. Тихонов, Л.Н. Королёв и А.М. Денисов. Очень важно отметить, что в то время число обязательных нормативных документов, регламентирующих процесс подготовки по нашей специальности, было невелико. Главным документом был типовой учебный план, в котором перечислялись основные дисциплины и указывался объём часов, выделяемых на них. Кроме того, был сборник типовых программ по основным дисциплинам типового учебного плана. Эти два документа в значительной мере определяли содержание специальности «Прикладная математика». Конечно, Лев Николаевич курировал все вопросы, связанные с преподаванием программистских дисциплин. В это время я смог убедиться в том, каким высоким авторитетом он пользуется в университетах страны.

Хорошо известно, что методические вопросы преподавания базовых математических дисциплин имеют давнюю традицию и не так сильно подвержены изменениям, как методические вопросы преподавания программирования. Поэтому вопросы преподавания программирования являлись предметом бурных дискуссий и споров. Было удивительно наблюдать, как Лев Николаевич, при всей своей деликатности, приводил все эти дискуссии между разными факультетами и разными людьми к разумному и устраивавшему почти всех итогу.

Между тем, происходили события, имевшие большое значение для нашей работы. В 1990 году А.Н. Тихонов ушел с должности декана факультета ВМК. Это было время, когда деканов избирали, и новым деканом был выбран Дмитрий Павлович Костомаров. А затем наступил 1991 год, столь важный для нашей страны. В январе 1991 года Д.П. Костомаров, Л.Н. Королёв и я поехали в Минск в Белорусский



Поздравление от декана ВМК Д.П. Костомарова

государственный университет на совещание нашего учебно-методического совета. Организацией этого совещания занимался декан факультета прикладной математики Белорусского государственного университета Виктор Иванович Корзюк. Помимо учебно-методических проблем, это совещание запомнилось двумя событиями. Мы съездили в Хатынь. Конечно, это один из наиболее значимых реальных памятников, посвящённых ужасам войны. Его посещение произвело на нас большое впечатление. На обратном пути мы обсуждали разные аспекты Великой Отечественной войны, и Лев Николаевич рассказал мне немного о своих военных воспоминаниях и впечатлениях.

Другое событие состояло в том, что именно во время нашего совещания внезапно была устроена так называемая «павловская денежная реформа». Насколько я помню, она состояла в том, что крупные денежные купюры

обменивались на новые. Проблема заключалась в том, что это нужно было сделать быстро и по месту жительства. Таким образом, все приехавшие в Минск участники совещания попали в тяжёлую ситуацию. Они не могли поменять деньги, так как находились в командировке. Я помню, как многие волновались и возмущались, в то время как Лев Николаевич оставался спокоен. Было видно, что подобного типа проблемы волнуют его не так сильно, как многих других. В итоге, благодаря титаническим усилиям В.И. Корзюка, участникам совещания удалось поменять свои деньги, и все успокоились.

В сентябре 1991 года Лев Николаевич и я должны были лететь в Иркутский государственный университет для участия в очередном заседании нашего совета. Мы встретились днём в аэропорту Домодедово, и Лев Николаевич сказал мне, что у него поднялась температура, но совещание очень важное и он обязательно полетит. Я пытался его отговорить, но он настаивал на своём. Мы стали узнавать, где проходит регистрация, и очень скоро выяснилось, что вылет не только нашего самолета, но и многих других задерживается. Вот в это время у нас возник единственный крупный конфликт за всё время нашего многолетнего общения. Я настаивал на том, чтобы он сдал билет и ехал домой, а Лев Николаевич всё ещё собирался лететь. Как я помню, спор был достаточно жаркий и продолжался не один час. Мне кажется, что уговорить его я смог только потому, что никаких объяснений о том, когда же будет вылет, не было очень долго. Наконец, Лев Николаевич уехал в Москву. Я остался ждать вылета и был очень счастлив, когда поздно вечером узнал, что вылет перенесён на следующий день, потому что провести в старом аэропорту Домодедово целую ночь было очень тяжело.

Вернёмся к специальности «прикладная математика». Специальность «прикладная математика» появилась в начале семидесятых годов 20 века. Инициаторами подготовки



Ломоносовские чтения

студентов по этой специальности были А. Н. Тихонов и ряд других выдающихся советских учёных, имевших большой опыт применения математических методов для решения важнейших государственных задач. Институтам Академии Наук СССР, многочисленным отраслевым и специализированным научно-исследовательским институтам требовалось большое количество специалистов, умеющих применять математические методы и компьютерные технологии в различных научных, производственных и других сферах. Все это делало специальность «прикладная математика» весьма востребованной.

В начале девяностых годов в стране произошли существенные преобразования, оказавшие большое влияние на высшее образование в целом и на нашу специальность.





Ломоносовские чтения

Были закрыты многие научно-исследовательские институты, отменено государственное распределение молодых специалистов, исчезла большая потребность в высокообразованных и высокооплачиваемых специалистах по прикладной математике. С другой стороны, происходили бурные изменения в электронно-вычислительной технике, среди которых одним из наиболее значимых было широкое распространение персональных компьютеров. Эти обстоятельства нужно было учитывать при подготовке студентов. Учебный план специальности «прикладная математика» включал в себя как математические, так и программистские дисциплины. Причём в руководстве нашего методического совета Лев Николаевич был представителем программистских, а Д. П. Костомаров и я – математических дисциплин. Однако



мы все понимали, что в новых условиях необходимо увеличивать программистскую составляющую учебного плана. В результате произошло увеличение числа программистских курсов, названия которых были предложены Львом Николаевичем.

В начале девяностых годов XX века в Министерстве образования появилась идея наряду с традиционной для нашей страны подготовкой специалистов начать подготовку по двухуровневой системе: бакалавров и магистров. Это потребовало разработки новых образовательных программ, являвшихся частью новых образовательных стандартов. Лев Николаевич принимал самое активное участие в этой работе. Важно отметить, что слово «специальность» предназначалось только для подготовки специалистов, а для новой двухуровневой системы министерством было выбран термин «направление». Но нужно было придумать новое название для нашего направления, и по предложению Льва Николаевича появилось направление «Прикладная математика и информатика». Прошло немного лет, и идея двухуровневой подготовки как-то завяла, не получив широкого распространения. Однако название «Прикладная математика и информатика» оказалось очень удобным, так стала называться и прежняя специальность.

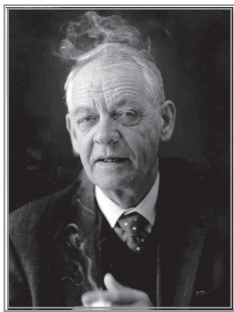
В 1993 году умер Андрей Николаевич Тихонов, и я был избран заведующим кафедрой. Одной из важных проблем, стоящих перед кафедрой, был вопрос преподавания программистских дисциплин для студентов кафедры. Большую помощь нам оказал Лев Николаевич, причём не только полезными советами. Он порекомендовал читать для студентов курс «Архитектура ЭВМ», а когда я спросил, кто бы мог его читать, сказал, что готов читать его сам, и делал это в течение нескольких лет.

В 2000 году я ушёл с должности заместителя декана по учебно-методической работе, и наша совместная деятельность в УМО университетов завершилась. Насколько

я знаю, Лев Николаевич продолжал работу в этом направлении. Наши же учебно-методические пути пересекались теперь только на факультете ВМК МГУ. В методическом совете факультета Лев Николаевич представлял третий поток, а я первый. Последнее дело, которое мы делали совместно, было составление новых учебных планов бакалавров и магистров. Как всегда, были какие-то споры и дискуссии, и, как всегда, мы достаточно быстро нашли компромиссный вариант и успешно завершили нашу работу.

За время нашего достаточно близкого общения, которое продолжалось более 25 лет, у нас, несмотря на большую разницу в возрасте, сложились дружеские взаимоотношения. Со Львом Николаевичем у меня связано много личных и важных для меня воспоминаний, благодаря которым я буду помнить Льва Николаевича не только как выдающегося учёного и педагога, но и как прекрасного человека.

В.П. Иванников



Виктор Петрович Иванников – научный руководитель Института системного программирования РАН, академик РАН, профессор (1986), доктор физико-математических наук (1980). Окончил МФТИ (1963). Лауреат Государственной премии СССР (1980). В МГУ работает с 1979 г. С 1994 г. заведует кафедрой системного программирования. Также заведует кафедрой системного программирования МФТИ (с 1996). Главный редактор журнала «Программирование». Член международных научных сообществ ACM, IEEE Computer Society; возглавляет Российское отделение IEEE Computer Society. Опубликовал свыше 100 научных работ, зарегистрировал 3 изобретения.

Лев Николаевич Королёв

Я закончил физтех в 1963 году и распределился в ИТМиВТ, а ещё до этого был там студентом три года на кафедре Сергея Алексеевича Лебедева. ИТМ и люди, которые там работали, слишком много значили для меня, хотя, как обычно, я понял это позже. В конце 1980 года я вместе с Владимиром Андреевичем Мельниковым, его инженерами и бывшими сотрудниками отдела Льва Николаевича Королёва ушёл в МЭП делать советский суперкомпьютер.

Иногда, может быть пару раз в год, я проходил или проезжал мимо ИТМ, и каждый раз, как пишут, у меня перехватывало дыхание или что-то вроде этого. Я очень остро понимал, что потерял что-то бесконечно ценное, когда ушёл из ИТМ. И так несколько лет. Потом это прошло. Хотя и сейчас, проезжая вечером мимо, я смотрю, не горит ли окно в башне, где сидел Андрей Соколов. Но света нет, там всегда темно.

Нужно сказать, что в 80-х годах ИТМ уже не был институтом моей молодости. Разборки между Мельниковым и Бурцевым немного касались и нас, молодых. Почему-то появилось много взрослых и серьёзных людей. А в 1975 году ушёл из института и Лев Николаевич. Он был человек гордый и не выносил хамства начальства. Он предлагал нам вместе уйти в ИПМ, но как я мог бросить работу по системе АС-6, инженеров и моих друзей из отдела Королёва?



С.А. Лебедев и А.А. Соколов



Л.Н. Королёв и В.А. Мельников



Учитель и ученик

Занятно, но то же дружелюбие, корпоративное товарищество я ощущал везде: в ФИАНе, куда мы ходили смотреть фильмы, в ВЦ, в ИПМ, в Академгородке. В чём дело, то ли мы были молоды, то ли время было такое, не знаю. Кстати, почему-то и погода всегда была солнечная и тёплая, хотя иногда снег бывал. Это я точно помню.

А теперь несколько воспоминаний, связанных со Львом Николаевичем. Мне кажется, что они смогут показать, как мы жили вместе и как работали.

Я удивился, когда пришёл в отдел, что все говорили на ты. Даже Марк Чайковский, который закончил физтех на год раньше меня, называл Льва Николаевича «Лёва». Но я всегда обращался к нему только на вы и «Лев Николаевич», а он ко мне всегда на ты и «Витя».

Помню, как-то Лев Николаевич принёс отпечаток статьи из журнала ЖВМ и МФ. Лев Николаевич написал эту статью и поставил меня соавтором, а я об этом не знал. Что это? Форма воспитания в стиле Льва Николаевича? Не знаю, не спрашивал. Но я почувствовал какой-то дискомфорт, и, хотя ужасно не любил писать, всё-таки написал где-то тридцать страниц текста, которые потом оченьгодились. Не было проблем для меня и для ребят выделить куски для статьи или для тезисов, когда нужда приходила. Потом эти тридцать страницгодились и для моей кандидатской диссертации.

А вот очень страшный для меня случай. В 1967 году в ВЦ проходили государственные испытания БЭСМ-6. После экспресс-обеда я сел играть в блиц (5 мин.) в зале БЭСМ-6. Вокруг толпа зрителей. Подходит Лев Николаевич: «Витя! Посмотри. Машина зависает». Ожидаемый ответ: «Сейчас. Только доиграю». А потом обычная история: когда проигрываешь, хочешь отыграться, а когда выигрываешь – хочешь подтвердить заслуженный успех. Плюс равнодушная толпа зрителей. Лев Николаевич подходил ко мне несколько раз. Наконец удалось оторваться. Что там было с машиной, не помню, но через полчаса я всё подправил. И, счастливый, двинулся к Льву Николаевичу. Подошел, а он молчит. И так молчал он ужасно долго, может быть, неделю, а может быть, месяц. И это время для меня было временем страшных переживаний. Ситуация ещё обострилась тем, что из-за ремонта комнаты мы с моим другом Толиком Ивановым переехали временно в кабинет зав. отдела Л. Н. Королёва (тоже характерно для той атмосферы. Что, другого места не нашлось?). И вот ситуация. Сидим в одной комнате, а он со мной молчит (конечно, утром здоровались и всё). Я пытаюсь заговорить,



а он молчит. А с Толиком разговаривает. Когда кошмар закончился и Лев Николаевич заговорил со мной, был безумно счастлив. Немедленно с ребятами двинулись отмечать это событие.

Следующий случай. Как-то в нашей комнате появилась штанга. Думаю, где-то 60 килограммов. И мы её время от времени поднимаем. Заходит Лев Николаевич. Поднимает эту штангу, имитируя наши не слишком атлетические движения. Мы поражены – разница в возрасте огромная (14 лет). Но как-то, много лет спустя, Лев Николаевич рассказал мне, как он на марше в войну таскал на спине станину от пулемёта «Максим» (16 килограммов). Такие дела.

Лев Николаевич старался таскать меня по разным конференциям и семинарам, заставлял выступать с докладами в Дубне, в Академгородке, в Москве, Эстонии, Киеве. В архиве А. П. Ершова есть письмо от Льва Николаевича. Там есть строка обо мне, мол, я приеду – пусть обратит внимание. Так я познакомился со всей элитой программирования. Многие из этих людей стали моими близкими друзьями. Помню, однажды он взял меня в Киев на испытания очередного «Днепра», хотя я и не был членом комиссии. Ехали ночным поездом, Лев Николаевич отвёл меня в купе Анатолия Алексеевича Дородницына. Им не хватало четвёртого для преферанса. Сели играть, заходит Лев Николаевич, спрашивает меня: «Как дела?» Я отвечаю, что результат был известен до начала игры. А. А. Дородницын ужасно оскорбился. Так в тягостном молчании игра и закончилась с тем самым очевидным результатом. Один день был вместе со Львом Николаевичем на комиссии, а потом я у него отпросился и всю неделю просидел в номере гостиницы «Москва» и писал программу, которая мне очень понравилась. Поэтому, наверное, и запомнилась эта поездка. Номер был высоко и окнами выходил на теперешнюю площадь Независимости. Предполагаю, что тогда она называлась площадь Ленина.

И вот последний эпизод.

6 сентября – день рождения Льва Николаевича. Как обычно, интеллигентные гости, бесконечные салаты, бутерброды с красной икрой. И вот в позапрошлом году (2014) мне вдруг захотелось встретиться втроём и поговорить с Галиной Александровной и со Львом Николаевичем до приезда гостей. Я позвонил и попросил разрешения. Лев Николаевич ответил: «А давай, действительно, приезжай». Мы пили коньяк, закусывали фруктами. Помню огромные сливы, почему-то удивительно вкусные. Не помню, о чём говорили, наверное, о каких-то пустяках, но было весело и мы много смеялись. Когда после длительных расставаний я вышел, то вдруг поразился, что мы вдвоём (без 10–20 грамм, налитых Галине Александровне) выпили целую бутылку, то ли 0,5, то ли 0,75. Это был один из самых счастливых дней моей жизни. Я стараюсь помнить Льва Николаевича таким, каким он был в этот счастливый для нас день. Я тот день иногда вспоминаю. Плохо, когда вспоминаю перед сном, тогда мыкаюсь всю ночь. Боль от утраты такого близкого, такого прекрасного человека пока не проходит.

Л.Е. Карпов



Леонид Евгеньевич Карпов – ведущий научный сотрудник Института системного программирования РАН (2004), доктор технических наук (1998). Окончил факультет радиоэлектроники и кибернетики Московского физико-технического института. Обучался на кафедре ЭВМ при ИТМиВТ им. С. А. Лебедева АН СССР. Окончил заочную аспирантуру при Вычислительном центре АН СССР (1983). Награждён медалью «В память 850-летия Москвы» (1997). В МГУ работает с 1989 г. В настоящее время читает лекционные курсы «Системы программирования» и «Архитектура распределённых систем программного обеспечения»

Лев Николаевич Королёв и студенты

Многие выпускники ВМК МГУ справедливо считают Льва Николаевича своим учителем. Возглавив кафедру автоматизации систем вычислительных комплексов (АСВК) в момент её образования в 1970 году, Лев Николаевич более 45 лет направлял её работу. Свои дипломные работы на этой кафедре защитили больше тысячи человек.

Однако Лев Николаевич работал с молодёжью и до образования ВМК. Академик Сергей Алексеевич Лебедев в начале 50-х годов прошлого столетия принял активное участие в становлении Московского физико-технического института. В ИТМиВТ, где после окончания мехмата МГУ работал Лев Николаевич, была организована кафедра электронных вычислительных машин, заведующим которой стал Сергей Алексеевич. Как и многие ведущие сотрудники ИТМиВТ, работал на этой кафедре и Лев Николаевич.



Кафедра АСВК

Сразу проявился талант Льва Николаевича учить студентов и помогать им учиться самостоятельно. Возглавив со временем одну из крупнейших институтских лабораторий, в которой были собраны все программисты института, Лев Николаевич увлечённо рассказывал студентам о выполняемых работах, о трудностях, с которыми приходится сталкиваться, о проблемах, которые не сразу поддавались решению, об успехах, которых было немало.

Его отличало трепетное отношение к студентам. Он не колебался, когда ввиду занятости основной студенческой аудитории института (в качестве таковой использовался актовый зал) его просили пустить группу студентов в свой кабинет, чтобы преподаватель мог прочитать там лекцию или провести семинар. Забирая необходимые ему документы со стола, Лев Николаевич почти бесшумно выходил из кабинета, стараясь не мешать уже начавшейся работе. Своим

сотрудникам он объяснял такое отношение чрезвычайным уважением к студентам, желанием избежать потери времени студентов на поиски другого места занятий, стремлением создать атмосферу творческого взаимодействия студентов и сотрудников института (всего того, что сейчас называют корпоративным духом).

Методика обучения студентов, применявшаяся на кафедре ЭВМ, предполагала непосредственное участие студентов последних трёх курсов в разработках института. Лев Николаевич был для многих из них и лектором, и руководителем научного семинара, и начальником лаборатории. Всё это создавало особые отношения между ним и его студентами и накладывало требования не только на обучающихся, но и на обучающихся. Ни разу Лев Николаевич не ответил отказом на просьбы студентов подробнее разъяснить сложные места в устройстве программного обеспечения, разрабатывавшегося в его Пятой лаборатории. В любую минуту он был готов прочитать персонально направленную лекцию

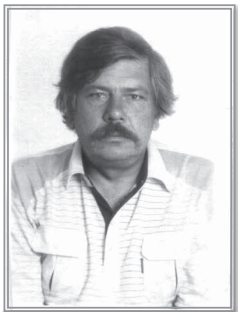


После успешной защиты дипломных работ

по интересующему студента вопросу. А эта лекция превращалась в заинтересованную беседу старшего товарища с более молодым коллегой.

Уже тогда Лев Николаевич сформировался не только как учёный, но и как Учитель (именно с большой буквы). Приобретённые и развитые эти качества были с успехом им использованы позднее, уже в МГУ на кафедре АСВК. Лев Николаевич увлечённо рассказывал студентам о таинствах профессии, но особенно интересными были его рассказы на ежегодных собраниях студентов второго года обучения, которым предстояло выбирать кафедру и научного руководителя на предстоящие несколько лет подготовки к защите дипломной работы. Энциклопедические знания и профессиональная экспертиза, которой обладал Лев Николаевич, делали многих студентов горячими сторонниками кафедры АСВК, конкурс на которую всегда превышал физические возможности немногочисленных её сотрудников.

С.Д. Кузнецов



Сергей Дмитриевич Кузнецов - главный научный сотрудник Института системного программирования РАН, доктор технических наук (1995), профессор кафедры Системного программирования. Окончил механико-математический факультет МГУ (1971). Учился в заочной аспирантуре Института точной механики и вычислительной техники. Преподавательскую работу в МГУ ведёт с 1995 г. Читает лекционные курсы по проблемам построения баз данных и СУБД, по организации ОС. Опубликовал свыше 100 научных работ.

Воспоминания о Льве Николаевиче в ИТМиВТ Академии наук СССР

Первый раз я услышал про Льва Николаевича весной 1971-го года накануне распределения после завершения учёбы на мехмате МГУ. Мы с моим близким другом Сашей Бяковым учились на кафедре математической логики у Олега Борисовича Лупанова. Вообще-то мы оба хотели в аспирантуру, но по каким-то причинам Лупанову нас брать не хотелось. Тем не менее, он относился к нам обоим очень хорошо (по-моему, так же относился ко всем студентам) и дал нам совет: «Идите в ИТМиВТ к Королёву. У него хорошая атмосфера». И этот совет был очень правильный, я за него благодарен Олегу Борисовичу всю свою жизнь.

Нужно сказать, что на мехмате в мою пору было очень настороженное отношение к почтовым ящикам. Наверное, это можно объяснить разными причинами (например, влиянием Солженицына), но больше всего не хотелось променять вольную мехматскую жизнь на подобие казармы строгого

режима. При первом визите в ИТМиВТ эти опасения пробудились вовсю: проходная очень серьёзного вида, камера хранения, куда полагалось сдавать ненужные на работе предметы, гебистского вида начальник отдела кадров и т.д. Ничего себе ИТМиВТ АН СССР, думал я.

Но вот мы встретились со Львом Николаевичем, и он полностью обаял нас (к этому времени мы уже обитали в ИТМ вчетвером вместе с Игорем Бурдоновым и Сашей Косачёвым, который заканчивал уже не мехмат, а новый факультет вычислительной математики и кибернетики (ВМиК) МГУ, и начал работать в ИТМиВТ ещё на пятом курсе). Лев Николаевич сходу понял, что нашу вольницу напугал слишком секретный и строгий вид ИТМ, и он первым делом дал нам пачку увольнительных листков со своей подписью, добавив, что баловаться, конечно, не нужно, но когда листочки кончатся, нужно не стесняясь идти к нему.

Первый месяц на работе нам совсем было нечего делать, и мы для развлечения занялись доказательством теоремы Ферма, не пытаясь найти сразу общее решение (от этого меня отгадили ферматики в мехматском общежитии), а продвигаясь потихонечку вверх по степеням. За месяц мы сумели дойти до седьмой или девятой степени, и тогда к нам зашёл Лев Николаевич и спросил, чем мы занимаемся. Мы честно ответили, и он сказал, что для первого месяца работы это простительно, но продолжать заниматься этим в ИТМ нецелесообразно.



О.Б. Лупанов и Л.Н. Королёв

Он предложил нам заняться клеточными автоматами. Его самого тогда очень интересовали идеи Евреинова о неоднородных вычислительных средах, и он подумал, что клеточные автоматы могут являться интересной моделью вычислительной среды. Нам было велено посмотреть на возможность организации вычислений в среде клеточных автоматов. Следующий месяц мы увлечённо придумывали разные виды клеточных автоматов, они успешно размножались, образуя интересные симметричные структуры, но кроме картинок ничего нам получить не удалось. В конце месяца к нам в комнату ещё раз зашёл Лев Николаевич и осведомился о наших успехах. Когда мы показали ему все свои наработки, он произнёс: «Это нужно в докладах АН СССР опубликовать».

Больше мы клеточными автоматами не занимались. Началась реальная работа. Мы познакомились с Марком Германовичем Чайковским, который учил нас программированию, с Виктором Петровичем Иванниковым, который стал учить нас всему ремеслу, с инженерами. Жизнь стала очень интересной, напряжённой, весёлой. Мне больше всего нравилось позвонить Льву Николаевичу и попроситься к нему в кабинет. Он почти никогда не отказывал. И тогда можно было поговорить с ним о текущих делах или (ещё лучше) послушать разговоры Королёва с Подшиваловым, Рябовым, Иванниковым, Бабаяном, Томилиным и другими уважаемыми старшими товарищами.

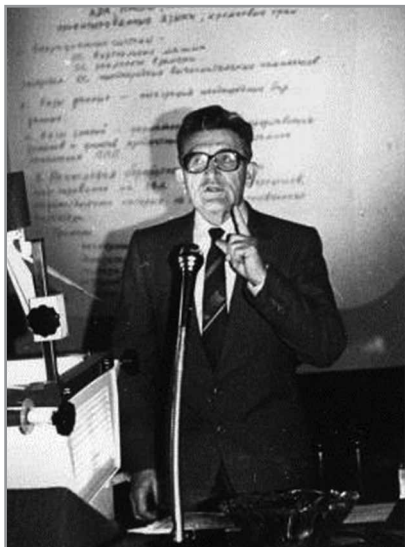
Через год или два мы с Бяковым уже вовсю занимались операционной системой Центрального процессора комплекса АС-6, и мне были доверены управление процессами и средства их синхронизации. С подачи Виктора Петровича я прочитал массу статей, и через несколько месяцев считал себя самым подготовленным в видимых окрестностях по этим гайкам. Похоже, что Лев Николаевич заметил моё любование собой (каюсь, всю жизнь грешен), поскольку в один прекрасный день он сказал: «Сергей Дмитриевич, а не могли бы Вы рассказать у нас на семинаре про

параллельные процессы и синхронизацию». Нужно сказать, что Лев Николаевич называл всех молодых специалистов по имени-отчеству. Меня он стал называть Серёжей (и всё равно на вы) только после моего шестидесятилетия.

Семинар, про который идёт речь, назывался Семинаром отдела логических и структурных схем, и в нём участвовали все программистские лаборатории ИТМиВТ. Я всегда любил публично выступать, и на этом семинаре с места в карьер начал рассказывать о семафорах, событиях, мониторах и т.д. Королёв немного послушал, увидел, что нахальство и самоуверенность из меня просто прут, и спросил с места: «Сергей Дмитриевич, а не могли бы Вы определить для нас-недоучек, что же такое есть процесс?». После нескольких попыток ответить с разгона я задумался и в конце концов признался, что не могу ответить на вопрос.

Это был очень полезный урок, за который я буду благодарен Льву Николаевичу до конца жизни. Я понял, что (а) излишняя самоуверенность мешает, (б) лектор должен знать в десять раз больше слушателей, (в) некоторые понятия определять не следует, это бесполезно.

К сожалению, в 1975 году Королёв ушёл из ИТМиВТ, и мы стали встречаться гораздо реже. Но и первые мои опыты в деле обучения студентов связаны с его именем. Ещё совсем молодым я немного поработал у него на кафедре.



Лектор

Н.Н. Попова



Нина Николаевна Попова – доцент кафедры СКИ факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова, кандидат физико-математических наук. Окончила факультет ВМК МГУ (1974), аспирантуру факультета (1977). Кандидат физико-математических наук (1982). Заслуженный преподаватель МГУ (2004). Руководитель студенческой лаборатории Интел-МГУ. На факультете ВМК читает курс лекций по методам разработки параллельных программ для высокопроизводительных вычислительных систем. Автор более 50 научных работ.

Мудрый наставник и замечательный человек

Судьба подарила мне возможность сначала учиться, а потом и работать под руководством Льва Николаевича Королёва. Впервые услышав его в 1970 году на встрече со студентами только что созданного нового факультета вычислительной математики и кибернетики Московского университета, я навсегда связала свою жизнь с этим замечательным человеком. Выполняла дипломную работу под его руководством, защищала кандидатскую диссертацию под руководством его ученика, Александра Николаевича Томилина, а потом в течение многих лет работала под руководством Льва Николаевича на кафедре АСВК.

Мои воспоминания о Льве Николаевиче Королёве посвящены той части его жизни, которая была связана с воспитанием учеников поколения двухтысячных годов. Имена учеников старшего поколения: академика В. П. Иванникова, профессора А. Н. Томилина, члена-корреспондента РАН



Защита курсовых работ

Г.Г. Рябова, члена-корреспондента РАН Р.Л. Смелянского, профессора И.В. Машечкина, профессора В.А. Сухомлина, профессора Н.В. Макарова-Землянского, профессора А. Ивани (университет имени Л. Этвёша, Венгрия), профессора П. Брусиловского (университет Питсбурга, США), профессора П. Станишича (университет Черногории) и многих других – широко известны не только у нас в стране. Научная школа Льва Николаевича насчитывает более 40 докторов и кандидатов наук. Молодое поколение учеников Льва Николаевича – это студенты и аспиранты спецсеминара «Суперкомпьютерная обработка данных с использованием нейросетей и эволюционных алгоритмов». Многие из этих студентов уже закончили факультет, некоторые ещё учатся на факультете. В среднем 5–7 студентов ежегодно выпускались в жизнь спецсеминаром. Кому-то везло больше – Лев Николаевич соглашался на непосредственное научное



*Пуск суперкомпьютера
Blue Gene_P 2007*

руководство, кто-то был счастлив тем, что Лев Николаевич терпеливо выслушивал подробные доклады о работе, неизменно всегда советуя, как лучше поступить, что сказать, что сделать. Не меньше 100 выпускников спецсеминара с гордостью сегодня могут сказать, что их научным наставником был Лев Николаевич. Он был внимательным и требовательным со своими учениками, уважал и ценил в человеке талант, старался увидеть в человеке то, что часто не видели другие. Некоторые из его учеников добились больших успе-

хов, хотя начинали свой научный путь отнюдь не с самыми блестящими оценками. Были и другие примеры, когда Лев Николаевич не прощал своим ученикам проступки, противоречащие его моральным принципам.

Обладая притягательной силой своего обаяния, Лев Николаевич никогда не был добреньким. Критика, которую можно было услышать от Льва Николаевича в оценке тех или иных научных результатов, всегда была справедливой и настраивала на работу. Лев Николаевич был человеком высоких моральных принципов. Его имя не часто можно увидеть в числе соавторов статей, хотя таких обоснованных предложений у него было предостаточно. Свое имя он просто вычёркивал из публикаций, в подготовке которых, как он считал, он не принимал участие. Своим примером он

учил нас честному отношению не только к науке.

Лев Николаевич разрешал студентам совмещать учёбу и работу. Причин для такого совмещения находилось много. В случаях, когда студенты не справлялись, Лев Николаевич говорил: «Если работа мешает учёбе, брось её». Что бросать – оставалось на выбор студенту.

Название спецсеминара отражает и те основные научные направления, в которых работал Лев Николаевич последние 20 лет. Льва Николаевича Королёва по праву можно считать одним из основоположников отечественного направления суперкомпьютерных технологий. Монография «Структуры ЭВМ и их математическое обеспечение», в которой излагаются основные принципы организации вычислительных систем, стала настольной книгой, на которой выросло не одно поколение отечественных вычислителей и программистов.

Лев Николаевич активно поддерживал идею продвижения параллелизма в учебные программы специальности по прикладной математике. Сохранились его предложения по модернизации основных учебных курсов, расширению программ курсов темами, связанными с различными аспектами параллельных вычислений. При поддержке Льва Николаевича происходила модернизация вычислительной базы факультета и МГУ, что позволяло факультету оставаться



Будни на ВМК

в числе ведущих в мире учебных заведений, активно использующих в учебном процессе суперкомпьютеры.

Научные исследования Льва Николаевича в области параллельных вычислений связаны с идеей моделирования параллельных программ с использованием коэволюционных клеточных автоматов. Дальнейшее развитие этой идеи Лев Николаевич продвигал в создании теории сети взаимодействующих автоматов для предсказания динамических характеристик параллельных программ.

Лев Николаевич обладал удивительным даром научного предвидения, научной интуиции. В середине 90-х годов прошлого столетия Лев Николаевич одним из первых увидел и стал продвигать идею использования генетических алгоритмов для нестандартного решения многих сложных задач. Первым в нашей стране он выступил с анализом теории генетических алгоритмов и предложениями по их использованию. Впоследствии эта идея переросла в идею эволюционных вычислений, нейросетевой обработки данных. На этой идее под руководством Льва Николаевича велась разработка информационной системы суперкомпьютерной обработки данных.

Работать со Львом Николаевичем в новых направлениях науки было интересно. Он умел видеть необычные постановки задач, всегда старался учить студентов не просто «запрограммировать задачку», а найти обоснование для её решения. Хочется отметить одну занимательную деталь. Участвуя в выполнении грантов, которыми руководил Лев Николаевич, мне часто приходилось заниматься подготовкой научных отчётов. Совместная, бок о бок, работа над такими отчётами выливалась в увлекательный творческий процесс. Лев Николаевич, как великий маэстро, мог превратить черновой набросок в замечательную картину, правильно расставив штрихи и акценты.

Замечательный, нетривиальный литературный стиль Льва Николаевича проявлялся в многочисленных посланиях, поздравлениях, официальных и неофициальных

письмах, которые он всегда готовил самостоятельно. Поздравительные открытки, которые Лев Николаевич обязательно оставлял на рабочем столе в нашей 768 аудитории – ещё одна трогательная частичка памяти о нём.

Вспоминать о Льве Николаевиче можно бесконечно. В первый год работы на кафедре надо было постигать секреты преподавательского мастерства, вливаться в коллектив кафедры. В такие моменты особенно ценны помощь и совет старшего. Помню, как Лев Николаевич просто пригласил меня и ещё несколько молодых преподавателей к себе домой встретить вместе с его семьёй Новый год. Это было очень необычно и трогательно. Впоследствии кафедральные отмечания праздников в гостеприимной семье Льва Николаевича стали традицией на кафедре. Понимая, сколько хлопот мы доставляли такими праздниками, мы пытались предлагать свою помощь, на что Лев Николаевич отвечал, что беспокоиться не надо и что он не понимает,



Новый учебный год. День рождения Л.Н. Королёва, 2010 год

зачем надо убираться в доме до прихода гостей – это надо делать после их ухода.

В день избрания Льва Николаевича членом-корреспондентом Академии наук я позвонила ему, чтобы поздравить с таким важным событием. В ответ на поздравление Лев Николаевич сразу же пригласил к себе в гости, предупредив, что гостей уже много, но гречневая каша ещё осталась. Гости, приехавших поздравить Льва Николаевича, и правда было много, а что было на столе, уже не имело никакого значения. Мы были горды и счастливы за Льва Николаевича.

Студенты семинара всегда обязательно готовили поздравления Льву Николаевичу ко дню Победы. Для Льва Николаевича это был особенный праздник. Его трепетное отношение к празднику передавалось и студентам. В последний раз подарком ко дню Победы был макет знамени Победы, собственноручно сделанный студентами.

Ученики Льва Николаевича всегда любили и уважали Учителя, видели в нём пример того, как надо строить свою жизнь. Для нас он остаётся мудрым наставником и замечательным другом.



Поздравление с Днём Победы, 2014 год

Будни ВМК











Г.Г. Рябов



Геннадий Георгиевич Рябов – профессор Факультета вычислительной математики и кибернетики, зав. лабораторией методов компьютерной визуализации НИВЦ МГУ имени М. В. Ломоносова, член-корреспондент РАН. Окончил механико-математический факультет МГУ (1958). Доктор технических наук с 1984 г. Лауреат Государственной премии СССР (1974), лауреат премии им. С. А. Лебедева АН Украины (1989). Награждён орденами Ленина (1987), Трудового Красного Знамени (1978). Заслуженный деятель науки РФ (1999). Опубликовал свыше 100 научных работ.

Воспоминания о Л.Н.Королёве (Сары-Шаган)

Впервые я увидел Льва Николаевича на механико-математическом факультете МГУ в начале 1958 года. По поручению академика Сергея Алексеевича Лебедева, директора созданного в 1948 году Института точной механики и вычислительной техники АН СССР, Королёв, сам выпускник мехмата, ознакомился с ситуацией предстоящего распределения выпускников. Мне трудно было тогда представить, что через два года мы окажемся вместе в столь отдалённых и суровых местах, как Голодная степь (Бет-пак-дала), выполняя на полигоне работы по отладке первой (теперь уже можно это сказать с определённой программой управления в реальном времени экспериментальной системой противоракетной обороны (главный конструктор системы – Григорий Васильевич Кисунько). Собственно речь идёт не об отладке в привычном смысле этого слова, а о постоянной переработке и добавлении новых блоков, учитывающих детали

функционирования локационных станций и стартовых позиций, включая сюда и аэродинамические свойства противоракеты. Достаточно сказать, что первоначальный вариант программы состоял из 10 тысяч команд, а через два года программа содержала 40 тысяч команд. Всё в этой работе было неизведанным, в том числе и главный вопрос: «Можно или нельзя практически осуществить перехват противоракетой головной части баллистической ракеты?»

Над созданием этой системы трудились десятки передовых научных и производственных коллективов, многие десятки тысяч специалистов нашей страны, и теперь управление объектами, разнесёнными на десятки и даже сотни километров, надо передать программе, по которой вычислительная машина М-40 в автоматическом режиме за 15–30 минут, управляя этими объектами по линиям связи, должна решить задачу перехвата (промах в точке встречи не должен превышать 20 метров).

В этой задаче трудно переоценить роль коллектива ИТМиВТ, выполнившего разработку управляющей машины М-40, её изготовление на заводе ЗЭМЗ, разработку общей структуры программы управления, оснащение машины программами элементарных функций и работы с полиномами. Здесь ещё раз следует подчеркнуть, что это середина 50-х годов – младенческий возраст машинной математики и программирования в кодах команд. Поэтому масштабы ответственности заместителя главного конструктора по программному обеспечению Льва Николаевича Королёва (именно на такую должность он был назначен академиком Лебедевым) за реализацию программы управления в реальной системе даже трудно осознавались. Позднее, вспоминая эти годы, сам Лев Николаевич признавался, что только молодость и масштабность проекта отодвигали на второй план все сомнения и опасения.

Какую команду возглавлял Королёв? В основном это были выпускники мехмата МГУ и МФТИ. Полигонная часть



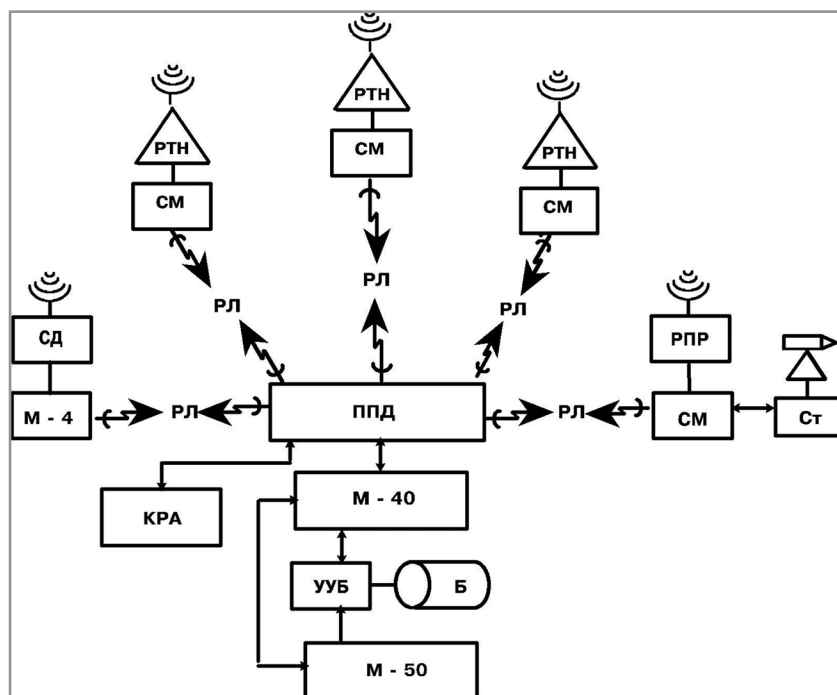
Участники системы «А»

команды, на которую легла львиная доля работы по отладке программы с реальными объектами и боевыми пусками, в разные периоды насчитывала 7–12 человек вместе с прикомандированными выпускниками военных вузов. Какую черту Королёва как руководителя следует подчеркнуть – полнейшее доверие к руководимой команде и оптимизм в достижении поставленной цели. Но жизнь на полигоне – это не только машинный зал М-40 и окружающие помещения в здании 40-й площадки (официальной вычислительной станции и командного пункта системы «А»).

Несколько характерных штрихов из общей картины полигонной жизни. Распорядок типичного рабочего дня. Подъём в 6.30, подача к месту проживания (25-метровому барaku) крытого грузовика в 7.00 и отъезд в гарнизонную столовую на завтрак, после завтрака на том же грузовике на 40-ую площадку (примерно 10 км), далее работа до двух часов, затем на обед опять на грузовике и обратно на площадку, работа до 9 вечера или с продолжением на ночную смену. И это на фоне суровейших морозов и ветров зимой и изнурительной жары в летние месяцы.

Всё это не казалось тогда утомительным или неустроенным – настолько захватывающей была общая проблема. Надо сказать откровенно, что отладка программы параллельно с ещё отлаживаемыми объектами системы всегда

чревата многими неожиданностями и неудачами. К этому надо быть готовым, но когда всё это впервые в мировой практике, то всё ещё сложнее. Так, на одном из этапов отработки системы в так называемом режиме ЗТПР (заданная траектория противоракеты) произошло ЧП (о нём мы узнали лишь через несколько часов, а по приборным данным казалось, что всё было в норме и отклонения от заданной траектории были в норме). Работа по подготовке и самому пуску длилась несколько часов, с большими задержками по готовности объектов и линий связи (с раннего утра до вечера). Поэтому после экспресс-анализа результатов работы по данным



Вычислительный комплекс первой системы ПРО

контрольно-регистрирующей аппаратуры практически все представители войсковой части покинули территорию 40-й площадки. В машинном зале осталось несколько человек из ИТМиВТ во главе со Львом Николаевичем Королёвым. Нам надо было ещё раз «прокрутить» магнитные записи данных пуска для ещё одной проверки... Прошло около двух часов (дело было летом и было ещё светло), и вдруг открывается дверь в машинный зал, уставленный шкафами с ламповыми блоками машины М-40, и появляется величественная (не побоюсь этого слова) фигура первого секретаря ЦК компартии Казахстана Динмухамеда Ахмедовича Кунаева... Мы сразу поняли, что это связано с только что законченным пуском. Позднее стало понятно, в чём дело. Изделие (так часто называли противоракету) улетело слишком далеко, хотя по дальности должна была сработать автоматическая самоликвидация, но не сработала... Правда, это не привело к какому-нибудь ущербу. Но никакого разноса не было, а гость стал интересоваться контролем в процессе пусков. И тут он с интересом прослушал краткую лекцию Льва Николаевича об управлении от вычислительной машины. С каким достоинством держался тогда Королёв! При этом с магнитной ленты был воспроизведён весь процесс прошедшего пуска. Было видно, что это общение произвело на Кунаева большое впечатление. Он пожал каждому руку и, обращаясь ко всем, сказал: «Желаю успеха», и с этими словами покинул машинный зал. Дальнейшую картину поведения примчавшегося военного начальства, не заставшего Кунаева, каждый может себе представить... Ну а после этого, помимо автоматической самоликвидации по дальности, в программу был внесён блок контроля выхода траектории изделия за пределы заданного конуса с выдачей в этом случае команды принудительного подрыва изделия. Больше такие перелёты не повторялись.

В целом надо отметить очень последовательную позицию Королёва по учёту в программе мельчайших отклонений

в работе объектов системы от штатного режима – программа в каждом блоке отвечала на вопрос: «А что, если...». Так что каждый пуск или проводка цели использовались для получения максимальной информации о функционировании системы. Это была большая школа для нас, молодых научных работников, но она была и школой для молодого тогда научного руководителя Льва Николаевича Королёва. Ну а в минуты отдыха Лёва всегда поражал всех окружающих своим тонким юмором.

В истории навсегда осталось 4 марта 1961 года – дата первого в мире успешного перехвата противоракетой головной части баллистической ракеты, и мы горды, что частица нашего труда сыграла свою роль в этом событии в хмурый по погоде, но такой радостный для всех нас день.

*А создатели программы:
Степанов, Рябов, Королёв –
Ошибок ловят килограммы,
Отладка им, что рыбный клёв.
Дымилась, падая, ракета,
Она упала за бугор.
Частица нашего бюджета,
Увы, пылает как костёр.
Но как бы трудно не бывало,
В работе жизнь как хороша!
У незнакомого посёлка,
На диком берегу Балхаша.
Нам часто снятся эти даты,
Машины тех минувших дней,
И ОЗУ наше в три обхвата,
Панель сгоревшая на ней.
Когда ж была головка сбита,
То расцвела у всех душа!
У незнакомого посёлка,
На диком берегу Балхаша.*

Р.Л. Смелянский



Руслан Леонидович Смелянский – профессор Факультета вычислительной математики и кибернетики, зав. лабораторией вычислительных комплексов МГУ имени М. В. Ломоносова (с 1984 г.), член-корреспондент РАН (с 2011 г.). С отличием закончил факультет ВМК МГУ (1977). Работает на факультете с 1980 г. Доктор физико-математических наук (1990), профессор (1991). Научный руководитель лаборатории «Безопасность информационных систем». Заслуженный деятель науки Российской Федерации (2002). В настоящее время читает два основных курса: «Введение в компьютерные сети» для бакалавров и «Дополнительные главы компьютерных сетей» для магистров. Автор более 260 научных работ.

Лев Николаевич Королёв

Как обычно, основа воспоминаний – хронология событий. Но в памяти остаются лишь те, которые мы выбираем эмоционально, в зависимости от силы переживания. Мы по-разному реагируем на, казалось бы, внешне одинаковые события из-за различия нашего эмоционального отношения к их участникам. По мере воздействия эмоции бывают разные. Самые сильные – это те, которые нас изменяют. Иногда под их влиянием возникает эмоциональная связь, порой перерастающая в зависимость от отношения к тебе определённого человека. Когда и как возникает эта эмоциональная связь, и почему она часто становится источником как большой радости, так и сильнейшей боли?

Со Львом Николаевичем Королёвым мы проработали вместе 39 лет. Такой длительный срок вместил многое: успехи, победы, радости, неудачи, огорчения, разочарования... Бывало, мы спорили, наши мнения не совпадали, он

критиковал мою позицию, я не соглашался с его суждениями. Иногда случались конфликты, но могу признаться: наши разногласия для меня всегда были поводом к сильным переживаниям. И наоборот, его интерес, похвала могли быть стимулами для нового рывка в работе. И даже в последние годы, делая то, в чём был уверен, не ощущая потребности в чьём-либо одобрении, я признавался себе, да и Льву Николаевичу говорил об этом, что его оценка для меня исключительно важна. И в этом чувстве не было ничего рационального. Это была сильная, порой болезненная, труднообъяснимая привязанность к личности. Вероятно, это и называется почитанием.

Всё началось весной 1974 года с моего распределения на кафедру АСВК. У меня не было особых колебаний, раздумий о выборе кафедры. Я поступил на факультет ВМК, уже проработав два года в Главном вычислительном центре Госплана СССР, всю программу проинтерпретировал на ассемблере IBM 360, писал на Фортране. С 1 курса вёл научную работу у Сергея Суленовича Гайсаряна, с которым я был знаком ещё до поступления в Московский университет. Сергей Суленович работал в НИВЦ МГУ и был доцентом на кафедре АСВК. Поэтому на кафедре АСВК я оказался вполне естественно.

Интересная история связана с названием кафедры, именуемой сейчас



Студенческий праздник

кафедрой автоматизации систем вычислительных комплексов. Как мне рассказывал Лев Николаевич, оригинальное название было «кафедра автоматических систем и вычислительных комплексов». Однако, пока бумаги «ходили», «собачка в пути успела слегка подрасти», и в итоговом приказе появилось то название, которое теперь носит кафедра. Ну, прямо по Тынянову – поручик Иже.

На 5 курсе Лев Николаевич предложил мне поступать к нему в аспирантуру. К этому времени Сергей Суренович ушёл из МГУ. У меня было ещё одно предложение – от Валентина Васильевича Воеводина. «Душа моя разрывалась» между этими двумя предложениями. Валентин Васильевич читал у нас на первом курсе алгебру. Этот предмет стал одним из моих любимых. На старших курсах я убедился, что алгебра – мощнейший инструмент программиста для анализа структур данных и программ. Однако программистская «жилка» пересилила, и я принял предложение Льва Николаевича.

Так случилось, что годы моей аспирантуры пришлось, насколько я могу догадываться, на не самый лёгкий период в жизни Льва Николаевича – уход из ИТМиВТ, института, где он проработал более 20 лет, начиная с 1954 года, срыв ряда проектов, в которых он был одним из зачинателей. Стоит сказать, что 70-е годы оказались непростыми для отечественной вычислительной техники. В Академии наук СССР, в руководстве страны боролись разные течения, были разные точки зрения на пути развития вычислительной техники.

У Льва Николаевича был принцип – должно быть конкретное дело, у которого, в свою очередь, должен быть конкретный заказчик. А тут сложилась такая ситуация после его ухода из ИТМиВТ, когда заказчик у него исчез. Позднее, как мне рассказывал сам Лев Николаевич, он однажды решил для себя, что к 50-ти годам отойдёт от руководства крупными проектами, дав возможность молодёжи проявить себя. 50 лет ему исполнилось в 1976 году. У Королёва было особое

отношение к молодёжи. Энтузиаст по натуре, он в неё верил. Верил, что ещё не заражённые цинизмом, жадой стяжательства, полные сил, желания творчества, молодые люди на многое способны.

В этот трудный для него период Лев Николаевич пишет книгу «Структуры ЭВМ и их математическое обеспечение», которая выдержала несколько изданий. Надо заметить, что лучшими лекарями от невзгод он считал работу и время. Полагал «душевные ковыряния» бесполезным занятием. В качестве помощника редактора этой книги он рекомендовал меня Екатерине Ивановне Стечкиной – заведующей редакцией математики в издательстве «Наука». Была она человеком неординарным и даже выдающимся: выпускница мехмата МГУ, она обладала острым умом, блестящим чувством юмора, волевым и властным характером. Она не могла работать с автором, если не испытывала к нему человеческого и профессионального уважения. Многие авторы между собой называли её Екатериной Великой, почитали и даже немного побаивались. Ко Льву Николаевичу Екатерина Ивановна относилась очень бережно и с большой симпатией. Так, благодаря Льву Николаевичу этот проект положил начало моему многолетнему сотрудничеству с редакцией математической литературы и дружбе с Екатериной Ивановной.

В работе над книгой Льва Николаевича меня впечатлила его потрясающе точная письменная речь, тщательность подбора слов и отточенность формулировок. Мы много и долго обсуждали отдельные части рукописи. С присущим молодости задором и максимализмом я пытался что-то критиковать, оспаривать. Королёв терпеливо и спокойно объяснял, аргументировал. Не согласиться с его доводами было трудно, и я, как правило, сдавался. Признаюсь, его искусство владения письменным словом никогда не переставало меня восхищать. Его поздравление с моим 60-летием – это образец блестящего эссе. Это даже не столько поздравление,



Л.Н. Королёв и Р.И. Подловченко

сколько мудрые советы на будущее от человека, который хорошо тебя знает и которому ты небезразличен. Я это поздравление бережно храню.

Благодаря Королёву я имел возможность общаться и работать со многими выдающимися учёными в области вычислительной техники

и программного обеспечения, такими как В. А. Мельников, В. С. Бурцев, Б. А. Бабаян, Д. Б. Подшивалов, В. М. Курочкин, А. П. Ершов, В. Е. Котов, И. В. Поттосин, А. А. Летичевский, Ю. В. Капитонова, И. В. Вельбицкий, М. Р. Шура-Бура, Э. З. Любимский, И. Б. Задыхайло, В. К. Левин, Б. А. Головкин, Р. И. Подловченко, Г. Г. Рябов, В. П. Иванников, А. Н. Томилин и многие, многие другие. Общение с ними глубоко повлияло на мое представление и понимание профессиональных проблем, подходов к их решению, сформировало представление о профессиональной этике. Королёв никогда не давил своим авторитетом в научной работе. Он говорил: «Я буду высказывать Вам своё непонимание того, что Вы делаете, и задавать неудобные вопросы».

В оценке людей он был сдержан, предельно деликатен, старался не переносить личные отношения на дела.



На конференции



Стремился быть объективным. Часто говорил: «Меньше внимания обращайтесь на слова, смотрите на дело. Результат – вот главный аргумент».

Думаю, что неслучайно после работы над рукописью в издательстве «Наука» Королёв вовлёк меня в новый проект в издательстве «Мир» – перевод книги «Software Portability», тематика которой была весьма актуальна в то время. Лев Николаевич никогда не выступал как переводчик и предложил в качестве титульного редактора этой книги Дмитрия Борисовича Подшивалова – ученика Владимира Михайловича Курочкина, одного из основных разработчиков компиляторов для вычислителей, спроектированных в ИТМиВТ. Работа с Подшиваловым стала для меня настоящим испытанием и хорошей, но суровой школой. Дмитрий Борисович блестяще владел английским. В сочетании с глубокими практическими знаниями в области языков программирования, архитектуры ЭВМ и методов компиляции это давало потрясающий эффект для качества перевода, но для переводчика это был суший ад! Никакая небрежность, неточность в переводе, отступление от оригинала не могли пройти незамеченными им. Язвительный комментарий на полях, мелким каллиграфическим почерком, был вам обеспечен. К слову, именно Подшивалов настоял на том, чтобы перевести «Software Portability» как «перенос программного обеспечения». До этой книги с лёгкой руки одного из отечественных специалистов по страницам отечественных публикаций «гулял» термин «мобильность программного обеспечения», что конечно не является точным переводом термина «Software Portability». Участие в подготовке этих двух книг стало для меня важным этапом моего профессионального роста и началом многолетнего сотрудничества с этими двумя издательствами. Конечно же, эти проекты были для меня и материальной поддержкой. У меня уже была семья и были нужны деньги.

Отмечу ещё раз, в научной работе для Льва Николаевича было важно иметь конкретного заказчика. Ещё до ухода из ИТМиВТ Лев Николаевич взял к себе несколько аспирантов, в том числе и меня, но его уход повлёк за собой потерю заказчиков у тех проектов, под которые изначально брались аспиранты. Лев Николаевич прилагал много усилий, чтобы найти новых заказчиков, инициируя наши выступления в различных НИИ. Иногда информация о таких выступлениях поступала за день, за два до выступления, и тогда приходилось готовиться ночами. Но если Королёв давал возможность выступить или говорил, что это надо сделать, то даже мысли не возникало найти причину, почему этого делать не стоило бы.

В декабре 1981 года Льва Николаевича избрали членом-корреспондентом Академии наук СССР. Мы все – вся кафедра – переживали, ждали результатов голосования. В тот же день, когда их объявили и стало известно о его избрании членом-корреспондентом Академии наук, вся кафедра собралась у него дома. Лев Николаевич был счастлив, весел, излучал радость. Приходило очень много людей поздравить его в тот вечер, хорошо помню приход А.П. Ершова и Н.С. Бахвалова и обстановку нашего общего ликования, искренней радости и гордости за него.

Весной 1982 года в МГУ произошло очень важное событие, которое оказало кардинальное влияние на развитие нашего факультета, – академик А.А. Логунов, в то время ректор МГУ, своим приказом вывел НИВЦ МГУ, созданный академиком А.Н. Тихоновым, из состава факультета ВМК. Факультет лишился жизненно важной базы для учебно-научной работы. И тогда А.Н. Тихонов поставил перед Л.Н. Королёвым задачу создания Учебно-научного вычислительного комплекса (УНВК).

Это была очень непростая задача. Во-первых, в силу финансово-экономической нормативной базы во времена СССР купить средства производства – а ЭВМ относились

к этой категории товаров – было непросто. Даже если у организации были деньги, этого было недостаточно. Нужны были так называемые фонды – право на покупку, удостоверение, что производство этого товара запланировано Госпланом СССР. Во-вторых, 2-й учебный корпус МГУ, где располагался факультет ВМК, был построен по проекту гостиницы, который был подвергнут «косметической» доработке и не предполагал создания в нём крупного вычислительного центра. На 1 этаже были выделены два больших зала, но они совершенно не были подготовлены для размещения в них вычислительной техники – не было холодильных установок, источников чистого электропитания. В-третьих, для оборудования и проведения необходимых строительных работ в корпусе нужны были разрешения многочисленных инстанций, проектные и строительные работы, а для этого нужны были особые деньги – на капитальное строительство, – которых у факультета не было, а в МГУ их не хватало.

Думаю, что Л. Н. Королёв осознавал всё это, но принцип «наличие конкретного заказчика», энтузиазм, возможность дать своим ученикам проявить себя сыграли свою роль. Стать своим заместителем в этом проекте Лев Николаевич предложил мне. Имея большой опыт работы в студенческих строительных отрядах, я прекрасно понимал, что за этим предложением стоит огромная организационная и административная работа. Но форма, в которую Королёв облачил свою просьбу: «Мне нужен единомышленник», подкупила. Начали работать. Убеждён, что проект УНВК сформировал меня как будущего руководителя. Я многому научился, общаясь с такими организаторами, как академик А. Н. Тихонов, проректоры МГУ И. М. Тернов, С. Ф. Дунаев, В. А. Садовничий, главный инженер Дементьев, начальник службы, а позднее главный инженер МГУ В. И. Папсуев и другие члены ректората.

С другой стороны, в команду УНВК входили уже немалодушные опытные специалисты, пришедшие на факультет из НИВЦ МГУ, такие как К. В. Вейс, Е. И. Гуревич, – и с ними тоже следовало выстраивать конструктивные взаимоотношения. Много молодёжи участвовало в работе – это тоже требовало особого внимания с его стороны.

Особенно трудно было взаимодействовать со множеством вышестоящих инстанций. И вот здесь Лев Николаевич всё брал на себя, защищая и поддерживая молодёжь. Помню, как после очередной «разборки» о разделе площадей с тогдашним руководством НИВЦ МГУ проректор И. М. Тернов дал указание уволить меня из МГУ. Королёв встал на мою защиту, написал ему докладную записку, в которой убеждал, что я выполнял его, Королёва, прямое указание, а значит, увольнять следует его. Ясно, что при таком раскладе увольнение не состоялось.

Однако это были нелёгкие времена. Не всегда наши взгляды со Львом Николаевичем на развитие проекта, реакция на те или иные события совпадали. Я был молод, настырен, не хватало опыта и терпения. Андрей Николаевич Тихонов, тогда уже директор ИПМ им. Келдыша, приезжая утром на факультет, сразу вызывал меня с докладом о ходе работ, давал указания, просил подготовить официальные письма в разные инстанции. В то же время Лев Николаевич, у которого было своё мнение, своё видение, не всегда, видимо, был согласен. Я оказался между ними и это было нелегко. Непросто было и Льву Николаевичу.

Работа над таким масштабным проектом невозможна без столкновения интересов, характеров, позиций. Конфликты здесь неизбежны. И в такие моменты выручало очень важное качество Льва Николаевича, казавшееся мне непостижимым, – умение всегда ладить с людьми. Казалось, у него нет недоброжелателей. Он умел мастерски вести диалоги, обходить острые углы, примирять спорящих, гасить страсти.

И его огромное терпение, выдержка и дипломатический дар часто играли решающую роль в продвижении дела.

Восхищала меня и его способность реагировать на трудные вопросы. Если ответ был для него не сразу очевиден, он виртуозно переходил к обсуждению деталей, казалось, навсегда уводя собеседника от сути. Но это только внешне. Мысль его работала над формулировкой главного. И только тщательно продумав ответ, он произносил его вслух. И это всегда было очень точно.

Но была в его характере непонятная для меня странность, которая очень огорчала. В стремлении никого не обидеть, он, как мне казалось, отказывался от борьбы за какие-то важные рубежи. Не хотел идти наперекор стереотипам, опасался сопротивляться, отступал. На мое недоумение по этому поводу однажды грустно сказал: «Меня, знаете ли, конфликт не бодрит! Это для меня, как для полицейского драка». И в интонации сквозила усталость.

Теперь, спустя годы, сам прожив большую часть жизни, пытаюсь объяснить это мудростью. Как сказал Джон Фаулз: «Бездействие – тоже действие. Я не только то, что я делаю, но и то, чего я не делаю. Отказ действовать зачастую равносителен немотивированному поступку, основная цель которого доказать, что я свободен». Кстати, о свободе. Лев Николаевич был сторонником предоставления аспирантам полной свободы научного поиска. Это очень побуждало к творчеству, и я ему за это безмерно благодарен. Позже, когда у меня появились свои ученики, мы не раз дискутировали с ним о творческой, научной, человеческой свободе. И в этом диалоге с ним вопросов рождалось больше, чем ответов, поскольку самые неразрешимые противоречия заключены в понимании свободы. Готовы ли молодые люди взять на себя бремя свободы? Это всегда проблемы труднейшего выбора. Готов ли ты к риску, потерям, тревогам, поражению... Множество философских, психологических аспектов в этой связи обсуждали мы с ним. Именно он заставил меня задуматься

об этической составляющей, которая обретает особый смысл в контексте размышлений о свободе выбора. Этот диалог, конечно, не имеет конца. Только в индивидуальной практической работе и человеческом общении каждый учёный и педагог находит свои ответы на эти вечные вопросы.

Смею предположить, что Лев Николаевич искал свои ответы на эти вопросы. В последние годы особенно, как мне кажется, он был склонен к философскому созерцанию, бывало, что его угнетали мрачные мысли, но ни разу я не заметил, чтобы это отразилось на работе и человеческих отношениях. Он всё-таки был деятель, созидатель, практик.

Но как бы то ни было, к 1988 году наш УНВК был построен, превзошёл НИВЦ МГУ по вычислительной мощности, объёму хранилища данных, развитию терминальной сети. У нас была установлена уникальная по тем временам высокопроизводительная вычислительная система Изот с 4-мя матричными процессорами, работала БЭСМ-6, ЕС-1035, спарка из двух ЕС-1045. УНВК стал в то время самым мощным среди вычислительных центров вузов страны.



Л.Н. Королёв с делегацией в США

Несмотря на большую загрузку в проекте УНВК, Лев Николаевич инициирует ещё несколько проектов. Один из них в области методической работы. Шло становление дисциплины, которую у нас называли «Программирование», на западе в США – «Computer Science», «Software Engineering», в Европе – «Информатика». Какие курсы должны входить в программу обучения, каково должно быть их наполнение? Многое приходилось делать «с колёс». Фактически шёл эксперимент. В этом эксперименте основополагающей была концепция, предложенная Андреем Николаевичем Тихоновым. Согласно ей, факультет должен был готовить специалистов, охватывающих весь жизненный цикл задачи: от её математической постановки, через модель, построение алгоритма до реализации его на ЭВМ и интерпретации полученных результатов. В то время, когда учебник по программированию насчитывал 270 страниц, такое было возможно.

Многие курсы сначала обкатывались в виде спецкурсов, потом на их основе строились обязательные курсы. Так появился годовой курс



Л.Н. Королёв с делегацией в США



«Микропроцессоры, микро и мини-ЭВМ», который мы со Львом Николаевичем читали для студентов второго курса. Читали вдвоём потому, что у факультета не оказалось аудитории, куда помещались бы все студенты. Позже по инициативе Льва Николаевича появился курс «Параллельные вычисления», который я читал вместе с Игорем Борисовичем Задыхайло. Подготовка новых курсов требовала новых методических подходов, и Лев Николаевич всерьёз берётся за совершенствование методической работы, которая с тех пор всегда была в фокусе его интересов. В результате в середине 90-х он инициирует создание методического совета программистских кафедр, бессменным руководителем которого он был до последних дней.

Здесь надо отметить, что уже с 1971 года Лев Николаевич входил в состав Научно-Методического Совета по специальности «Прикладная математика» при Минвузе СССР. По этой специальности готовили специалистов все факультеты вузов СССР, родственные нашему факультету. Лев Николаевич отвечал за состав и программы дисциплин, связанных с подготовкой программистов.

Не секрет, что процесс становления нашей дисциплины, будем называть её привычно «программирование», продолжается и по сей день, будет продолжаться и далее. Мне приятно, что наше со Львом Николаевичем видение этого процесса совпадало, что мы и продемонстрировали в совместной статье «Проблемы преподавания программирования в классическом университете». Статья вышла в 2000 году. Мы отмечали влияние Интернета на процессы обучения и констатировали, что этот вид деятельности уже стал отраслью индустрии.

В США к 2000 году оборот в индустрии производства программного (только программного!) обеспечения превысил оборот автомобилестроения! Производство кристаллов (в 2000 году было произведено около 176 млрд. микропроцессоров) превысило в несколько раз число произведённых

телевизоров. В статье отмечались беспрецедентные темпы развития трёх основных движущих сил информационных технологий – микропроцессорной техники, телекоммуникации и инженерии программирования.

Лев Николаевич всегда подчёркивал, что программирование как наука безусловно базируется на классических дисциплинах общей математики (общая математическая культура). Она также очень тесно связана со многими специальными математическими дисциплинами. Здесь характерно, с одной стороны, интенсивное взаимное проникновение идей, теорий и методов, с другой, – очень высокий темп обновления знаний в этих областях. По существу, программисту в течение его продуктивной жизни требуется постоянно изучать, осваивать и развивать новые методы, теории и идеи. Для этого ему необходима фундаментальная математическая подготовка как в области теоретического, так и в области естественного научного моделирования. Но уже в то время стало ясно, что концепция А.Н. Тихонова требует творческого развития, поскольку общий объём знаний в этой дисциплине достиг гигантского размера. Например, только объём справочников по Theoretical Computer Science, Software Engineering, Data Communication составил 5 000 страниц мелкого убористого текста!

Еще одним важным проектом для нашей кафедры был проект, инициированный Львом Николаевичем при содействии академика В. А. Мельникова, САИВС–5 – Система Автоматизированного Исследования Вычислительных Систем. В то время под руководством Мельникова создавалась отечественная супер-ЭВМ с векторно-конвейерной архитектурой. Нужны были инструментальные средства для анализа проектных решений. Их созданием занимались сотрудники кафедры. Именно благодаря этому проекту, к которому меня привлёк Лев Николаевич, я осознал необходимость и актуальность проблемы анализа поведения программ. До этого программу рассматривали как статическую сущность

и информацию о ее поведении получали из анализа текста. Для параллельных и распределённых вычислений анализа текста уже было недостаточно. С этой концепцией я обратился ко Льву Николаевичу. И в 1984 году при его поддержке на факультете была открыта одна из первых программистских научно-исследовательских лабораторий – лаборатория Вычислительных комплексов, которая до сих пор успешно работает.

Однако, как говорится, «не хлебом единым». Лев Николаевич прекрасно осознавал необходимость и важность формирования команды, создания системы обрядов, традиций, формирующих сопричастность людей общему, объединяющему их. Для студентов это был ритуал посвящения в студенты кафедры АСВК, на которую исторически конкурс был очень высок. Эта церемония проходила при свечах (надеюсь, пожарные не будут читать эти строки), студенты давали своего рода «клятву верности» делу программистов, был, если мне не изменяет память, даже гимн кафедры, сочинённый Львом Николаевичем. Лев Николаевич часто выступал в общезнании в главном здании перед студентами факультета. Он очень высоко ценил живое общение с ними.

Для преподавателей кафедры таким ритуалом, конечно, были «посиделки» у Льва Николаевича дома. Для аспиранта быть приглашённым на эти посиделки была большая честь. Собирались не реже 2–3 раз в год. Особенно хороши были посиделки с пельменями, когда все собирались достаточно рано, часа в 2 пополудни, и начинали лепить и готовить пельмени под разговоры о том о сем, споры и не только... Очень хорошо помню «клубничный вечер». Лев Николаевич и Галина Александровна привезли со своей дачи ведро, а может быть, два первой клубники и пригласили всю кафедру в свой дом на «ягоды». С нескрываемым удовольствием они скормили нам весь урожай и искренне радовались.

Вообще праздники Лев Николаевич любил. Многие помнят, как широко отмечались его юбилеи. С какой

непосредственностью он принимал поздравления. Как живо реагировал на экспромты в обстановке приятного торжества. Помню, как естественно эти праздники перемещались в их дом, где Галина Александровна неизменно угощала гостей своим фирменным бульончиком.

В доме у Королёвых не было никакой роскоши, но всегда было радушно и уютно. Шкафы с книгами, письменный стол, а на нём дивный светильник, который Лев Николаевич сделал сам из корня какого-то дерева. На стенах картины, подаренные друзьями, – часто они же оказывались и авторами. Помню картину Г. Г. Рябова. Лев Николаевич и сам рисовал очень хорошо. Галина Александровна показала мне его рисунки.

Ещё он очень любил мастерить что-нибудь своими руками. Живо и с большим интересом осваивал новые навыки. В последние годы, когда ему дарили то, что сегодня называют гаджетом, он с увлечением мальчишки начинал досконально изучать новое устройство, старался понять, как оно устроено.

Лев Николаевич любил музыку и живопись. Он с удовольствием ходил в консерваторию, брал абонементы. В его домашней библиотеке было немало отличных альбомов с репродукциями картин, хранящихся в лучших галереях мира, книг по истории живописи. Он много знал о художниках, восхищался Босхом, однажды обмолвился, что хотел бы иметь альбом с его работами, и мы к 80-летию подарили ему диск, на который скачали целую галерею работ Иеронима Босха.

Он, безусловно, был очень одарённым человеком, его гибкий и живой ум позволял свободно переходить от теоретических и научных споров к анекдотам, бытовым зарисовкам, поговоркам, а чувство юмора и хорошая память обеспечивали неожиданные реакции. Однажды я спросил его, как он себя чувствует, и он вдруг выдал губермановское:

*В органах слабость, за коликой спазм,
Старость не радость, маразм – не оргазм.*

Замечу, что я никогда не слышал от него грубых, вульгарных шуток или анекдотов. Отменный вкус и отвращение к пошлости отличали его всегда. И я не представлял себе, что в его присутствии возможны какие-либо вольности. Он умел держать дистанцию, и окружающие чувствовали это. Интересной мне казалась его реакция на начальство всякого рода. К начальству он относился осторожно и настороженно. Ко мнению начальства всегда прислушивался, субординацию неукоснительно соблюдал, был дисциплинирован, но особым чинопочитанием не выделялся. Как-то стояли мы с ним в длинной очереди на вход в здание президиума РАН на общее собрание. Ждали первое лицо. Беспрецедентные меры безопасности. Вся академическая рать выстроилась в многочасовую очередь. Поодаль – машина скорой помощи. Стоим, что-то вяло обсуждаем. Вдруг Королёв предлагает: «Руслан Леонидович, продолжите, пожалуйста:

Рядами длинными наука

Стремилась Путину внимать...».

Не успел я рта раскрыть, как один из стоявших рядом членкоров выдал:

«О боже мой, какая скука

На эту суету взирать».

Льву Николаевичу рифма не понравилась, но содержание он оценил. Посмеялись. Он, безусловно, много читал, имел в литературе свои пристрастия. Суждения его были интересны и оригинальны. Не всегда наши литературные вкусы совпадали, но, к моему удовольствию, он разделял со мной симпатию к Саше Чёрному. И тем не менее, я не помню, чтобы он поддерживал разговоры о литературе.

Отмечу только тонкую иронию, которой он изящно отбивался от банальных или глупых вопросов. Однажды юная аспирантка с нарочитым пафосом спросила его, кого из классиков русской или зарубежной литературы он особенно выделяет. Он с интересом посмотрел на нее и лукаво

произнёс: «Вот знаете ли, диссертации моих аспирантов мне очень нравятся. Прямо зачитываюсь!»

Заканчивая свои воспоминания, хочу отметить, что многое из того, что сделал этот человек, он делал первым или одним из первых. Работы по машинному переводу с английского языка в 50-е годы, доклад на IFIP-конгрессе о методах компактного представления словаря в памяти ЭВМ. Пионерские работы по применению ЭВМ для управления в режиме реального времени. Первые отечественные разработки мультипрограммных операционных систем. Он был одним из первых, насколько я знаю, кто осознал необходимость выделить и сформулировать базовые понятия для интерфейса операционных систем с приложениями, – то, что позднее было воплощено в стандарте POSIX. В одной из своих статей в 70-е годы он попытался сформулировать механизмы, необходимые операционной системе для поддержки того, что мы сейчас называем объектно-ориентированной программой. Уже в последние годы мы с ним неоднократно обсуждали его видение перспектив развития программирования. Он видел назревающий кризис, суть которого в том, что, с одной стороны, современные вычислители содержат сотни тысяч ядер и их число постоянно растёт, с другой стороны, технология их программирования по-прежнему почти такая же, как и для однопроцессорных систем. В то же время многие вычислители, созданные природой, основаны явно не на принципе детерминизма.

Вот таким я буду помнить Льва Николаевича Королёва. Человека, который принадлежит к когорте патриархов отечественного программирования. Закончить эти воспоминания я хочу словами великого русского философа Н. А. Бердяева о русской аристократии: «Мы не в состоянии возродить эту категорию людей. Мы обязаны хотя бы сохранить память о них».

В.А. Сухомлин



Владимир Александрович Сухомлин – профессор факультета вычислительной математики и кибернетики, зав. лабораторией методов открытых информационных технологий МГУ имени М.В. Ломоносова, доктор технических наук (1989). Окончил факультет АВТ Московского энергетического института (1969). Награждён медалью «В память 850-летия Москвы» (1997). В МГУ работает с 1989 г. В настоящее время преподаёт на факультете ВМК. Имеет более 80 печатных работ, в том числе 6 книг.

Тринадцатый

Я познакомился со Львом Николаевичем Королёвым в 1971 году. Это произошло в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ), куда я приехал вместе со своим начальником Дыгиным В. С. по предварительной договорённости для обсуждения договора на изготовление и поставку в нашу организацию специализированной аппаратуры сопряжения (АС-6), предназначенной для организации вычислительных комплексов на базе ЭВМ БЭСМ-6 (по тем временам самой быстродействующей ЭВМ в Советском Союзе). Наша организация – НИИ Радиоприборостроения (НИИРП) являлась головной по созданию системы противоракетной обороны (ПРО) и отвечала за проведение комплексных научных исследований и опытно-конструкторских работ в этой области. При выполнении этих работ широко применялись методы имитационного моделирования систем и средств ПРО, реализуемые на ЭВМ БЭСМ-6.



ЭВМ БЭСМ-6 и ЭВМ CDC-6600 (сзади). Музей науки в Лондоне

Сложность и масштабность задач по тематике ПРО существенно превосходили ресурсные возможности ЭВМ БЭСМ-6, поэтому актуальнейшей задачей для нашей организации стало создание головного вычислительного моделирующего центра (ГВМЦ), оснащённого современными быстродействующими ЭВМ, объединёнными в многомашинные комплексы.

Несколько слов о собственной персоне. В 1969 году я закончил факультет автоматики и вычислительной техники Московского энергетического института (АВТФ МЭИ) и был распределён в тот самый почтовый ящик, который и представлял на первой встрече с Л. Н. Королёвым. К тому моменту я исполнял обязанности руководителя группы и интенсивно осваивал новую для себя область, называемую системным программированием, уделяя особое внимание теории конструирования компиляторов.

Когда мы в назначенное время вошли в небольшой кабинет, то увидели там двух мужчин средних лет. Одним из них оказался начальник первой лаборатории Владимир Андреевич Мельников, а вторым – начальник пятой лаборатории – Лев Николаевич Королёв. Первая лаборатория отвечала за разработку аппаратного обеспечения БЭСМ-6 и АС-6, а пятая – за разработку системного программного обеспечения. Надо сказать, что сначала, увидев воочию сразу двух докторов наук, мы несколько ступешались, но хозяева кабинета столь увлечённо и энергично, иногда наперебой принялись рассказывать нам о своих разработках, что напряжение быстро прошло и с нашей стороны посыпались вопросы. В первой части этой почти часовой беседы большую часть времени рассказывал о технических решениях Владимир Андреевич. Из его рассказа мы узнали, что под аппаратурой сопряжения скрывается огромный монстр, целая машина, обвешанная специализированными каналами обмена информацией, дополнительными автономными запоминающими устройствами, специальной ЭВМ для обслуживания каналов связи, собственной периферией. Далее большую часть времени говорил Лев Николаевич. Он сделал обзор системы команд АС-6 и возможностей её операционной системы. Меня в частности интересовал вопрос наличия в системе команд процессора АС-6 поддержки для разработки компиляторов с языков высокого уровня. В заключение встречи мы обсудили возможные решения по комплексированию БЭСМ-6 для нашей организации, обменялись контактами, определили следующие шаги по подготовке необходимых документов. В самом конце беседы я узнал, что Лев Николаевич получил кафедру на вновь открывшемся факультете МГУ имени М. В. Ломоносова – факультете вычислительной математики и кибернетики (ВМК). Набравшись смелости, я попросил разрешения посещать спецкурсы и спецсеминары новой кафедры, на что получил полное одобрение. Надо сказать, что этим воспользовался и стал посещать семинары

кафедры регулярно, стараясь принимать активное участие в их работе. Также прослушал некоторые спецкурсы, в том числе и курс Льва Николаевича по архитектурам ЭВМ. Вот эта первая встреча с Королёвым и Мельниковым хорошо запомнилась и оставила на душе добрый след и чувство симпатии по отношению к ним обоим. Думаю, что прежде всего подкупала их увлечённость делом и высокий профессионализм, тактичность и интеллигентность в общении с людьми, умение слушать и понимать собеседника, и, конечно же, тонкое чувство юмора, которым они могли украсить любое, даже очень серьёзное мероприятие.

В последующем контакты с ИТМиВТ по теме первого посещения этого знаменитого института продолжились, в частности, по вопросам программного обеспечения АС-6 с руководителем команды разработчиков Виктором Петровичем Иванниковым и членами его боевой молодёжной команды.

А со Львом Николаевичем регулярные встречи наладились уже на факультете ВМК, в основном на семинарах кафедры. Мне особенно импонировало его умение вести



Преподаватели и студенты

спецсеминары. Он всегда предлагал слушателям актуальные и интересные темы для обсуждения, а проведение самого мероприятия превращал в небольшой импровизированный спектакль. Подкупала демократичность и, одновременно, рабочий характер создаваемой им атмосферы семинара, профессиональные и тактичные, порой содержащие определённую долю юмора комментарии руководителя семинара.

Весной 1972 года я попросил Льва Николаевича поддержать меня с приёмом в заочную аспирантуру ИТМиВТ и стать моим научным руководителем. Эта аспирантура являлась учебной структурой АН СССР и учиться в ней считалось престижным делом, но попасть в неё было чрезвычайно сложно. Получив его согласие, всё лето усиленно готовился к поступлению в аспирантуру и, успешно сдав вступительные экзамены, осенью 1972 года стал аспирантом ИТМиВТ, чем и горжусь до сего времени. Запомнилась сдача экзамена по специальности, который у меня принимали Лев Николаевич и Дмитрий Борисович Подшивалов, считавшийся тогда одним из самых могучих умов института. Гоняли меня по всей программе изрядно, но добросовестная летняя подготовка не прошла даром и помогла достойно выдержать натиск членов экзаменационной комиссии. Оба члена комиссии на подведении итогов отметили мою сильную подготовку и поставили оценку «отлично». И именно на этом экзамене я увидел другого, неизвестного мне Королёва – не добренького, общительного, доброжелательного дядечку, а цепкого, принципиального, объективного экзаменатора. Как показали последующие годы нашего знакомства и сотрудничества, именно принципиальность во всём – принципиальное отношение к делу, к жизни, к людям было главным стержнем его натуры.

По существу сразу же после поступления в аспирантуру у меня состоялись две встречи со Львом Николаевичем, которые я хорошо запомнил и которые стали для меня знаковыми. Первая встреча состоялась вскоре после официального зачисления меня в аспирантуру ИТМиВТ. Я привёз

в институт, теперь уже к шефу, целый портфель своих наработок, рассчитывая обсудить с ним свою научную работу, конкретизировать тему и цели исследования. К тому времени я исполнял обязанности начальника лаборатории системного программирования и имел наработки по трём потенциально диссертательным направлениям – автоматизация конструирования компиляторов, разработка проблемно-ориентированных пакетов и систем, создание специализированных систем имитационного моделирования. Лев Николаевич долго и терпеливо слушал мой рассказ, а затем, подумав, изрёк следующие слова: «Владимир Александрович, у вас есть все возможности для написания диссертации, но... (здесь он по-королевски улыбнулся и продолжил) спасение утопающего, как говорят, дело рук самого утопающего. Тут я сразу всё понял. Мне даже стало как-то неловко, что я битый час грузил шефа, большого учёного, своими проблемами. Понял, что к шефу такого уровня надо идти с созревшими отработанными решениями, а не с вопросами «что делать». Стало очевидным, что важными качествами, которые ценил Лев Николаевич в людях, были самостоятельность и деловитость. Видимо этого он и ожидал от меня. После этой беседы я больше не беспокоил шефа проблемами с диссертацией до самого окончания аспирантуры, когда его участие в оценке сделанной работы и организации защиты было необходимо. Но с тех пор все свои инициативы выносил на обсуждение с кем бы то ни было только после тщательной проработки их решения.

Вторая беседа с Л. Н. Королёвым, которая стала судьбоносной, состоялась на факультете ВМК после одного из семинаров с моим выступлением. Я ему рассказывал, что перевёл много интересных статей и всякого материала из области системного программирования и при необходимости готов ещё что-либо рассказать на семинаре. Подумав, Лев Николаевич сказал буквально следующее: «Теперь вы являетесь аспирантом академической аспирантуры, а аспиранты могут

читать собственные спецкурсы, подумайте на эту тему». Это было сказано по-королевски, как бы между прочим, но эти слова глубоко засели в моём сознании.

Надо сказать, что в то время через мои руки проходило довольно много материала, прежде всего зарубежного, по вопросам вычислительной техники и программного обеспечения, так как в нашем институте была достаточно хорошо налажена работа информационной службы. Еще одним источником информации был наш новосибирский филиал – конструкторское бюро системного программирования, или КБСП. В этой организации был собран едва ли не весь цвет советских программистов. Только перечень имен: А. П. Ершов, М. И. Нечепуренко, В. Л. Катков, Г. И. Кожухин, И. В. Поттосин, Г. Д. Чинин, Ф. Р. Цанг, И. М. Максимей – говорил сам за себя. И наш ГВМЦ (по сути, моя лаборатория) должен был курировать КБСП, то есть согласовывать тематику и содержание работ КБСП. Практически каждый год я летал в Академгородок в командировки по вопросам согласования работ и большую часть времени в этих командировках старался проводить в уже тогда знаменитой библиотеке А. П. Ершова. Надо сказать, что в общении с великими авторитетами из КБСП мне также помогало то, что я был аспирантом Л. Н. Королёва, так как сибиряки, не очень-то почитавшие московских коллег, к Л. Н. Королёву относились с абсолютным уважением, и я чувствовал, что на его ученика это благожелательное отношение в какой-то степени распространялось.

Одним словом, материала у меня для начала преподавательской работы было достаточно. Предложение Л. Н. Королёва не давало покоя, и с нового семестра, решившись на подвиг, я объявил свой собственный спецкурс, который назвал просто «Системное программирование». За основу курса взял переведённую мной книгу Н. Вирта с таким же названием, добавив работы Р. Кнута, К. Стречи, Р. Конвея и др. Первый «блин» оказался «не комом». Курс получился

востребованным для студентов. Весной сдали экзамен по этому курсу более десятка человек. Когда я докладывал об этом Льву Николаевичу, он похвалил и сказал, что советует готовить годовой курс и открывать свой спецсеминар. И опять летний отпуск пришлось разменять на подготовку к уже новому учебному году. С начала 1973/74 учебного года с подачи Льва Николаевича я был зачислен в штат факультета ВМК как почасовик. С этого момента официально началась моя преподавательская деятельность на факультете ВМК. Как сейчас помню своих первых студентов, а затем и дипломников: Евгения Зуева, Георгия Калянова, Наталью Сеницыну, Сергея Паршина, Леонида Матвеева. Первый год я им читал тот же курс по системному программированию, расширенный в части формальных языков и грамматик и дополненный вопросами теории компиляции. Забегая вперёд, скажу, что и в этот раз итог оказался неплохим. Толк из этих ребят явно получился. Е. Зуев остался верен компиляторам, защитил диссертацию, создал ряд компиляторов, в том числе первую отечественную реализацию стандарта языка C++, преподавал в Цюрихе, работал в крупных зарубежных компаниях именно как специалист по компиляторам. Г. Калянов стал профессором, доктором наук, защитил докторскую по CASE-технологиям, в которых в качестве языков спецификаций использовал аппарат формальных грамматик. С. Паршин несколько лет работал заместителем директора КБСП, переехавшего в город Гомель. Н. Сеницына всю жизнь проработала ведущим программистом в НИИРП, а Леонид Матвеев в этом же институте успешно писал боевые программы для командных пунктов системы ПРО.

С преподавательской работой на кафедре Л.Н. Королёва время закрутилось ещё быстрее. Наступил 1975 год – год окончания аспирантуры. Лев Николаевич сам пригласил меня на разборку. Хотел выяснить состояние дел с диссертацией. Времени не пожалел. Просидели не один час. В целом он остался доволен проделанной работой. Теперь нужно

было её оптимальным образом скомпилировать и положить на бумагу. Выяснилось, что недоставало научных публикаций. Шеф помог опубликовать три мои статьи во вновь учреждённом журнале «Программирование». Дело оставалось за малым – нужен был текст диссертации. Перед летним отпуском Лев Николаевич вновь пригласил меня к себе, чтобы оценить возможность представления диссертации к защите в срок. Еще раз обсудили, что включать в текст диссертации, каковы основные научные и прикладные результаты диссертационной работы. Зная мою перегруженность на работе – а к тому времени я возглавлял отдел в полста человек, – он сказал слова, которые у меня стоят, кажется, в ушах до сих пор. Он сказал, что если вы не напишете диссертацию сейчас, то не напишете её никогда. Оставалось только сказать: «Есть, постараюсь». Вновь весь отпуск пришлось отрабатывать обещание шефу. Никак не хотелось его подвести. К началу учебного года я принёс Льву Николаевичу более ста листов текста диссертации. В итоге представление к защите состоялось в срок.

Организацию защиты шеф взял в свои руки. Решил, что защищаться будем на диссертационном совете ВМК. В качестве первого оппонента он выбрал Андрея Петровича Ершова, в то время члена-корреспондента АН СССР. Другими оппонентами захотел видеть физтеховского профессора Бориса Арташесовича Бабаяна, известного конструктора ЭВМ из ИТМиВТ, и Виталия Шахновича Кауфмана, доцента из НИВЦ МГУ. С оппонентами созванивался он сам. Трудности на пути к защите были. Одна из самых больших – согласование даты и времени работы диссертационного совета факультета с графиком полётов за границу через Москву первого оппонента Андрея Петровича Ершова, который не пропускал ни одной крупной международной конференции и, естественно, желал совместить полёт из Новосибирска в США или Европу с полётом в Москву на защиту моей диссертации. Для меня тоже был дискомфортный момент,

связанный с защитой. Дело заключалось в том, что в условиях открытой защиты об основном результате работы, который был для меня особенно дорог, я не имел права даже заикаться. Поэтому пришлось подстраивать диссертацию под академический лад. Назвали мы её так – «Система построения трансляторов СПАРТАК» – и акцент в ней делался на инструментарий, с помощью

которого была создана, как сейчас сказали бы, среда разработки системы программирования на языке Алгол 60. Именно на этом языке разрабатывались в моём десяти тысячном институте модели и программно-алгоритмическое хозяйство проектируемой системы ПРО.

Основной же результат моих усилий, как мне казалось, состоял в том, что, во-первых, с помощью этой среды удалось как минимум на порядок ускорить разработку большого объёма программных моделей проектируемой системы ПРО и, во-вторых, впервые создать полнофункциональную комплексную имитационную модель этой системы и её программно-алгоритмического комплекса, объединив программным способом, а также увязав в модельном времени в период исполнения порядка 50 больших задач, описывающих основные функции системы ПРО на этапах ближнего и дальнего перехвата целей. Создание такой модели позволило институту в сжатые сроки с честью выполнить ответственный НИР, заданный постановлением ЦК КПСС и Совмина СССР. Созданная модель системы ПРО стала эффективным инструментом отработки комплекса алгоритмов системы А-135 и использовалась несколько лет, вплоть



За кафедральным рабочим столом

до перехода на новое поколение машин – МВК «Эльбрус», которые стали поступать в 80-х годах. Этот результат мне казался самым ценным итогом проделанной работы и, к моему сожалению, о нём нельзя было произнести ни слова на открытом Совете.

Лев Николаевич всё это хорошо понимал, но считал, что материала и так достаточно, чтобы успешно защитить диссертацию. Он был спокоен и тверд, и в разговоре со мной сказал коротко: «Прорвёмся!». Его уверенность передавалась и мне. В итоге защита прошла успешно, и в 1976 году я стал кандидатом физико-математических наук. После защиты я подошёл ко Льву Николаевичу, чтобы выразить свою благодарность за его поддержку. После этого начал извиняться, что доставил ему столько хлопот. На что шеф ответил, что это святая обязанность научного руководителя – организовывать защиту своего подопечного, а то, что вышло хлопот несколько больше обычного, так это потому, что я у него были тринадцатым защищённым кандидатом. Как всегда, и в этот раз Лев Николаевич без шутки обойтись не смог. Но эта шутка не могла скрыть ещё одного важного качества, присущего Королёву, – высокой личной ответственности за судьбу своего ученика.

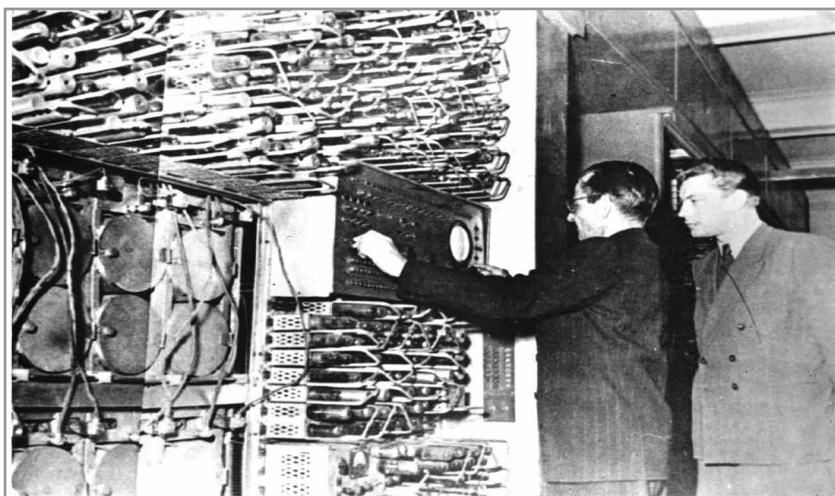
Вспоминая всё это, ещё раз благодарю судьбу за то, что она свела меня с этим человеком, который указал мне путь в МГУ, доверил и дал возможность развернуть на кафедре преподавательскую работу, поддержал с защитой диссертации и на протяжении долгих лет оставался моим ангелом-хранителем и мудрым советчиком. Это был светлый человек, умевший вершить судьбы окружающих людей даже лёгким прикосновением к ним, ненавязчивым мудрым советом. Многие люди, как и я, будут всегда хранить в своём сознании чувство благодарности ему за сформированную под его влиянием или с его помощью траекторию их жизни. Память о Льве Николаевиче Королёве храню в своём сердце, и эту память передавал и буду передавать своим ученикам.

Машинный зал

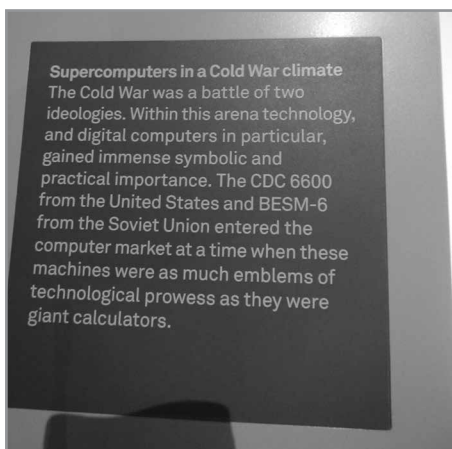


Машина БЭСМ-1 на первом этаже здания ИТМиВТ в Москве

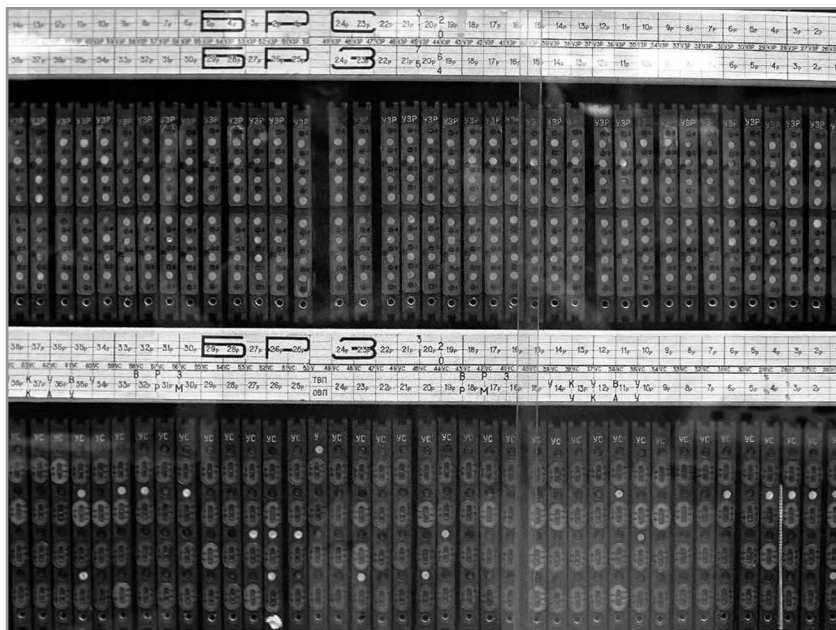
50-е годы...



С.А. Лебедев и В.А. Мельников у БЭСМ-1



*БЭСМ-6.
За ней стоит
американская машина CDC-6600.
Экспонируются в Лондонском
музее науки с октября 2014 года.*



«Линейки» электронных блоков БЭСМ-6

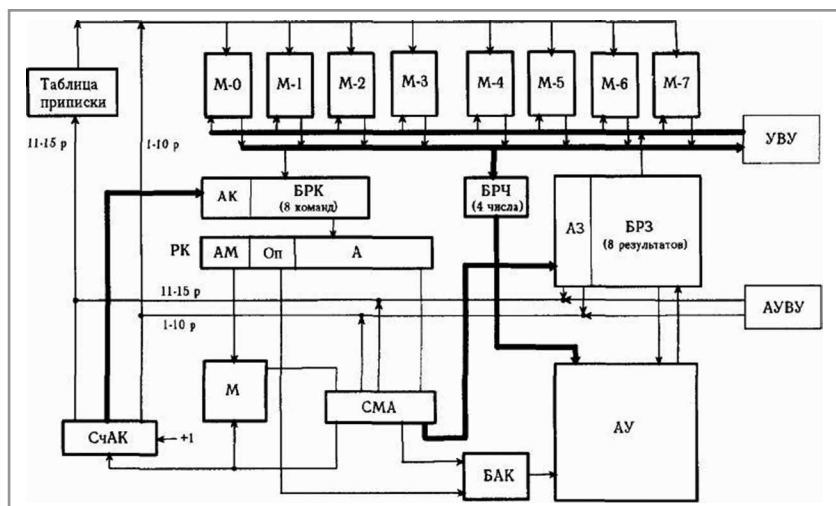




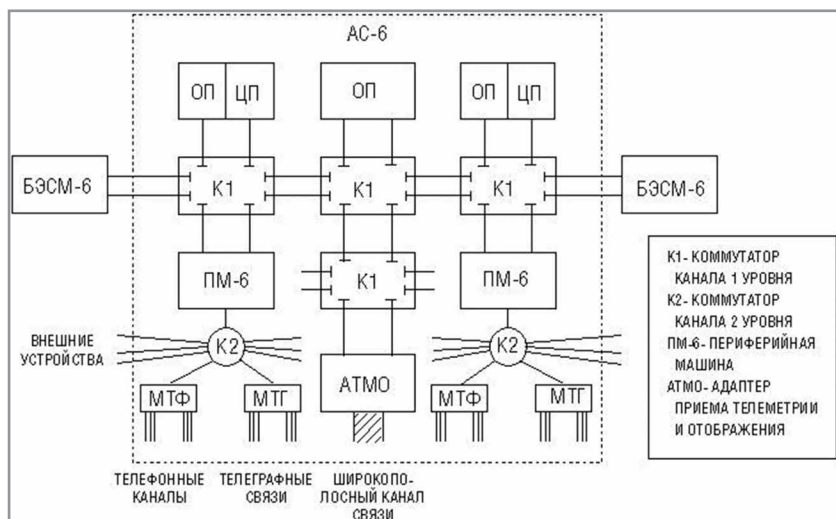
*И вновь команда собралась,
проблем экипировочных не счесть,
Но та игра ей удалась,
хоть целью был не гол, а БЭСМ-6.*

*Известна высшая оценка,
что фигуристам как мечта.
И вот шестерка без натяжки
Созданию их присуждена.*

*Да, БЭСМ-6 служила верно
всем математикам страны,
За четверть века мы наверное
Спасибо ей сказать должны.*

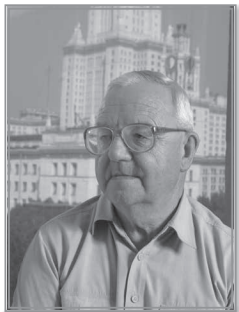


Структурная схема БЭСМ-6



Информационно-вычислительный комплекс АС-6 - БЭСМ-6

А.Н. Томилин



Александр Николаевич Томилин – главный научный сотрудник Института системного программирования РАН, профессор. Окончил механико-математический факультет МГУ в 1956 г. Доктор физико-математических наук с 1990 г. Лауреат Государственной премии СССР (1969). Лауреат премии им. С. А. Лебедева РАН (2002). Заслуженный деятель науки РФ (1999). Награждён медалью «Ветеран труда». На факультете ВМК читает курсы по вычислительным системам и операционным системам ЭВМ. Имеет более 50 научных публикаций.

С Королёвым по жизни. Уверенность и достоинство

Первое знакомство

После окончания в 1956 году мехмата МГУ я поступил на работу в Институт точной механики и вычислительной техники Академии наук СССР (ИТМиВТ) и сразу получил задание разработать программу сжатия двоичного кода программ автоматического перевода с английского языка на русский язык, чтобы уменьшить время считывания комплекса этих программ с магнитной ленты в оперативную память машины БЭСМ-1. Малый объём оперативной памяти этой машины в то время (5 килобайт) вынуждал сменять в оперативной памяти одну за другой программы комплекса, считывая их с магнитной ленты, что существенно замедляло перевод каждой фразы текста.

Код моей программы сжатия пробивался перфораторщицами на односторонней перфоленте, откуда он потом считывался в оперативную память машины. При отладке программы приходилось вносить в неё исправления, вырезая и вклеивая участки перфоленты с занесением на них необходимой информации вручную подсобными средствами непосредственно в машинном зале. Иногда приходилось делать склейки на склейках, что часто приводило к разрыву перфоленты при её прохождении через считывающее устройство. Однажды, будучи очень расстроенным долгой последовательностью таких неудач, я резко «среагировал» на подобную ситуацию. Тут же на моё плечо мягко, по-доброму, легла рука человека, который сказал: «Ну что ты расстраиваешься, ведь всё так просто...». Он взял меня за руку и, не отпуская её, повёл по коридору первого этажа в комнату, где находились устройства пробивки информации на перфоленту, и показал, как это делается. Это был Лев Николаевич Королёв, про которого я знал, что он разработал методы и программы поиска по словарю, фактически центральное звено комплекса перевода, но лично с ним не был знаком. Вот так я получил на всю жизнь благостную для меня основу отношения к работе и людям. Кстати, с тех пор я старался всю перфорацию своих программ на перфолентах и перфокартах делать сам (ошибок делал мало).

Участие в создании растрового дисплея с использованием в качестве видеобуфера поля данных на магнитном барабане БЭСМ-1 (разработанное устройство называлось «динамический экран») было единственной моей работой в ИТМиВТ, которая проходила без взаимодействия со Львом Николаевичем. В следующей работе мы встретились далеко за пределами Москвы...

На диком берегу Балхаша

Следующее взаимодействие со Львом Николаевичем произошло в Приозерске (полигон «Сары-Шаган») на берегу озера Балхаш в процессе отработки первой системы противоракетной обороны (Система «А»). У меня было задание провести на разработанной в ИТМиВТ и поставленной на полигон ЭВМ М-40 профилировку работы боевого комплекса программ управления системой, созданного молодыми сотрудниками ИТМиВТ и полигона под руководством Королёва, с целью сбора статистики использования в программах команд машины М-40 и программных конструкций для использования при разработке более быстродействующей машины для систем противоракетной обороны страны. Лев Николаевич как уже признанный мастер написания программ такого типа (он называл их программами «прокрутки»), существенно помогал.

Не помню, как были использованы результаты проведённого мною исследования, но хорошо помню увлекательную обстановку испытаний программного комплекса и всей системы «А» в целом при пусках противоракет. Хорошо помню и вечерне-ночные футбольные матчи на заснеженном поле, в одном из которых все искали потерявшийся мяч и вдруг с помощью фонарика обнаружили его в руках Королёва, сидящего на перекладине футбольных ворот – Лев Николаевич и все остальные игроки не смогли объяснить происхождение этой ситуации, случившейся в нескольких метрах от берега Балхаша с нагромодившимися на него торосами...

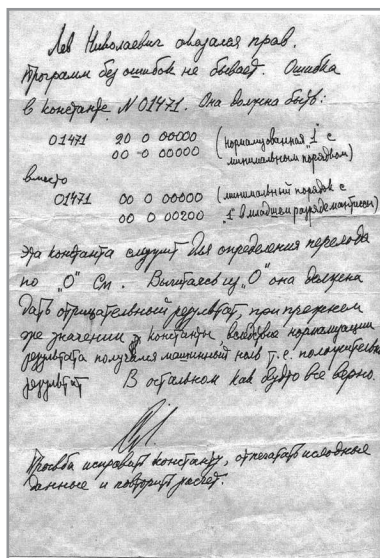
Программ без ошибок не бывает...

После Балхаша последовало задание от Сергея Алексеевича Лебедева заниматься моделированием работы вычислительных структур вообще и вычислительных машин, создаваемых в Институте. В области исследования архитектур

ЭВМ большой интерес проявлял Лев Николаевич Королёв (впоследствии за цикл работ «Архитектура вычислительных машин» ему была присуждена премия имени С. А. Лебедева Российской академии наук), так что наши работы со Львом Николаевичем существенно соприкасались.

Сергей Алексеевич не ограничивался только постановкой задач по моделированию – он написал программу моделирования работы проектируемой машины, используя методы теории массового обслуживания. Получалось так, что ночью («машинного времени» ночью давали больше) я пускал на ЭВМ БЭСМ-2 в Вычислительном центре Академии наук СССР свою «натурную» (потактную) программу моделирования работы проектируемой машины и программу Сергея Алексеевича моделирования работы той же структуры. Затем после краткого сна днём мы сравнивали полученные результаты моделирования.

Все знали про программистскую деятельность Сергея Алексеевича, а Лев Николаевич всё время спрашивал его: «Сергей Алексеевич, когда же Вы сделаете ошибку в программе?». Сергей Алексеевич отвечал: «Это вы, программисты, делаете ошибки, а потом до ушей радуется, что их находите, а я пишу программы тщательно и ошибок не будет». Лев Николаевич комментировал ему: «Сергей Алексеевич, этого не может быть, потому что не может быть никогда». И наконец, случилось: Сергей Алексеевич сделал ошибку! На программе



Записка С.А. Лебедева, направленная
А.Н. Томилину во время разработки
программной модели БЭСМ-6

Создаваемую машину надо было «одевать» программным обеспечением, и началась наша коллективная работа со Львом Николаевичем, Виктором Петровичем Иванниковым, впоследствии академиком, и другими сотрудниками по разработке и внедрению операционной системы БЭСМ-6, получившей название «Диспетчер-68», хотя начала она использоваться уже в 1967 году на Государственных испытаниях БЭСМ-6, проводившихся Комиссией под руководством президента Академии наук СССР Мстислава Всеволодовича Келдыша. Дело было существенно новое и увлекательное. Лев Николаевич и Виктор Петрович были идеологами разработки центральной части системы – программ, названных «основными блоками». На них всеми нами была построена операционная система, обеспечивавшая многозадачный режим работы машины. Основные функции операционной системы – новшества в программном мире – были изложены в публикации «Функции диспетчера операционной системы БЭСМ-6» в журнале ВМиМФ, т. 8, № 6 (авторы Л. Н. Королёв, В. П. Иванников, А. Н. Томилин).

Лев Николаевич активно участвовал во внедрении и модификации операционной системы БЭСМ-6, а затем и АС-6 во многих вычислительных центрах СССР, поддерживая там работу своих сотрудников. Многим запомнились вечера комплексной отладки вычислительного комплекса БЭСМ-6 – АС-6 в Центре управления полетами космических аппаратов в Болшево. Лев Николаевич готовил закуску всем для того, чтобы практически перед ночью, подкрепившись ею, групповым бегом через «Комитетский Лес» успеть на электричку, с которой можно было успеть попасть в Москву до закрытия метро...

Перед заключительной частью моих воспоминаний хочу рассказать о реакции Льва Николаевича на поступившие позднее (1976 год) сведения о появлении созданной под руководством Сеймура Крея машины «Cray-1»: «Батюшки, да это же БЭСМ-6»! Конечно, это были совсем разные

машины, но Лев Николаевич сразу увидел существенное совпадение в простоте и обоснованности структурных решений, недаром эти машины называли «грандами мирового компьютеростроения». Уже в 1978 году Лев Николаевич помещает сведения об этих машинах в свою широко известную книгу «Структуры ЭВМ и их математическое обеспечение».

Все программисты ИТМиВТ являлись, по существу, учениками Льва Николаевича Королёва. На нас вдохновляюще влияла его уникальная харизма человека, радостного для всех во всех отношениях (просто такой человек родился...).

Также вдохновляюще Лев Николаевич умел показывать людям научно-общественную значимость их деяний. Так, однажды, прижав меня к стене коридора в ИТМиВТ, он очень доходчиво объяснил, почему я не должен задерживать написание кандидатской диссертации – её защита должна психологически поддержать значимость и ответственность наших работ. Он направил меня в командировку



Основатели кафедры АСВК

в Объединённый институт ядерных исследований в Дубне (в лабораторию вычислительной техники и автоматизации) на две недели с наказом сидеть в гостинице и написать диссертацию – пропуска в Институт я был лишен.

Необходимо, но не достаточно

Я сознательно не упоминал в рассказе о том, что Лев Николаевич Королёв входил в первую когорту учёных-первопроходцев в важной области прикладной математики – программировании, что он являлся лауреатом Государственной премии СССР, что за большие заслуги в развитии программирования ещё в 1981 году был избран членом-корреспондентом АН СССР. Надеюсь, что рассказ свидетельствует о том, что это соответствует значимости Льва Николаевича в истории, но далеко не исчерпывает её.

Н.П. Трифонов



Николай Павлович Трифонов – советник декана факультета ВМК (2005), кандидат физико-математических наук (1954). Учёное звание – профессор (1989). Участник Великой Отечественной войны. Окончил механико-математический факультет МГУ (1951), работает в МГУ с 1955 г. Сотрудником факультета ВМК стал с 1970 г. Автор более 50 публикаций. Специализируется в области алгоритмических языков и автоматизации программирования. Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.

Гонка преследования

Ну вот, закончилась наша со Львом Николаевичем возрастная «гонка преследования». Дело в том, что Лев Николаевич моложе меня примерно на 9 месяцев. Но если измерять возраст числом полных лет, как это принято в медицине, то в начале каждого очередного сентября Лев Николаевич догонял меня по возрасту и мы могли поздравить друг друга с тем, что стали одногодками. Однако через три месяца я «уходил в отрыв» и мог пошутить, что вот, дескать, «ты супротив меня ещё совсем зелёный, поскольку моложе меня на целый год». И эта гонка продолжалась довольно долго. Ведь мы со Львом Николаевичем познакомились в далёком 1953-м году в Институте точной механики и вычислительной техники, где, будучи аспирантами, мы работали над темами своих кандидатских диссертаций. Правда, потом некоторое время мы общались только периодически, а с 1970 года, когда был создан факультет ВМК, мы, работая

на близких по профилю программистских кафедрах, по долгу службы контактировали практически постоянно. Ведь, будучи зав. кафедрами, мы были:

- членами Ученого совета факультета;
- членами научно-методического совета программистских кафедр;
- членами редколлегии журнала «Вестник МГУ»;
- соруководителями, наряду с Михаилом Романовичем Шурой-Бурой, общегородского семинара по автоматизации программирования.

Кроме того, в течение длительного времени Лев Николаевич был председателем одного из Диссертационных советов на факультете, а я был учёным секретарём этого совета. Так что, действительно, нам приходилось очень часто быть рядом друг с другом. Впрочем, наши кафедры были близки не только по профилю, но и территориально. Пользуясь этим, я частенько в перерывах между делами заходил в кабинет ко Льву Николаевичу, чтобы вместе покурить, справиться о здоровье друг друга, о семейных делах, обсудить новости на факультете и в стране и т.д. Лев Николаевич всегда очень живо интересовался происходящими в стране событиями, именно от него я в своё время услышал такую частушку на злобу дня:

*Будет водка семь иль восемь,
Всё равно мы пить не бросим.
Будет стоить восемнадцать,
То мы скажем Ильичу: нам и это по плечу.
Если ж будет двадцать пять,
Будем Зимний братъ опять!*

Лев Николаевич был удивительно спокойный, доброжелательный и рассудительный человек. За всё длительное время общения с ним я ни разу не видел его разгневанным, ни разу не слышал, чтобы он на кого-нибудь повысил голос. Если в коллективе появлялись какие-либо разногласия, то он умел найти разумный компромисс, устраивающий



*В президиуме.
Л.Н. Королёв и А.Н. Тихонов*

всех. Конечно, тут большую роль играл и непререкаемый авторитет Льва Николаевича, но главное то, что он умел найти действительно разумное, взвешенное решение. Кстати, именно поэтому декан нашего факультета академик Андрей Николаевич Тихонов всегда очень уважительно относился ко мнению Льва Николаевича, высказанному по тому или иному обсуждавшемуся вопросу.

Я не буду говорить о научных достижениях Льва



Л.Н. Королёв и Н.П. Трифонов

Николаевича и о его заслугах перед нашим государством – они хорошо известны. Ведь не зря же он был удостоен высшей Правительственной награды Советского Союза – Ордена Ленина, не говоря уже о других правительственных наградах, и избран членом-корреспондентом АН СССР!

Лев Николаевич прожил яркую, но отнюдь не лёгкую жизнь. Ведь, только начав учёбу в МГУ, ему пришлось встать в ряды защитников Отечества во время Великой Отечественной войны, по окончании которой он смог продолжить учёбу, пережить нелёгкие послевоенные годы и не менее трудные в материальном и моральном отношении времена распада Советского Союза... Но Лев Николаевич сумел преодолеть все выпавшие на его долю невзгоды, не утратив при этом жизнелюбия и оптимизма.

Очень жаль, что судьба лишила нас возможности сердечно приветствовать Льва Николаевича по случаю уже недалёкого его очередного круглого юбилея – 90-летия. Светлая память о Льве Николаевиче навсегда сохранится в сердцах тех, кому довелось жить и работать рядом с ним.

...И ещё от соратников

По материалам газеты к 60-летию Л.Н. Королёва

От Михаила Романовича Шуры-Буры

В: Давно ли Вы знакомы со Львом Николаевичем?

О: На первый взгляд мне кажется, что Льва Николаевича я знал всегда – настолько сильно переплетались наши научные интересы, судьбы. На самом деле, если вспомнить поточнее, то Льва Николаевича я впервые увидел в качестве молодого совсем специалиста в 1953 году в Институте точной механики и вычислительной техники. В этом году он поступил туда на работу и с тех пор там долго и успешно трудился, а я как раз заканчивал свою деятельность в ИТМ, поскольку перешёл во вновь организованный Институт прикладной математики.

В: Расскажите, пожалуйста, о Ваших совместных работах с Л.Н. Королёвым.

О: Если охарактеризовать наше научное сотрудничество, которое я назвал бы довольно тесным, то оно сводилось в основном к участию Льва Николаевича и меня в различных обсуждениях перспектив и планов развития вычислительной техники в Советском Союзе, причём часто бывало, что результаты этих обсуждений играли очень большую роль в том, что делалось у нас в этой области. Я мог бы указать на наше со Львом Николаевичем совместное участие

в обсуждении судеб Советской вычислительной техники в тот момент, когда обсуждалась проблема создания Единой системы ЭВМ. Надо сказать, что не всегда в этих обсуждениях мы занимали одинаковую позицию, часто бывали оппонентами, но даже существ-



ственные научные противоречия никогда не мешали нам не только понимать друг друга, но и относиться друг к другу с глубоким уважением.

Я хотел бы, говоря о наших совместных работах, отметить деятельность по становлению преподавания нашей специальности на факультете Вычислительной математики и кибернетики. Должен сказать, что до этого времени преподавание программирования, скажем, на мехмате, играло роль «пасынка», отношение к этой дисциплине было недостаточно серьёзным.

В названии кафедры, возглавляемой Львом Николаевичем (кстати, название АСВК, по-моему, придумал сам Лев Николаевич), проявилась очень важная особенность его научных интересов. С самого начала своей деятельности в области вычислительной техники Лев Николаевич очень интересовался той частью программирования, которая непосредственно обслуживает, обеспечивает или заменяет аппаратные средства. Лев Николаевич умел видеть программистские задачи там, где инженеры пытались полностью убрать программирование и рассчитывали только на аппаратную реализацию.

Другой крупной нашей совместной работой было создание программно-обеспечения БЭСМ-6. К этой работе было

привлечено очень много программистских сил из разных организаций. Лев Николаевич занимал в этом вопросе очень трезвую и, как впоследствии оказалось, плодотворную позицию. Он никого не поддерживал в ущерб другим, давал возможность успешно развиваться всем направлениям. В то же время ему удалось объединить усилия нескольких коллективов программистов, и то программное обеспечение, которое было сделано, явилось как бы сплавом многих разработок.

Говоря о сотрудничестве со Львом Николаевичем, я хотел бы отметить также такие примечательные для меня формы, как его работа заместителем главного редактора журнала «Программирование» и наша совместная деятельность в связи с тем, что я являюсь членом Учёного совета, который работает под его председательством. И в этой, и в другой деятельности, которая сопряжена с постоянными обсуждениями новых работ, причём обсуждениями зачастую квалификационными, человеческие и деловые качества Льва Николаевича проявляются просто блестяще. Он умеет видеть все стороны обсуждаемого предмета, и главное, сохраняет спокойствие и объективность, всегда готов выслушать и серьёзно обсудить чужое мнение, даже если он с ним не согласен. Я думаю, что сохранять такую позицию Льву Николаевичу помогает такое замечательное его качество, как чувство юмора.

В: Ваши пожелания юбиляру?

О: Что бы я хотел пожелать юбиляру? Я хотел бы пожелать ему ещё очень многих успехов, долгой плодотворной судьбы, и, пожалуй (хотя 60 лет – по нынешним понятиям это не возраст), крепкого здоровья!

От Евгения Андреевича Жоголева

В: Как Вы познакомились со Львом Николаевичем?

О: На этот вопрос мне ответить довольно трудно. Этот процесс был скорее непрерывным, чем дискретным, так как мы с ним учились на одном курсе (с 1947 года).

О нашем курсе хочется рассказать поподробнее. Это был курс мехмата выпуска 1952 года. Именно тогда (в 1949 году) на мехмате была создана кафедра вычислительной математики, из которой впоследствии вырос факультет ВМиК. Наш курс был очень дружным. Лев Николаевич Королёв, которого на курсе все уважали и любили за его жизнерадостность, общительность, чувство юмора, был в числе самых активных участников многочисленных мероприятий, проводимых на курсе. Тёплые дружеские отношения, которые сложились на курсе в студенческие годы, не остыли и по сей день – наш курс регулярно (за редким исключением) раз в год собирается на «Вечер встречи». Лев Николаевич, как и раньше, является одним из основных организаторов таких встреч.

В: Работали ли Вы совместно со Львом Николаевичем?

О: После окончания университета мои научные интересы нередко пересекались с научными интересами Льва Никола-

евича, особенно следует отметить период разработки программного обеспечения БЭСМ-6 (начиная с 1964 года), когда Лев Николаевич был заместителем главного конструктора БЭСМ-6 по программному обеспечению, а Вычислительный центр МГУ участвовал в разработке отдельных компонентов. Здесь в полной мере проявился его талант руководителя. Внимательное отношение к людям, умение находить разумные компромиссы в самых затруднительных ситуациях, широкий научный кругозор снискали Льву Николаевичу заслуженное уважение всех работающих с ним людей.



В: Ваши пожелания юбиляру?

О: В день славного юбилея Льва Николаевича мне хотелось бы пожелать ему пройти ещё такую же плодотворную часть пути, как та, которую завершает сегодняшний юбилей.

От Антала Ивани

Мне очень нравится его стиль

В: Расскажите, пожалуйста, историю Вашего знакомства со Львом Николаевичем.

О: Наша первая встреча состоялась, когда Льву Николаевичу исполнилось 46 лет. Тогда я поступал в аспирантуру на ВМК и по совету тогдашнего учёного секретаря НИВЦ МГУ В.Я. Галкина обратился ко Льву Николаевичу, чтобы он принял меня аспирантом. Мы долго гуляли по коридору старого здания ВМК (тогда кафедрам АСВК и СП принадлежала одна небольшая общая комната). В конце разговора Лев Николаевич согласился. После этого я 3 года ходил на его лекции и семинары, часто звонил ему домой. Когда ему было 49 лет, я защитился и вернулся в Будапешт. 7 лет мы только переписывались. В конце 1982 года я опять приехал в МГУ и два семестра имел возможность работать на кафедре Льва Николаевича. Это самый плодотворный период моей жизни. В декабре 1984 года я защитился перед Учёным советом, возглавляемым Львом Николаевичем.

В: Что Вы можете сказать о Королёве как о человеке и руководителе (он был Вашим руководителем, не так ли?)

О: Только хорошее. Самым характерным свойством Льва Николаевича, на мой взгляд, является то, что он понимает

суть как научных, так и человеческих проблем. На основе своего большого опыта рекомендовал мне в 1972 году исследовать распределение ресурсов вычислительных систем, чем я до сих пор и занимаюсь. Мне очень нравится его стиль: вместо приказов он задаёт целенаправленные вопросы, делает поучительные замечания. Он любит давать время делу созреть, но если дело созрело, он сразу приступает к нему. Я не сказал бы, что во время аспирантуры он уделял мне очень много времени. Но каждый раз, когда я к нему обращался, я получал нужную помощь. Лев Николаевич отличается скромностью и хорошим чувством юмора, что создаёт вокруг него откровенную и весёлую обстановку и нередко помогает ему решить сложные проблемы и даже опередить их появление. На его кафедре и в семье атмосфера очень дружеская. Люди не жалеют друг для друга ни времени, ни внимания. А все тесно связано с личностью Льва Николаевича.

В: Какой случай из истории ваших встреч особенно запомнился?

О: Лев Николаевич – спокойный уравновешенный человек, поэтому ничего сенсационного сказать не могу. Особенно характерна наша первая встреча, где он задавал системные вопросы, терпеливо слушал мои медленные ответы и потом предложил актуальное направление, которое соответствовало моим знаниям и интересам. Только в последние годы я научился понимать, насколько это важно – продолжать, а не начинать снова и снова, заранее учитывая внешние ограничения.

В: Хотите ли Вы что-либо пожелать Льву Николаевичу в связи с юбилеем?

О: Да. Как учителю – чтобы суммарный список его учеников, выложенный в последнем номере журнала «Программирование», расширился и удлинился (постоянно развивался как качественно, так и количественно). Как человеку – чтоб он здорово потанцевал на свадьбах своих внуков.

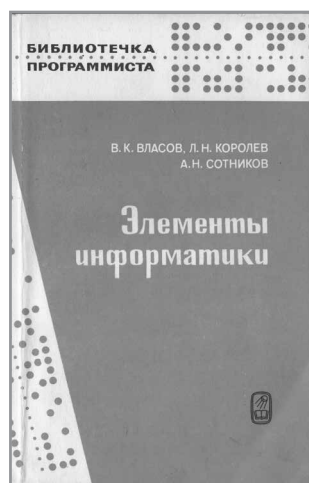
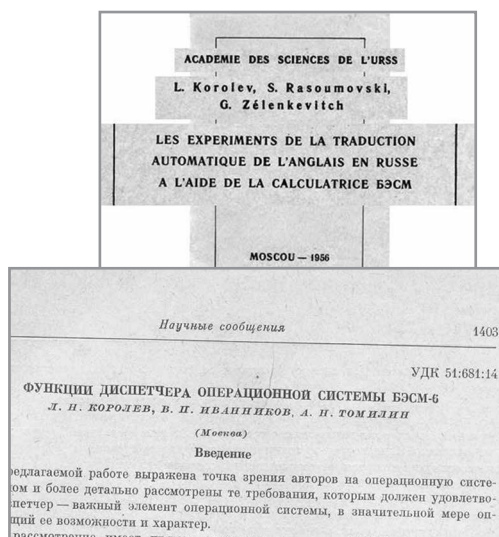
Из публикаций
Льва Николаевича
Королёва

Рукописи. Копии публикаций

Из публикаций Льва Николаевича Королёва

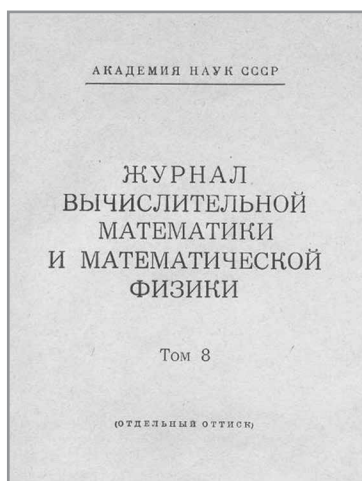
О представленных в разделе копиях публикаций Л. Н. Королёва

Первый период научной деятельности Льва Николаевича Королёва был связан с исследованиями и разработкой программ автоматического перевода текстов с языка на язык с помощью электронных вычислительных машин. Созданная в ИТМиВТ АН СССР работающая программная система осуществляла перевод текстов с английского языка на русский. Одна из первых публикаций Льва Николаевича на эту тему (совместно с Зеленкевич Г. П. и Разумовским С. Н., 1956 г.) представлена здесь её титульным листом. Разработанные Львом Николаевичем научные аспекты проблем автоматического перевода отразились в его диссертации на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.



Следующий этап работы Льва Николаевича Королёва был связан с созданием системы обработки данных в реальном масштабе времени для «Системы А» – первой системы противоракетной обороны. Открытые публикации по этой теме не осуществлялись. Научные аспекты исследований и разработок Льва Николаевича по этому направлению отражены в его докторской диссертации по спецтеме, он был награждён орденом Ленина.

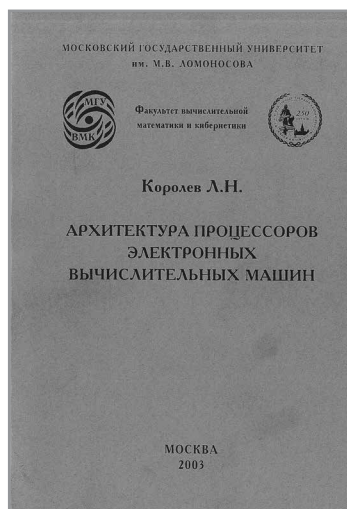
На следующем этапе своей деятельности Лев Николаевич Королёв руководил разработкой системного программного обеспечения для высокопроизводительных вычислительных машин и систем, был руководителем и участником создания первой многозадачной операционной системы для отечественной ЭВМ БЭСМ-6. За эти работы Лев Николаевич в составе коллектива разработчиков был удостоен Государственной премии СССР. Здесь представлены копии публикаций Льва Николаевича, относящихся к этим работам: «Об ЭВМ БЭСМ-6» (совместно с Мельниковым В. А.), «Функции диспетчера операционной системы БЭСМ-6» (совместно с Иванниковым В. П. и Томилиным А. Н.), «С.А. Лебедев и развитие математического и программного обеспечения вычислительных



машин СССР» (совместно с Томилиным А. Н.), «Памяти Владимира Андреевича Мельникова, выдающегося конструктора вычислительных систем и уникальной личности».

В этот же период времени Лев Николаевич задумывает написание книг по архитектуре вычислительных машин и систем и осуществляет этот замысел в течение последующего времени. Из книг Льва Николаевича в разделе представлен внешний вид монографий: «Структуры ЭВМ и их математическое обеспечение» (1978), «Вычислительная математика и вычислительная техника. Очерки истории» (совместно с Рыбниковым К. А., 1999), «Архитектура процессоров электронных вычислительных машин» (2003), «Архитектура ЭВМ» (2005), «Элементы информатики» (совместно с Власовым В. К. и Сотниковым А. Н., 1977). Эти книги активно использовались в учебном процессе. Так в библиотеку учебных пособий факультета ВМиК МГУ поступило и использовалось много книг «Структуры ЭВМ и их математическое обеспечение».

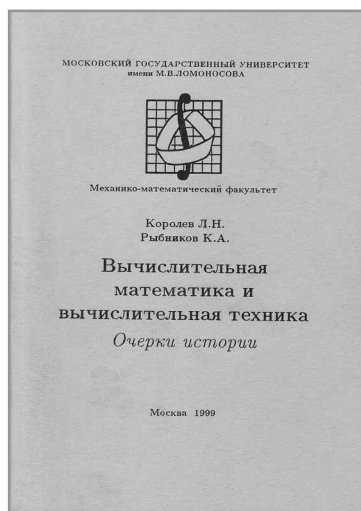
Тогда же вышли работы «Влияние программирования на архитектуру вычислительных систем (от прошлого к будущему)» и «Архитектура и программирование».



С 1975 года и до последних дней жизни Лев Николаевич Королёв работал заведующим кафедрой автоматизации систем вычислительных комплексов (АСВК) и много усилий приложил для совершенствования учебного процесса. Здесь представлены публикации «Проблемы преподавания программирования в классическом университете» (совместно со Смелянским Р.Л.) и «Специализированная распределенная система обработки экспериментальных данных» (совместно с сотрудниками кафедры).

К работам Льва Николаевича по проблемам высшего образования следует отнести помещённую здесь копию рукописного труда, содержание которого позволило озаглавить его «О системном программисте и системном программировании».

В период работы в МГУ Лев Николаевич активно занимался исследованиями проблем нейровычислений, искусственного интеллекта, генетических алгоритмов, эволюционных вычислений. В разделе представлены его статьи: «Об эволюционных алгоритмах, нейросетевых вычислениях, генетическом программировании – математические проблемы» (2007), «Эволюционные вычисления, нейросети, генетические алгоритмы – формальные постановки задач» (2009).



Данный вариант статьи, опубликованной в 70-х годах в связи с десятилетием ввода в эксплуатацию машины БЭСМ-6, приведён из архивных рукописей и предварялся следующими словами Л.Н. Королёва: «В публикуемом ниже варианте Л. Н. Королёвым внесены некоторые изменения в первоначальный текст, состоящие в замене настоящих времён глаголов на прошедшие и в добавлении нескольких фраз эмоционального содержания, навеянных современным временем. Эти редакторские правки сделаны для того, чтобы статья стала более удобочитаемой сегодня».

Л. Н. Королёв, В. А. Мельников

ОБ ЭВМ БЭСМ-6

В 2002 году, в год столетия со дня рождения патриарха отечественной вычислительной техники, академика Сергея Алексеевича Лебедева, исполнилось 36 лет со дня ввода в эксплуатацию машины БЭСМ-6, созданной под его руководством и при его непосредственном участии.

Трудно переоценить то значение и то влияние на развитие вычислительной техники, на развитие других областей научно-технического прогресса в нашей стране, которое имело создание этой высокопроизводительной, оригинальной по архитектуре и структуре отечественной вычислительной машины.

Во второй половине ушедшего столетия основу вычислительных средств большинства крупных вычислительных центров нашей страны составляли машины БЭСМ-6. Сфера их использования превзошла самые смелые прогнозы её разработчиков. Первоначально предполагалось, что небольшая серия БЭСМ-6 будет использована для решения крупных научных задач в нескольких крупных научных институтах Советского Союза, таких как Институт прикладной математики АН СССР и центры ядерных исследований. Реально эта машина нашла самое широкое применение.

На основе БЭСМ-6 были созданы центры коллективного пользования, на ее основе были организованы центры управления в реальном масштабе времени, координационно-вычислительные центры, системы

телеобработки и т.д. Машина БЭСМ-6 широко использовались как инструментальная машина в системах проектирования, для разработки математического обеспечения новых ЭВМ, для моделирования сложных физических процессов и процессов управления.

Успех БЭСМ-6 определялся не только тем, что для решения перечисленных выше задач требовалось высокое быстродействие, которым эта машина обладала, но и тем, что принятые при её создании принципиальные решения предвосхитили то, что в архитектурах современных процессоров считается важными достижениями и достоинствами.

Чтобы не быть голословными, назовем следующие принципиальные особенности архитектуры БЭСМ-6:

- магистральный, или, как в своё время (1964 г.) назвал его академик С. А. Лебедев, «водопроводный» принцип организации управления, с помощью которого достигается глубокий внутренний параллелизм обработки потока команд и движения операндов (на современном языке это называется конвейерной обработкой потока команд; глубина конвейера составляла 14 стадий);
- впервые осуществленный в БЭСМ-6 принцип использования ассоциативной памяти на сверхбыстрых регистрах с логикой управления, позволяющей аппаратно экономить число обращений к ферритовой памяти и тем самым осуществлять локальную оптимизацию в динамике счёта (это явилось прообразом кэш-памяти для данных – неотъемлемой части процессоров новых поколений);
- «расслоение» оперативной памяти, что позволяет осуществить одновременное обращение из нескольких устройств машины к разным блокам памяти;
- принцип страничной организации виртуальной памяти и разработанные на его основе механизмы защиты памяти по числам и командам, что дало возможность осуществлять динамическое распределение оперативной памяти в процессе вычислений; аппаратный механизм преобразования виртуального («математического») адреса в физический адрес;
- использование индексных регистров для базирования и модификации адресов позволило строить свободно перемещаемые программы и вложенные процедуры;

- развитая система прерываний и индикации состояния внешних и внутренних устройств машины, контроль передачи данных между оперативной памятью и центральным устройством машины, между оперативной и внешней памятью позволили достаточно хорошо вести диагностику работы аппаратуры;
- возможность одновременной работы парка устройств ввода-вывода и внешних запоминающих устройств на фоне работы центрального процессора.

Сейчас эти особенности БЭСМ-6, возможно, кажутся не столь удивительными. Развитие ЭВМ сегодняшнего дня в той или иной степени обязаны обладать перечисленными характеристиками. Но идеи такой организации были предложены и воплощены в БЭСМ-6 намного раньше времени их широкой реализации в будущих машинах.

Чётко выраженное в БЭСМ-6 разделение виртуальной и физической памяти, наличие нескольких параллельно работающих каналов обмена между оперативной и внешней памятью позволило наращивать оперативную память этой машины и объёмы внешних запоминающих устройств (быстрых магнитных барабанов, магнитных дисков и магнитных лент).

Перечисленные характеристики позволили машине БЭСМ-6 рекордно долгое время, вплоть до начала 80-х годов прошлого столетия, оставаться одной из наиболее мощных и высокоразвитых вычислительных систем нашей страны. При всем этом БЭСМ-6 обладала рекордным коэффициентом отношения быстродействия к стоимости вычислений, так как при её проектировании и конструировании учитывались вопросы технологии производства, серийного выпуска и стоимости эксплуатации машины.

В этом ещё раз сказался замечательный стиль творчества академика С. А. Лебедева – стиль сочетания смелого творческого полета мысли, научной принципиальности и одновременного видения условий реализации, возможностей технологии, путей наискорейшего внедрения научных достижений в производство.

В смысле такого подхода к разработке машина БЭСМ-6 является развитием семейства ЭВМ БЭСМ-1, БЭСМ-2, М-20 и его преемников БЭСМ-3М и БЭСМ-4, созданных под руководством С. А. Лебедева. Архитектуру

и структуру этих машин отличает концептуальная целостность, прозрачность построения и изящные инженерные решения. Наиболее полно это проявилось в БЭСМ-6. Несмотря на то, что эта машина является сложной вычислительной системой, механизмы функционирования её устройств, их функциональные связи легко понимаются, чётко интерпретируются, и, следовательно, наладка и эксплуатация машины БЭСМ-6 переставала быть проблемой.

Общеизвестна высокая надёжность по критериям того времени этой машины. Время наработки на отказ достигает нескольких сотен часов.

Гениальность академика С.А. Лебедева как инженера состояла в том, что он ставил цель с учётом перспективы развития структуры будущей машины, умел правильно выбрать технические средства для её реализации применительно к возможностям отечественной промышленности. Была предложена элементная база и конструкция, которая могла быть реально освоена в заданное время. Схемотехника машины БЭСМ-6 по тем временам была совершенно новой, принцип разделения сложной логики, построенной на диодных блоках, и достаточно однотипной усилительной части обеспечил машине новое качество в смысле простоты её создания.

Высокая надёжность машины БЭСМ-6 и её быстродействие в первую очередь определяются высокочастотной системой элементов и оригинальной конструкцией. Впервые в СССР была достигнута тактовая частота машины 10 МГц, в то время как машины, разрабатываемые на тех же диодах и транзисторах, имели тактовую частоту 4–6 МГц. Надёжность БЭСМ-6 в значительной степени обеспечивалась большим запасом мощности основных элементов (диоды и транзисторы нагружены на 25–40% от допустимого номинала).

Все схемы машины БЭСМ-6 записаны формулами булевой алгебры. Это составляет основу её эксплуатационной и наладочной документации. В руках инженеров-наладчиков мы не видим полотен схем электрических соединений – в их руках тетрадки с формулами, компактно и точно описывающими функционирование устройств ЭВМ.

Принципиальное значение перехода на такой уровень описания машины состоит не только в том, что это прямое и успешное внедрение математического формализма в повседневную инженерную

практику, но и в том, что это открыло широкие возможности автоматизации проектирования и подготовки монтажной и производственной документации с помощью ЭВМ. Такая возможность была использована при проектировании и внедрена в производственный процесс. Этот опыт схемотехники может быть взят на вооружение при создании машин новых поколений. Рост логической сложности отдельных устройств, модулей и агрегатов современных машин настоятельно потребовал формализации их описания.

Второй важный, с нашей точки зрения, момент, на котором следует остановить внимание, состоит в проблеме использования отечественного и зарубежного опыта при создании новых ЭВМ. Машина БЭСМ-6 не является копией какой-либо отечественной или зарубежной установки ни по системе команд, ни по внутренней структурной организации. Но при её создании и проектировании был изучен и проанализирован опыт создания ЭВМ высокой производительности, накопленный к тому времени. Из этого опыта было взято на вооружение то, что соответствовало целям, поставленным при разработке этой машины. Принятые решения были всесторонне, комплексно обоснованы.

К разработчикам БЭСМ-6 в своё время обращались с вопросом типа: а почему вы это сделали не так, как оно сделано, например, в машинах фирм IBM, CDC? Мы далеки от того, чтобы критиковать задававших подобные вопросы с позиций патриотизма или с других эмоциональных позиций. Техника есть техника, и ее нужно делать наиболее разумным способом.

При разработке машины БЭСМ-6 по инициативе С. А. Лебедева было проведено детальное моделирование, определившее её структурные характеристики, на классе тех задач, для решения которых машина была предназначена. Результаты этого моделирования дают обоснованные ответы на большинство такого рода вопросов. Характер предназначенных для решения задач в ряде случаев позволял принимать более простые структурные решения, в ряде случаев требовал создания сложных схем, не имевших аналога в опыте разработки вычислительной техники.

Как нам кажется, принцип обоснованности принятых решений не потерял своего значения и по сей день. Этот принцип требует творческого, научного подхода, которым в полной мере обладал С. А. Лебедев.

Поясним сказанное на одном примере, связанном с организацией управления работой внешних запоминающих и вводных-выводных устройств БЭСМ-6. Способ сопряжения внешних устройств, принятый в машине БЭСМ-6, подвергался наибольшим нападкам со стороны критиков этой машины. Действительно, подключение всякого нового устройства требует определенных инженерных доработок в устройстве управления внешними устройствами, и пользователь, сумевший заполучить в свои руки какое-либо «нестандартное» устройство, испытывает большие затруднения с его подсоединением.

Кажется, что такому решению нет оправданий, тем более, что к моменту разработки БЭСМ-6 фирмой IBM был реализован стандартный интерфейс, снимавший в значительной степени проблему подключения новых устройств и замену одних другими.

Но если внимательно подумать или просто сравнить по стоимости и объёму оборудование, необходимое для реализации сопряжения с внешними устройствам в том и другом случае, то решения, принятые в БЭСМ-6, могут оказаться не столь плохими. В самом деле, каждое внешнее устройство для обеспечения стандартного сопряжения имеет в своем составе контроллер или подключено к этому весьма дорогому и сложному устройству, обеспечивающему стандартный выход на мультиплексный или селекторный каналы. Если просуммировать затраты на дополнительное оборудование и занимаемые им площади, необходимые при подключении устройств по стандартному интерфейсу, то окажется, что система БЭСМ-6 многократно экономнее. Иными словами, централизованное устройство управления БЭСМ-6 в несколько раз дешевле, чем стоимость контроллеров стандартного набора внешних запоминающих и вводных/выводных устройств машин аналогичного класса.

Впрочем, в ряде моделей машин IBM был введен так называемый интегрированный адаптер файла, позволяющий подключить к вычислительной машине дисковое запоминающее устройство без использования стандартного канала и контроллера. В этом факте можно усмотреть некоторую аналогию с рациональным способом подключения устройств, принятым в БЭСМ-6.

Не следует понимать приведенный пример как мнение авторов, касающееся перспектив распределения электронного

оборудования по элементам системы. Развитие технологии производства микропроцессоров, удешевление электроники требует принятия иных решений и в принципе делает более рентабельным усложнение логических функций периферии. Это потребует пересмотра сложившегося к настоящему времени и названного стандартным интерфейса между периферией и центральным устройством, потребует творческого подхода и принятия новых решений, обоснованных предыдущим опытом и правильно выбранными целями.

Вернувшись к машине БЭСМ-6, уместно сообщить здесь, что в состав ее внешних устройств были включены стандартные магнитные диски, стандартные магнитные ленты, алфавитно-цифровые дисплеи, новейшие печатающие устройства, то есть усилиями завода-изготовителя преодолены трудности, отмеченные в вышеприведенном примере, и машина была снабжена парком современных внешних устройств.

Говоря о наследии С.А. Лебедева, которое должно быть взято на вооружение в перспективных разработках, нельзя не сказать о той атмосфере коллективизма и творческого воодушевления, которое умел создавать вокруг себя Сергей Алексеевич. Машины, а тем более такие сложные, как ЭВМ, делаются большими коллективами людей. С.А. Лебедев умел показать каждому значимость его усилий, умел поощрять творческую инициативу, оставаясь при этом принципиально требовательным. Он считал и неоднократно подчеркивал, что лучшая школа для специалиста – это участие в конкретных разработках, и не боялся привлекать к самым серьёзным проектам молодёжь, не боялся, что очень и очень важно, полагаться на своих учеников, доверяя их чувству ответственности и, тем самым, воспитывая это чувство.

В подтверждение тезиса, высказанного в начале статьи, об огромном влиянии, которое оказало создание машины БЭСМ-6 на развитие различных областей науки и техники, особо следует сказать о ее роли в развитии работ в области математического обеспечения.

Прежде всего, назначение этой машины, её архитектурные и структурные особенности, отвечающие современным идеям, потребовали создания соответствующей операционной системы и системы программирования, т.е. потребовали создания математического обеспечения,

удовлетворяющего требованиям пользователя. Это требование, возникшее из существа дела, было подкреплено некоторыми административными мерами: БЭСМ-6 стала первой отечественной вычислительной машиной, которая была принята государственной комиссией как система аппаратных средств совместно с ее математическим обеспечением. Она и поставлялась затем потребителям вместе с программным обеспечением.

Без особого преувеличения можно сказать, что работы по исследованию и разработке операционных систем, стратегий распределения ресурсов и планирования вычислений широким фронтом в нашей стране начались с появлением БЭСМ-6. Это и понятно. Первые машины БЭСМ-6 предназначались для установки в центрах, обладавших наиболее сильными коллективами специалистов в области программирования и использования вычислительных машин: ВЦ АН СССР, ВЦ МГУ, ИПМ АН СССР, ОИЯИ, ИК АН УССР, СО АН СССР и др.

Появилась возможность реализовать многие созревшие к тому времени идеи на машине, обладавшей аппаратными возможностями для организации мультипрограммирования, режима разделения времени, аппаратными средствами интерпретации стекового способа обращения к памяти.

Коллективными усилиями советских программистов уже к 1968 г. была создана система математического обеспечения, включавшая в свой состав операционную систему пакетной обработки, трансляторы с машинно-ориентированных языков и с универсальных языков АЛГОЛ-60 и ФОРТРАН.

На протяжении всего времени существования машины БЭСМ-6 её математическое обеспечение непрерывно совершенствовалось, и по качеству, объёму и возможностям не уступало математическому обеспечению лучших отечественных и зарубежных серийных ЭВМ того времени. Основания к такому суждению дает перечень элементов, входящих в состав математического обеспечения БЭСМ-6. Для универсальных языков программирования АЛГОЛ-60, ФОРТРАН, ЛИСП использовалось несколько вариантов трансляторов, генерирующих программы разной степени эффективности, в том числе оптимизирующие трансляторы с языков АЛГОЛ-60 и ФОРТРАН и компилятор с языка ЛИСП. В состав программных средств машины БЭСМ-6 входил спектр

проблемно-ориентированных языков СИМУЛА-67, ГРАФОР, ГРАФАЛ, язык типа EPSILON и ряд других языков, более узко специализированных. Пошаговые трансляторы с некоторых других языков использовались для построения диалоговых систем.

В состав математического обеспечения БЭСМ-6 входили системы, обеспечивающие режим многопультного доступа к машине с удаленных терминалов. К ним относится система ПУЛЬТ, обеспечивающая отладку программ в терминах входного языка; система МУЛЬТИДОСТУП, обеспечивающая связь задачи пользователя с терминалами; система ДИМОН (диалоговый монитор), используемая для многих целей, в том числе для редактирования файлов и запуска задач в решение с удаленных пультов.

В состав математического обеспечения БЭСМ-6 входят системы управления заданиями и системы управления данными, дающие в руки программиста средство высокого логического уровня. Эти средства развиты на основе двух широко используемых, дополняющих друг друга операционных систем: ДИСПАК и ДУБНА (ДД), имеющих несколько разную ориентацию.

ОС ДИСПАК предназначена главным образом для управления режимом пакетной и дистанционной пакетной обработки, ОС ДУБНА – фор-транно-ориентированная операционная система, используемая и развиваемая в центрах обработки данных физического эксперимента. Родоначальником этих двух ОС явилась первая операционная система Д-68. Обе операционные системы ДИСПАК и ДД сохраняли преемственность в отношении своего родоначальника.

Для БЭСМ-6 разработано несколько ОС, обеспечивших реализацию параллельных процессов в задачах и использование машины в системах реального времени и в многомашинных вычислительных комплексах (НД-70, ОС ИПМ, ДИАПАК).

В библиотеках машины БЭСМ-6 содержатся пакеты прикладных задач, с помощью которых были решены задачи наиболее передовых направлений научно-технического прогресса. Накоплен огромный фонд программ пользователей и опыт его эксплуатации. Можно вполне определенно сказать, что на базе БЭСМ-6 создан «золотой фонд» программного обеспечения, значение которого трудно переоценить.

В области создания математического обеспечения велика роль С.А. Лебедева. По его инициативе в Институте точной механики

и вычислительной техники была создана сильная по своему составу лаборатория математического обеспечения, и математики-программисты являлись полноправными участниками разработки структуры и архитектуры этой машины. Академик С.А. Лебедев одним из первых понял значение совместной работы математиков и инженеров по созданию вычислительных систем и воплотил в жизнь это необходимое и продуктивное сотрудничество. Значение этого особенно чётко вырисовывается сегодня, когда все более и более становится очевидным, что создание эффективных вычислительных средств перерастает из проблемы инженерно-технологической в проблему в большей степени математическую, проблему, которую можно решить только комплексными усилиями инженеров и математиков.

Приведенный выше внушительный и далеко не полный перечень возможностей и средств математического обеспечения БЭСМ-6 сделан авторами не в целях рекламы – она излишня, а для того, чтобы подчеркнуть следующую, на наш взгляд, важную мысль. Математическое обеспечение БЭСМ-6 создано усилиями специалистов Советского Союза и специалистов социалистических стран. Как известно, тот, кто держит в своих руках математическое обеспечение, держит в своих руках ключевые позиции в деле эффективного использования вычислительной техники в наиболее важных, решающих областях научно-технического прогресса.

Не потому ли именно на плечи БЭСМ-6 легли наиболее ответственные задачи, от сопровождения космических кораблей в международной программе ЭПАС, до проектирования разработки нефтяных месторождений с прямой экономией, исчисляемой сотнями миллионов рублей. И надо прямо сказать, что эта машина Главного конструктора академика С.А. Лебедева с честью справлялась с ответственными обязанностями в течение двадцати лет.

У читателя может возникнуть вопрос, имеет ли смысл говорить столь много хороших слов о машине, построенной на элементной базе второго поколения, в то время, когда произошёл невероятный скачок перехода к вычислительным системам шестого поколения, построенным на сверхбольших интегральных схемах с тактовой частотой, превосходящей несколько Герц, с числом активных логических элементов

на одном кристалле, приближающимся к сотне миллионов. Нам кажется, что говорить о БЭСМ-6 и ее главном конструкторе академике С. А. Лебедеве имеет смысл именно сейчас не только для того, чтобы отдать должное создателю лучших отечественных машин прошлого поколения, но, главным образом, для того, чтобы дать пищу для размышления о будущем вычислительной техники в нашей стране.

Хотелось бы обратить внимание на ряд проблем её развития..

Известна расхожая фраза пессимистов о том, что в развитии вычислительной техники мы отстали навсегда. Трудно сейчас опровергать этот тезис с учётом состояния развития отечественной элементной микроэлектронной базы. Но это совсем не так с точки зрения разработки новых архитектурных принципов построения вычислительных систем.

Вычислительная техника была, есть и будет наиболее бурно развивающимся направлением научно-технического прогресса. Идет непрерывное обновление идей, появление новых проблем, требующих своего решения. Речь идет не о замкнутых научных или технических проблемах, связанных с решением отдельных пусть и очень важных задач. Речь идет о проблемах комплексных, затрагивающих целый круг вопросов, связанных не только с индустрией производства, но и с глобальными целями использования объединенного в неразрывное целое мира компьютеров, архитектурной поддержкой математического обеспечения, то есть об обширном круге вопросов взаимоотношения человека с машиной, вплоть до вопросов, если угодно, социологических.

В этой ситуации особое значение приобретает широта взглядов, направленность разработок, умение находить правильное и оптимальное в сложившихся реальных условиях решение, учитывающее перспективы развития «компьютерного социума». Необходимо уметь дать чёткий ответ на вопрос, для каких целей, для решения каких перспективных задач разрабатывается та или иная архитектура системы, тот или иной модуль вычислительных средств. Важно умение достигать наиболее экономным путем поставленную цель с детальным учётом обозначившихся возможностей. Вот то, что должно быть взято на вооружение из опыта разработки БЭСМ-6, из арсенала высочайших человеческих черт, глубокой научной методологии, оптимального подхода к реализации идей, всего того, чем был в полной мере наделён Академик Сергей Алексеевич Лебедев.

Л. Н. Королёв, А. Н. Томилин

**С. А. Лебедев и развитие математического
и программного обеспечения вычислительных машин СССР***

Целое семейство вычислительных машин, разработанных под руководством академика С.А. Лебедева, получившее название серии БЭСМ, создало реальные условия для появления нескольких отечественных школ, создававших программное обеспечение для этих оригинальных по своей архитектуре вычислительных машин.

Ни один из типов машин С. А. Лебедева не являлся копией какой-либо иностранной ЭВМ, и это по необходимости привело к тому, что возникшие вокруг этих машин программистские школы в своей деятельности отличались самобытностью и умением находить оригинальные подходы к решению теоретических и прикладных проблем программирования.

Это совсем не означает, что зарубежный опыт был игнорирован. Отечественные специалисты изучали этот опыт и брали на вооружение те идеи и методы, которые были перспективны и полезны в сфере их деятельности. Тем более, что в 50–60-х годах не было особых проблем доступа к иностранной научной литературе и периодическим изданиям в области математики, кибернетики и программирования. Примечательно, что резкое осуждение кибернетики как «лженауки загнивающего империализма» со стороны официальных философов разработчиками вычислительных машин и программистами никогда всерьез не воспринималось и не мешало им делать своё полезное и нужное для страны дело.

Становление программистских школ в Советском Союзе следует отнести к началу 50-х годов. В этот период появились небольшие по численности группы математиков, привлеченные к разработкам проектов вычислительных машин, проводившимся в небольшом числе проектных организаций и институтов в Киеве, Минске, Москве, Ленинграде, Пензе и ряде других городов. Каждая вновь разрабатываемая машина

* Сергей Алексеевич Лебедев. К столетию со дня рождения основоположника отечественной электронной вычислительной техники / Отв. ред. В.С. Бурцев. Сост.: Ю.Н. Никольская, А.Н. Томилин, Ю.В. Никитин, Н.С. Лебедева. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 440 с.

прежде всего требовала создания для нее программ вычисления элементарных функций. При этом необходимо было добиваться предельной эффективности их вычисления на данной конкретной архитектуре. Это требовало от математиков высокого уровня понимания деталей логики работы аппаратуры процессора. Возможно, что именно это явилось отличительной чертой отечественных школ программирования, чертой теснейшей их связи с инженерными разработками, которая определила в дальнейшем как достоинства, так и недостатки в работе этих школ.

Что касается достоинств особого внимания программистов к тонкостям архитектуры машин, то они состояли в том, что наши программы всегда были очень высокого качества по их эффективности, по максимальному использованию всех возможностей аппаратуры. Соответственно, при обучении программированию основное внимание уделялось методам повышения эффективности – экономии ресурсов памяти, экономии числа команд, выполняемых при реализации алгоритмов.

Что касается недостатков такого подхода, сказавшихся впоследствии, когда машины перестали быть уникальным произведением инженерного и программистского искусства, когда их выпуск стал массовым производством, то они заключались в недостаточном внимании со стороны наших разработчиков программного продукта к проблеме удобного интерфейса с пользователем.

Возможно, этим объясняется первоначальное (в середине 50-х – начале 60-х годов) увлечение разработкой автокодов и других аппаратно зависимых средств программирования.

Для машин типа М-20 – БЭСМ-4, которые также относятся к семейству машин академика С.А. Лебедева, было разработано по крайней мере три системы «автокодирования»: в ИПМ АН СССР, в МГУ, в СО АН СССР. Эти системы отличались мнемоникой задания кодов операций, методами кодирования адресных полей машинных команд и методами настройки программ при размещении их в памяти.

В это же время велись интенсивные работы по созданию систем библиотечных программ, отличавшихся друг от друга по правилам размещения их в оперативной памяти и по механизмам обращения к ним. В автокодах прямо учитывалась необходимость размещения библиотечных программ в любом месте оперативной памяти, и были разработаны

механизмы настройки подпрограмм по адресам размещения. Следует отметить, что при проектировании архитектуры машин предусматривалась аппаратная поддержка механизмов обращения к подпрограммам (процедурам) и методов передачи параметров. Уже в машине БЭСМ-1 работал оригинальный аппарат обращения к подпрограммам, состоящий в том, что в состав устройства управления были введены два счётчика команд: один осуществлял выбор команд главной программы, а второй начинал работать при переходе на подпрограмму. Возврат из подпрограммы осуществлялся включением в работу первого счётчика, автоматически сохранявшего адрес главной программы. Механизм двух счётчиков команд стал применяться в архитектурах некоторых современных процессоров, правда, для другой цели – накопления команд двух ветвей программы.

С середины 50-х годов во всех странах, производивших вычислительную технику, начался процесс «языкотворчества» – создание проблемно-ориентированных языков. Сложной задачей для системных программистов того времени было создание трансляторов для конкретных типов машин. Создание каждого транслятора с машинно-независимого языка программирования считалось крупным научным и практическим достижением. Большое число различных типов машин и различных языков требовало большой работы высококвалифицированных программистов и математиков по созданию трансляторов. Соответственно, возникла необходимость создания небольшого числа стандартизированных языков и программно-преемственных семейств вычислительных машин. Это потребовало глубоких теоретических исследований в теории алгоритмов, схем программ, теории формальных грамматик.

В начале 60-х годов был опубликован алгоритмический язык Алгол-60, рекомендованный в качестве международного стандарта для публикаций вычислительных алгоритмов. В нашей стране Алгол-60 был принят в качестве государственного стандарта. Использование других языков для программирования вычислительных задач не рекомендовалось и это касалось даже широко применявшегося за рубежом более простого языка Фортран.

После этого в нашей стране началась разработка трансляторов с Алгола-60 для нескольких типов машин. Попытки создать транслятор с полного языка Алгол-60 за рубежом не удались. В ИПМ такой транслятор был создан для машины «Стрела», а затем для машины М-20, что явилось достижением мирового уровня.

Новый этап (конец 60-х – начало 70-х годов) в развитии программистских школ нашей страны связан с появлением машины БЭСМ-6. В архитектуре этой машины было сделано много для аппаратной поддержки операционных систем, а именно аппаратная поддержка виртуальной памяти, защита памяти, развитая структура двухуровневой системы прерываний, защищённый супервизорный режим и т.п. Все эти возможности неотъемлемы от современных процессоров, но во времена создания БЭСМ-6 все это было необычным и новым. В данной статье мы не будем рассказывать о других замечательных аппаратных особенностях машины БЭСМ-6, которые позволили ей поставить рекорд по критерию стоимость-производительность.

Первая операционная система для БЭСМ-6 была разработана в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ) АН СССР, в котором проектировалась эта уникальная вычислительная машина. Разработчиками она называлась диспетчером, известным под именем Д-68. По современным понятиям Д-68 являлся ядром операционной системы, обеспечивавшим: мультипрограммный режим пакетной обработки заданий, управление виртуальной памятью, управление внешними запоминающими устройствами и многочисленными устройствами ввода-вывода.

Государственная комиссия принимала машину БЭСМ-6 в комплексе с ее программным обеспечением, что явилось новым прецедентом в приемке вычислительной техники. Раньше государственные комиссии принимали отдельно аппаратуру и программное обеспечение. Начиная с БЭСМ-6, пользователю поступали машины, уже оснащённые программным обеспечением.

Справедливости ради следует отметить, что операционная система Д-68 к моменту предъявления Государственной комиссии не полностью отвечала техническому заданию на ее разработку. Отвечавший за комплекс в целом Главный конструктор С. А. Лебедев настоял на том, чтобы

сами разработчики Д-68 перечислили все имеющиеся недоработки в операционной системе, хотя о многих из них вполне можно было бы умолчать. Этот эпизод ещё раз характеризует принципиальность С. А. Лебедева в отношении оценки достоинств и недостатков своего детища. Государственная комиссия приняла комплекс в целом, предложив к назначенному сроку устранить отмеченные разработчиками недостатки, что и было сделано.

В разработке программного обеспечения ЭВМ наиболее трудоемкой и ответственной частью является создание ядра операционной системы (ОС). Если учесть, что в то время в нашей стране не было опыта разработки ОС, а зарубежным опытом нельзя было воспользоваться, поскольку БЭСМ-6 не являлась копией ни одной машины, то будет понятна значимость успехов в создании отечественных ОС. Было доказано, что не боги горшки обжигают и ОС могут разрабатывать отечественные программисты.

После появления у пользователей нескольких ведущих институтов машины БЭСМ-6 и ОС Д-68, их программистские коллективы начали разработку собственных ОС, с их точки зрения более адекватно отражавших использование вычислительной техники в их институтах. Сейчас представляется, что дублирование работ по созданию различных ОС для машины одного типа на самом деле было полезным, прежде всего тем, что на этих работах выросли специалисты системного программирования высочайшей квалификации и оформились известные в нашей стране школы ИПМ им. М. В. Келдыша, ИТМ и ВТ им. С. А. Лебедева, Новосибирская школа, возглавлявшаяся А. П. Ершовым, школа ОИЯИ (Дубна), которой руководил Н. Н. Говорун, школа в НИВЦ МГУ, а также ряд других школ, включая школы в ядерных центрах страны.

В результате одновременно в эксплуатации находились: ОС Д-68, ОС ИПМ, ОС ДИСПАК, ОС ДУБНА, ОС НД-70. Возможно, здесь не упоминаются и другие варианты и версии ОС для БЭСМ-6, которые не нашли широкого распространения, хотя и обладали многими достоинствами.

Существенное влияние оказал «Диспетчер-68» и на разработку в ИТМ и ВТ операционной системы реального времени для БЭСМ-6 ОС НД-70 («Новый диспетчер-70») с развитыми средствами организации

параллельных вычислений (соподчинение задач, аппарат параллельных процессов) и возможностью организации работы БЭСМ-6 в многомашинном вычислительном комплексе. В центрах управления полетами космических аппаратов на базе ОС НД-70 были созданы и в течение двадцати лет активно использовались для обеспечения управления полетами несколько больших баллистических и телеметрических программных комплексов реального времени.

Вслед за НД-70 средства организации параллельных процессов были введены в ОС ДИСПАК для ЭВМ БЭСМ-6, что позволило программным комплексам реального времени базироваться и на этой ОС.

При разработке ОС ИПМ авторы широко использовали принятые в обществе механизмы взаимодействия для организации взаимосвязи между задачами и процессами. Все задачи рассматривались как члены коллектива (community), которые могут вступать друг с другом в различные отношения от совершенной изоляции до полного разделения всех ресурсов. Каждый ресурс (память, файл, устройство) имел своего хозяина, который мог его отдавать или сдавать в аренду любой другой задаче, оговаривая соответствующие права использования, в том числе и право дальнейшей передачи в аренду. При этом хозяин мог закрывать, а мог и не закрывать от себя арендуемый ресурс, что поддерживалось широким спектром средств синхронизации процессов. Обмен сообщениями между задачами обладал всеми особенностями почтовых отправок, включая уведомление о вручении.

Каждая задача могла открывать до восьми процессов, в том числе два специальных высокоприоритетных процесса для обработки сообщений и внутренних прерываний (аварийных ситуаций). Для управления процессами использовался аппарат событий, а также прямые команды открытия, закрытия, прерывания и пуска. Одни задачи могли вызывать другие, выстраивая таким образом деревья подчинения произвольной глубины. ОС ИПМ органично включала в себя систему программирования, что позволило довольно легко обеспечить такие свойства, как шаговая трансляция и отладка в терминах языка. Большинство трансляторов были написаны на языке АЛМО (аналог языка Си) и использовали его в качестве выходного языка. Это позволило сначала раскрутить и отладить их на машине М-220, а затем (в 1969 г.) перенести на БЭСМ-6

в среду ОС ИПМ, что избавило разработчиков трансляторов и операционной среды от многих излишних взаимных претензий. Достаточно устойчивая производственная версия ОС ИПМ начала функционировать в 1970 г.

ОС Д-68, впрочем, как и другие ОС БЭСМ-6, в ходе эксплуатации расширял свои возможности в части услуг, предоставляемых пользователям. Такие системы как ПУЛЬТ, МУЛЬТИДОСТУП, ДИМОН (диалоговый монитор) обеспечивали режим многопультного доступа к машине с удалённых терминалов. Появились также системы отладки программ в терминах входного языка, обеспечивающие связь задачи пользователя с терминалами; система для редактирования файлов и запуска задач в решение с удалённых пультов. К началу 70-х годов в состав программного обеспечения БЭСМ-6 входили все основные универсальные языки программирования: АЛГОЛ-60, ФОРТРАН, ЛИСП. Первый транслятор с языка Фортран для БЭСМ-6 был разработан в 1969 г. в ОИЯИ в Дубне. Этот транслятор затем был включён в Мониторную систему «Дубна». В различных организациях использовалось несколько вариантов трансляторов с языков, генерирующих программы разной степени эффективности, в том числе оптимизирующие трансляторы с языков АЛГОЛ-60 и ФОРТРАН и компилятор с языка ЛИСП. В состав программных средств машины БЭСМ-6 входил спектр проблемно-ориентированных языков СИМУЛА-67, ГРАФОР, ГРАФАЛ, язык типа EPSILON и ряд других узко специализированных языков. Для построения диалоговых систем использовались пошаговые трансляторы с некоторых других языков. По критериям своего времени программное обеспечение БЭСМ-6 было наиболее развитым в сравнении с обеспечением других машин отечественного производства и по принципиальным возможностям не уступало программному обеспечению многих зарубежных машин.

В состав математического обеспечения БЭСМ-6 входили высокоуровневые системы управления заданиями и системы управления данными, дающие в руки системных программистов удобные средства повышения эффективности использования вычислительной машины в различных режимах эксплуатации. Эти средства входили в состав двух широко используемых, дополняющих друг друга операционных

систем: ДИСПАК и ДУБНА (ДД). Так многоязыковая Мониторная система «Дубна» для БЭСМ-6 (1970 г.) обеспечивала управление заданиями, создание и использование многоуровневых библиотек программ. В систему входила библиотека программ общего назначения, совместимая с библиотекой Европейского центра ядерных исследований CERN.

ОС ДИСПАК предназначалась для управления режимом пакетной и дистанционной пакетной обработки, ОС ДУБНА – «фортрано-ориентированная» операционная система, которая использовалась в центрах обработки данных физических экспериментов. Родоначальником этих двух ОС явилась операционная система Д-68. Обе операционные системы ДИСПАК и ДД сохраняли преемственность в отношении своего родоначальника.

Для машины БЭСМ-6 было разработано большое количество пакетов прикладных программ, с помощью которых были решены задачи наиболее передовых направлений научно-технического прогресса. Был накоплен огромный фонд программ пользователей и опыт его эксплуатации. Можно вполне определённо сказать, что на базе БЭСМ-6 был создан «золотой фонд» программного обеспечения, значение которого трудно переоценить.

В 70-х годах в ИТМ и ВТ впервые была создана распределённая ОС многомашинного комплекса, обеспечивающая сетевое взаимодействие вычислительных процессов в ЭВМ комплекса, а также с процессами в глобальных сетях ЭВМ, и использование внешних устройств всех ЭВМ в любых вычислительных процессах, выполняющихся в комплексе. Была фактически обеспечена работа «конвейера ЭВМ», предназначенного для обработки в режиме реального времени больших потоков информации о полетах космических аппаратов.

Все эти разработки, в особенности для ЭВМ БЭСМ-6, которая более десяти лет оставалась самой высокопроизводительной машиной в стране, и для многомашинного вычислительного комплекса реального времени АС-6, обеспечившего развитую обработку информации в центрах управления космическими полетами, во многом определили дальнейшие направления и характер исследований в отечественном системном программировании. За время эксплуатации нескольких сотен БЭСМ-6

была накоплена уникальная библиотека программ, которая стала беспрецедентным интеллектуальным богатством страны.

Велика роль С.А. Лебедева в области создания математического обеспечения. Она не сводилась только к тому, что его машины стали объектами приложения усилий нескольких групп системных программистов. С.А. Лебедев одним из первых понял значение системного программирования, значение совместной работы программистов-математиков и инженеров по созданию вычислительных систем, включающих как неотъемлемую часть программное обеспечение, состав и качество которого определяет удобство использования и эффективность работы комплекса в целом. По инициативе С.А. Лебедева в Институте точной механики и вычислительной техники была создана лаборатория математического обеспечения, выполнявшая разработку системного программного обеспечения для всех вычислительных систем, создаваемых в ИТМ и ВТ-ЭВМ БЭСМ-6, многомашинного информационно-вычислительного комплекса АС-6, ЭВМ серии «Эльбрус», ЭВМ специального назначения.

Математики-программисты приняли полноправное участие в разработке архитектур создаваемых машин, математическом моделировании их структурной организации, создании систем автоматизации проектирования ЭВМ. Так, все схемы БЭСМ-6 по инициативе С.А. Лебедева были записаны формулами булевой алгебры, что открыло широкие возможности для автоматизации проектирования и подготовки монтажной и производственной документации. Она выдавалась на завод в виде таблиц, полученных на «инструментальной» ЭВМ БЭСМ-2. В разработке БЭСМ-6 были впервые применены методы проектирования и описания, которые в дальнейшем стали широко использоваться при создании новейших суперЭВМ. К ним прежде всего следует отнести имитационное моделирование процессов работы машины, способствующее выбору оптимальных структурных решений, представление схем алгебро-логическими выражениями, обеспечивающее их обозримость и простоту понимания.

Выше сказанное сейчас выглядит как прописные истины, но в годы становления вычислительной техники далеко не у всех было такое понимание важности системного программного обеспечения и самого системного программирования.

Следует напомнить, что под руководством С.А. Лебедева в ИТМ и ВТ проектировались не только универсальные машины, но и ЭВМ специального назначения, которые использовались в качестве главного управляющего звена в целом ряде крупных оборонных систем. Программирование систем жесткого реального времени является одной из самых сложных задач системного программирования, с наиболее высокой ценой каждой допущенной ошибки, которые, тем не менее, проявлялись даже при натурных испытаниях. Характерна реакция С.А. Лебедева на подобного рода ситуации. Он всегда старался успокоить возмущавшихся смежников, оградить программистов от жестких нападков с их стороны, прекрасно понимая сложность работы по разработке подобного рода программ, создавал условия, позволявшие в спокойной обстановке разобраться, в чем дело, и тем самым исправить допущенные ошибки, сводя к минимуму моральный и материальный ущерб. Заботливый учёт человеческого фактора, касавшийся в равной степени инженеров-электронщиков и программистов-математиков, во многом содействовал успехам тех и других в достижении поставленных целей разработок и экспериментов.

В состав коллективов, получавших те или иные поощрения и премии за успешно выполненные работы, С.А. Лебедев включал математиков-программистов, подчеркивая тем самым их значимость в деле внедрения вычислительной техники. В те времена не всеми главными конструкторами вычислительных машин соблюдался этот справедливый принцип.

Не удивительно поэтому, что огромное уважение и любовь к гениальному разработчику ЭВМ С.А. Лебедеву испытывают не только многочисленные его ученики-электронщики, но и программисты-математики, многие из которых, включая авторов, также считают себя его учениками ¹⁾.

1) При освещении конкретных разработок системного программного обеспечения авторы не упоминают коллективы разработчиков и их руководителей в связи с желанием более концентрированно отразить становление основных направлений создания системного программного обеспечения ЭВМ в нашей стране и историческую роль академика Сергея Алексеевича Лебедева в их инициации и поддержке.

Слова Л.Н. Королёва о БЭСМ*

Когда в октябре 1955 г. на международной конференции в Дармштадте (ФРГ) Сергей Алексеевич рассказал о БЭСМ, это произвело сенсацию: малоизвестная за пределами СССР БЭСМ оказалась лучшей в Европе!

Ученик Сергея Алексеевича, известный учёный, член-корреспондент АН СССР Л.Н. Королёв писал об этом докладе следующее: «В 1955 г. в Дармштадте (ФРГ) академик Сергей Алексеевич Лебедев выступил с докладом об архитектуре быстродействующих машин. Это было время, когда спроектированные под руководством С.А. Лебедева электронно-вычислительные машины по быстродействию превосходили зарубежные серийные образцы. Причем они никогда не были копией какого-либо зарубежного типа ЭВМ. Это был продукт собственного оригинального творчества советских специалистов. На конференции в Дармштадте С.А. Лебедев очень чётко высказал идею конвейерной организации вычислений в архитектуре высокопроизводительных машин. Такой способ организации параллельной обработки данных им был назван принципом водопровода. Только по прошествии десятка лет этот принцип стал широко использоваться зарубежными разработчиками ЭВМ, естественно без ссылок на С.А. Лебедева. Провозглашённый Лебедевым принцип был к тому времени уже реализован в некоторых советских вычислительных машинах под его руководством, а в БЭСМ-6 получил своё яркое воплощение».

* Из архива рукописей.

Королёв Л. Н.

**Памяти Владимира Андреевича Мельникова,
выдающегося конструктора вычислительных систем
и уникальной личности***

Незабвенный академик АН СССР В. А. Мельников принадлежит к той эпохе в истории нашей страны, когда главными стимулами деятельности людей, внесших свой неоспоримый вклад в развитие науки и техники, были желание и цель принести пользу людям, обществу, державе результатами своей работы. Когда стимул личной славы, личной материальной заинтересованности отодвигался на второй план и считался унижающим достоинство человека.

Представляется, что врожденные черты характера В. А. Мельникова в полной мере соответствовали гражданскому кредо поведения и деятельности: прежде всего дело, полезное для общества, и в последнюю очередь полезное для себя.

Когда говорят о менталитете россиянина, о загадочной душе русского человека, то подразумевают душевную щедрость, терпимость, любознательность, природный ум и сметку. Всеми этими качествами как личность обладал В. А. Мельников.

В какой то мере эти прекрасные человеческие черты нашли отражение в его профессиональной деятельности, как выдающегося конструктора вычислительных машин и систем и как организатора работы большого коллектива его коллег.

В. А. Мельников являлся непосредственным учеником великого глубоко почитаемого нами С. А. Лебедева и роль В. А. Мельникова в создании таких машин как БЭСМ-1, БЭСМ-2, М-20, БЭСМ-4, БЭСМ-6 и АС-6 несомненно велика. Но В. А. Мельников никогда не подчеркивал и не вписывал свою роль в разработке этих машин, составивших важный этап в развитии отечественной и мировой вычислительной техники. Он относил эти достижения к заслугам коллектива. В этом сказывалась его тактичность в отношении коллег и воспринятый, адекватный его существу, принцип его учителя – С. А. Лебедева.

* Из архива рукописей.

Нет ничего удивительного в том, что В. А. Мельников пользовался огромной симпатией людей, соприкасавшихся с ним как по работе, так и в быту. При этом В. А. Мельников никогда не стремился что-либо делать чтобы завоевать эту симпатию, просто он был очень хорошим человеком во всех обстоятельствах.

Симпатии к нему привлекала его удивительно образная речь, насыщенная неожиданными афоризмами, его осязаемые выпуклые характеристики лиц и возникших ситуаций, мягкие, но неотразимые. В общении с ним подкупал его поэтический взгляд на природный мир и людей. Несомненно, это была поэтическая душа, наверное, он писал стихи, я так думаю, но не знаю.

Мировая вычислительная техника за десять-двенадцать прошедших лет шагнула далеко вперед. Отечественная вычислительная техника по всем нам известным причинам была остановлена в своем развитии и только в последние два-три года появилась надежда на некоторое оживление отечественных разработок в этом чрезвычайно важном направлении. Думается, что В. А. Мельников, глубоко переживая за державу, несмотря ни на какие обстоятельства продолжал бы осуществление многих идей, которые были им и его последователями частично реализованы в таких важных по своему научному значению разработках как АС-6, ССБИС и МКП. Но этого к великому сожалению не случилось. Его безвременная кончина помешала этому.

Электроника наших дней позволяет на одном кристалле создавать процессоры миллиардной производительности, содержащие в своем составе несколько десятков миллионов логически активных элементов (транзисторов и диодов). Фирма Intel разрабатывает суперскалярный процессор, на чипе которого будут размещены 42 миллиона транзисторов. Это снимает ограничения для разработчиков архитектур, связанное с уровнем допустимой логической сложности схем процессора. Следует вспомнить, что в центральном процессоре БЭСМ-6 число логически активных элементов было всего около 1 миллиона. Несомненным подвигом конструкторов того времени было создание при таких ограничениях вычислительных машин, способных успешно решать многие важнейшие задачи, которые позволили нашему государству быть на уровне мировых достижений во многих областях научно-технического прогресса, таких как космос, ядерные исследования, самолетостроение и др.

В этом большая заслуга школы академика С.А. Лебедева и его учеников, таких как В.А. Мельников.

Наблюдая за соревнованием крупнейших фирм в сфере создания архитектур новых и новейших суперскалярных микропроцессоров, логическая сложность которых увеличивается по экспоненте, следуя закону Мура, невольно вспоминаешь те удивительно простые и логически прозрачные решения, которые были реализованы в архитектурах машин семейства БЭСМ-6/АС-6. Как представляется, в современных разработках архитектур процессоров не удалось найти простых решений, обеспечивающих высокую эффективность локального параллелизма в динамике работы процессора. Возможно по той причине, что нет конструкторов уровня Сеймура Крея и С.А. Лебедева. Возможно, что нет необходимости искать экономные по сложности решения.

Если взглянуть на архитектуру процессоров XXI века, отбросив соображения сохранения программной преемственности на уровне машинных кодов, отбросив соображения экономической целесообразности и сложности производства новых интегральных схем, не включающих в свой состав целые блоки предыдущих разработок, то возникает много вопросов, почему сделано так, а не иначе.

Например, во всех современных процессорах сосуществуют быстрые регистры общего назначения с системой перенумерования их адресов, кэш-памяти нескольких уровней. Все эти устройства предназначены для одной цели – оперативного хранения часто используемых результатов промежуточных вычислений. Вкупе они составляют неоднородную локальную память со всеми вытекающими проблемами обеспечения когерентности при доступе к общим данным в мультипроцессорных системах, построенных с использованием таких процессоров.

В каждом новом процессоре имеется блок анализа и предсказания переходов, от качества работы которого зависит частота остановки конвейера потока команд. Эффективность предсказаний оценивается в 90–95%. Это означает, что конвейер команд прерывается достаточно часто – один раз из двадцати. Если к этому прибавить его приостановки из-за переключения с задачи на задачу в мультипрограммном режиме, то возникает подозрение о целесообразности усложнения логики предсказаний, требующей больших аппаратных затрат.

Далее, в суперскалярах увеличивается число функциональных арифметических устройств, каждое из которых конвейеризовано, и сами они объединяются в конвейеры для работы с «зацепленными» данными. Логика распределения ресурсов функциональных устройств возлагается опять на логически сложные схемы интерпретации действий локальной аппаратно – реализованной операционной системы.

Как представляется, имело бы смысл провести тщательный научный анализ с привлечением средств имитационного моделирования, математических методов анализа, чтобы понять где «масло – масляное», а где затраты на сложность логики оправданы.

Следует отметить отрадный факт, состоящий в том, что появились, наконец, отечественные разработки в области создания новых оригинальных архитектур процессоров. Имеется в виду разработки, проводимые под руководством акад. РАН В.С. Бурцева, член-корр. РАН Б.А. Бабаяна, член-корр. Ю.И. Митропольского – учеников С.А. Лебедева. Эти работы должны быть всячески поддержаны. Вместе с тем, необходимы чисто научно – исследовательские академические работы по сравнительному анализу наших и зарубежных результатов, чтобы возникли новые концепции в создании основного элемента вычислительных средств – процессора или процессоров, пригодных для образования мультипроцессорных систем, кластеров различного назначения, серверов и хранилищ данных.

В заключение хотелось бы отметить, что часто мы забываем о тех идеях, которые уже были ранее высказаны и реализованы учёными нашего отечества, воспринимая зарубежные инновации, как новое слово в развитии вычислительной техники и ее приложений. Например, привлекательные идеи метакомпьютинга, создания GRID-систем, появившиеся в последнее время, на самом деле есть повторение на новом витке развития техники компьютеров и связи того, что у нас когда-то называлось системами коллективного пользования, ОГАС, ГСВЦ. При этом следует отметить, что эти идеи построения единого информационного пространства страны были в стадии НИИОКР, то есть осуществлялось их конкретное проектирование. Наверное, многое из того, что было сделано в те далекие времена 60–70 годов прошлого столетия, могло бы пригодиться и сейчас. Это относится также к нашему наследию в области развития архитектур вычислительных систем. Важно это наследие не только беречь, но и с пользой для дела употреблять.

Л. Н. Королёв, Р. Л. Смелянский
Московский государственный университет
Факультет ВМиК

Проблемы преподавания программирования в классическом университете*

Преподавание программирования – дело почти безнадежное,
а его изучение – непосильный труд.

Ч. Уззерел Этюды для программистов. М.: Мир, 1982

Программист, если он хорош, то уже очень
и очень хорош, но уж если он плох, то просто ужасен.

*Иодан Э. Структурное проектирование
и конструирование программ. М.: Мир, 1979.*

1. Характеристика дисциплины

Профессия – это люди, технологии, организации, нацеленные на решение проблем и удовлетворение нужд в определенной области деятельности. Программирование как профессия – это люди, технологии и организации, занятые решением проблем в области создания систем обработки информации, вычислений и взаимодействия посредством систем передачи данных. Мы определим область программирования, как систематическое изучение алгоритмических процессов преобразования и передачи информации: их теории, анализа, разработки, реализации, оптимальности, описания. Корневым вопросом программирования является: что может быть эффективно алгоритмизировано и как это может быть эффективно реализовано?

В докладе рассматриваются проблемы преподавания программирования при подготовке специалистов по прикладной математике и информатике в классическом университете. Значимость этой профессии для современного общества трудно переоценить. Вот лишь несколько фактов. В Германии при населении в 80 млн. человек на сегодня официально признанная нехватка рабочих мест в области ИТ

* Из архива рукописей.

(информационных технологий) составляет 60 тыс. рабочих мест, на переподготовку гос.служащих только в 2000 году выделено 2 млрд. марок. Практически все промышленно развитые западные страны называют близкие цифры нехватки специалистов в области ИТ. Наверняка все слышаны о программах типа «green card», призванных восполнять эту нехватку за счёт иммиграции.

Еще один пример – эффект Интернета. На сегодня успешное существование организации, не важно государственной или коммерческой, не возможно без доступа в Интернет, без возможности представлять себя в Интернете, без информационной системы, способной как поддерживать деятельность самой организации, так и взаимодействовать с такими же системами других организаций.

Другой пример. Оборот в индустрии производства программного (только программного!) обеспечения превысил оборот автомобилестроения в США! По прогнозам производителей кристаллов в 2000 году будет произведено около 176 млрд. штук микропроцессоров. Это в несколько раз больше чем телевизоров.

И ещё один факт. Общеизвестны три основные движущие силы ИТ в промышленности – микропроцессоры, телекоммуникация, разработка программного обеспечения. На сегодня темпы их развития характеризуют следующие цифры:

- производительность микропроцессоров удваивается без увеличения стоимости кристалла каждые 18 месяцев, т.е. на 67% в год;
- пропускная способность каналов связи возрастает на 75% год;
- производительность труда программистов (скорость создания программ) – 4–5% в год.

Программирование, как наука, безусловно базируется на классических дисциплинах общей математики (общая математическая культура). Она также очень тесно связана со многими специальными математическими дисциплинами. Здесь характерно с одной стороны интенсивное взаимное проникновение идей, теорий и методов, с другой – очень высокий темп обновления знаний в этих областях. По существу, программисту в течение его продуктивной жизни требуется постоянно изучать, осваивать и развивать новые методы, теории и идеи. Для этого ему необходима фундаментальная математическая подготовка

как в области теоретической, так и в области естественного научного моделирования.

2. Характерные виды деятельности

Любая профессиональная деятельность в области естественных наук может быть отнесена к одной из следующих категорий: теория, моделирование и инженерия.

Первая категория характеризуется следующим стилем деятельности:

- 1) определение объектов изучения;
- 2) формулировка гипотез о возможных отношениях между объектами (теоремы);
- 3) доказательство теорем.

Моделирование характеризуется:

- 1) формированием гипотез;
- 2) построением модели и прогноза на ее основе;
- 3) постановкой эксперимента и сбором данных;
- 4) анализом результатов.

Инженерия характеризуется:

- 1) формулировкой требований к изделию;
- 2) выработкой спецификации изделия;
- 3) разработкой проекта и реализацией изделия;
- 4) проверкой изделия.

В программировании все эти три вида деятельности столь сильно переплетены, что выделить одну из них как фундаментальную вряд ли возможно. И вместе с этим, они совершенно различны, требуют различных навыков и умений.

Теория требует умения определять, видеть отношения между объектами и доказывать их в рамках формальных систем. Моделирование – использовать эти отношения в целях прогнозирования. Инженерия – материализовать эти отношения в целях практики.

В области программирования все эти три вида деятельности сходятся. Вычисление как процесс и вычислительная система как средство его реализации равно поддерживают и обеспечивают разработку сложных инженерных систем, моделирование физических процессов, доказательство теорем. Следовательно, все эти три вида деятельности важны для программирования и являются его областью компетенции.

Особую роль в программировании занимает кодирование или техника использования языка программирования и инструментальных средств, которое очень часто путают с программированием. Важно подчеркнуть, что многие разделы программирования не связаны с кодированием. Примеры тому – анализ электронных систем, архитектур вычислительных систем, структур операционных систем, разработка приложений баз данных, анализ функционирования вычислительных систем и т.п. Поэтому часто встречаемая формула – программирование=кодирование – не верна!

3. Экономические и социальные факторы

Рассматривая проблемы преподавания программирования, следует учитывать новые экономические и социальные факторы, которые носят долгосрочный характер:

- существенное сокращение государственной поддержки образования, которой не достаточно для полноценной подготовки специалистов, развития и пополнения профессорско-преподавательского состава;
- отток квалифицированных, опытных кадров за рубеж и в коммерческие структуры;
- резкое сокращение НИР и НИОКР в области программирования в стране (возможности зарубежных фондов пока плохо умеем использовать);
- рыночные механизмы трудоустройства вместо централизованного планирования и распределения выпускников;
- устойчивый высокий спрос на специалистов по IT как в стране, так и за рубежом;
- появление конкурентной борьбы на рынке образования в стране;
- спрос на обучение из-за рубежа (иностранцы учащиеся);
- интернационализация (глобализация) образования.

4. Проблемы преподавания программирования

1. Перекос программы подготовки специалистов по прикладной математике и информатике в область «численной» подготовки. Это

проявляется в чрезмерно большом объёме предметов из области «непрерывной» математики в программе.

2. Отсутствие необходимых курсов в области современной алгебры, дискретной математики, логики.

3. Слабая согласованность общематематических курсов и прикладных дисциплин между собой.

4. Катастрофическое старение профессорско-преподавательского состава.

5. Отсутствие НИР и НИОКР проектов, базы для производственной практики студентов.

6. Острая нехватка преподавателей в области инженерии программного обеспечения.

7. Острая нехватка учебно-научной литературы на русском языке.

8. Отсутствие средств для приглашения ведущих специалистов как лекторов.

9. Угроза утери понимания направлений развития и проблем в некоторых областях программирования.

10. Отсутствие ясного понимания, видения требований к современному выпускнику классического университета со стороны промышленности.

В этой связи предлагается организовать методическую работу по созданию целостной программы по подготовке специалистов в области ИТ.

5. Цели программы

Представляется, что такая программа должна учитывать зарубежный опыт в этой области. Так, например, в Carricula 91 (сейчас готовится Carricula 2000) выделяют девять основных подобластей программирования, поддержанные математическими дисциплинами, указанными в скобках:

1) алгоритмы и структуры данных;

(алгебра, исчисление предикатов, элементы теории алгоритмов и теории графов, комбинаторика, теория сложности вычислений, элементы теории вероятностей)

2) языки программирования;

(алгебра, теория формальных грамматик, логика, функциональный анализ, теория автоматов)

3) архитектуры вычислительных систем (включая квантовые, нейросетевые вычислители);

(алгебра, логика, теория графов, математический и функциональный анализ, теория вероятностей, теория чисел, комбинаторика, теория кодирования, численный анализ)

4) численные и символические вычисления;

(алгебра, математический и функциональный анализ, теория чисел, теория рекурсивных функций)

5) операционные системы и сети;

(алгебра, логика, теория графов, теория вероятностей, теория чисел, комбинаторика, теория кодирования, теория алгоритмов, исследование операций, целочисленное программирование, теория управления)

6) инженерия программного обеспечения;

(алгебра, теория алгоритмов, комбинаторика, логика, теория графов, теория вероятностей, оптимизация на дискретных структурах)

7) базы данных и информационный поиск;

(алгебра, комбинаторика, теория чисел, логика, теория вероятностей, теории сложности вычислений, теория графов)

8) искусственный интеллект и робототехника;

(теория формальных грамматик, алгебра, логика, математический анализ, численный анализ, теория вероятностей, дифференциальные уравнения, теория управления, исследование операций, теория оптимизации)

9) человеко-машинный интерфейс.

(алгебра, математический анализ, логика, численный анализ, теория графов, комбинаторика)

В этом списке после каждого пункта в скобках перечислены лишь некоторые математические дисциплины, знание которых необходимо для овладения теориями и методами соответствующих подобластей программирования. Авторы не претендуют на полноту перечисления, а указали лишь наиболее важные дисциплины с их точки зрения.

Каждая подобласть разбита на, так называемые, Knowleg unit'ы. Из этих unit можно формировать программу обучения, учитывая специфику вуза и специализацию.

Требования к такой программе можно было бы сформулировать следующим образом:

1. Программа должна сформировать у студентов широкую базу знаний в области программирования, достаточную как для того, чтобы работать в этой области, как в академической, так и для того, чтобы заниматься в ней практической деятельностью. Это предполагает умение ясно видеть проблему и ее значимость, определять, когда необходимо привлечь в качестве консультанта внешнего эксперта, выбирать надлежащую стратегию решения, изучать, описывать, разрабатывать, реализовывать, тестировать, модифицировать и документировать решения, выявлять альтернативные пути и оценивать степень их рискованности, уметь взаимодействовать в поиске решения со специалистами из других областей и непрофессионалами, умение работать в команде.

2. Программа должна учитывать опыт преподавания программирования в крупных университетах, например, таких как Беркли, Стэнфорд, Эдинбург, Оксфорд, Массачусетский технологический институт.

3. Программа должна иметь глубину изложения, достаточную для того, чтобы продемонстрировать студентам богатство теории, лежащее в основе программирования, чтобы они могли оценить интеллектуальную привлекательность и глубину процесса абстракции, с тем, чтобы в будущем заниматься научно-исследовательскими разработками в области программирования.

4. Программа должна отражать не только специальные, но и правовые, этические и социальные проблемы, связанные с областью программирования.

5. Программа должна помочь студентам найти область и вид профессиональной деятельности, наиболее соответствующие их способностям, и, в крайнем случае, как можно скорее обнаружить нецелесообразность дальнейшего обучения.

6. В этой программе должен быть учтён факт необычно высокой скорости изменений в области программирования, особенно её технологии и теории, необходимости получения фундаментальных, долгосрочных знаний.

7. Эта программа должна быть не просто набором разрозненных, изолированных курсов. В основе принципов её организации должен

лежать метод связывания курсов в единое целое, называемое программой.

5.1. Основные принципы построения программы

1. Все курсы программы предлагается подразделить на основные и факультативные. Основные курсы должны охватывать всю область программирования и обеспечивать широкий, согласованный базис знаний, обеспечивающий свободу выбора направления профессиональной деятельности. И, в частности, по завершении обучения на первой ступени студент должен быть вполне готов к практической инженерной работе в области программирования. Глубина изучения программирования по отдельным подобластям должна достигаться за счёт факультативных курсов, выбираемых студентом.

2. Все основные курсы должны быть «вытянуты» в цепочки, вдоль которых работают близкие группы понятий, что способствует закреплению материала и становлению этих понятий рабочими.

3. Курсы должны строиться так, чтобы практическая работа по ним была бы их неотъемлемой частью. Задача лектора – продумать и составить список задач, способ, порядок и сроки их выполнения. Задача ассистирующего персонала – обеспечить работоспособность оборудования, нужный состав программного обеспечения, консультации и т.п.

5.2. Связующие принципы

Ниже перечисленные принципы образуют основу метода «склеивания» отдельных курсов в единую программу, часть которых взята из Carricula 91. Предполагается, что эти принципы должны быть акцентированы особо в каждом курсе. Лектор должен сделать это осознанно и явно, сославшись по возможности на то, как эти принципы выглядят в других курсах. Тем самым предполагается обеспечить согласованность курсов. Ниже перечислены четырнадцать таких принципов.

1. Связывание логической (абстрактной) сущности с ее физической реализацией. Например: тип – имя объекта; имя объекта – адрес его физического размещения.

2. Сложность больших проблем: эффект нелинейного роста сложности с ростом размерности задачи. Следовательно, к одной и той же задаче могут быть применены различные методы в зависимости от ее сложности.

3. Концептуальные и формальные модели: различные способы формализации и описания объектов.

4. Согласованность и полнота: согласованность набора аксиом как формальной спецификации чего-либо; согласованность теорем с наблюдаемыми фактами; внутренняя согласованность языка, интерфейса. Полнота включает способность заданного набора аксиом охватывать все необходимые поведения, функциональную адекватность программ и аппаратуры.

5. Конструктивность: объект строят путем конечного применения определенных операций к базовому набору атомарных объектов.

6. Разрешимость: существование решения в области алгоритмизации.

7. Эффективность: мера цены по отношению к ресурсам, таким как время, пространство, деньги, люди и т.п.

8. Эволюция: изменения и их влияние на функционирующую систему. Примеры: способность формальных моделей отражать те аспекты систем, которые изменяются во времени, средства и методы реконфигурации систем.

9. Уровни абстракции: характер и использование абстракций в различных областях. Примеры: различные уровни описания аппаратуры, уровни спецификации объектов, понятие общности в языках программирования.

10. Концепция локальности: например, физическая (как в памяти), логическая (области видимости в языках программирования), организационная, структурная (процесс – процессор и т.п.)

11. Концепция времени: время как средство синхронизации, время как мера эффективности алгоритма, время как отражение причинной упорядоченности.

12. Повторное использование (переиспользование) как возможность использования конкретных методов, концепций и компонентов системы в новых контекстах и ситуациях. Например, переносимость программ, технологии, способствующие переносимости программ, абстракции в языках программирования, способы, обеспечивающие повторное использование программ.

13. Безопасность: способность системы (программ и аппаратуры) реагировать должным образом и защищать себя от некорректных и незаконных запросов. Например, проверка типов и другие концепции в языках программирования, санкционирование доступа в базах данных, сетях. Надёжные методы идентификации объектов в системах.

14. Компромиссы и их последствия: время – память, универсальность – специализация и т.п.

В качестве первого приближения к конструированию такой программы следовало бы определить:

1. Согласованную временную последовательность чтения сложившихся курсов по программированию и фундаментальной математике, а также соответствующую модификацию учебных планов.

2. Определить те разделы программирования и математики, которые следовало бы отнести к основным, а какие к факультативным курсам.

3. Обозначить те разделы фундаментальной математики, которые следует внести в программы традиционных курсов с учётом развития современных идей в области информационных технологий.

Эта работа должна проводиться в тесном контакте специалистов, лекторов и преподавателей, математиков и программистов, непосредственно участвующих в преподавательской деятельности.

Авторы понимают всю сложность разработки такой программы, осознают невозможность резкой перестройки и ломки сложившихся традиций. Однако такой процесс должно начинать.

*Воронов В.Ю., Горицкая В.Ю., Зленко П.А., Истомин Т.Е.,
Колпаков Р.В., Королев Л.Н., Меццераков Д.К., Попова Н.Н.,
Сальников А.Н.*

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ*

Московский Государственный Университет, ф-т ВМук, г. Москва system@angel.cs.msu.su

Введение

В настоящее время существует большое число инструментальных систем, ориентированных на исследователей, занимающихся обработкой данных на доступных им вычислительных средствах. В качестве таких средств используются персональные ЭВМ, серверы, вычислительные кластеры, суперкомпьютеры, машины с массовым параллелизмом. Широко известными примерами таких систем являются коммерческие системы Matlab, Mathematica и др. В этих нашедших наибольшее распространение дорогостоящих системах можно найти широкий спектр различных программ обработки экспериментальных данных и сигнальной информации. Однако при этом вся забота о доступе к базам данных, как правило, распределенным, возлагается на исследователя, который также в случае необходимости должен найти необходимые ему вычислительные мощности, организовав доступ к соответствующей вычислительной технике. Кроме того, такие системы, как правило, имеют существенные ограничения на размеры обрабатываемых данных. Версии таких систем, поддерживающие параллельную обработку, стоят очень дорого, а возможность распределенной обработки в них практически отсутствует.

В статье рассматривается архитектура и основные возможности информационно-вычислительной системы обработки информации ([1]), которая объединяет в себе средства доступа к распределенным базам данных, к удаленным вычислительным средствам и к вычислительным методам, необходимым для решения его задачи.

Разработка Системы была направлена на организацию обработки различных экспериментальных данных с учетом современных тенденций развития информационно-вычислительных систем в направлении предоставления возможности использования распределенных ресурсов по идеологии метакомпьютинга и GRID-систем ([2]).

Система представляет собой распределенный программный комплекс, предоставляющий пользователям унифицированный способ запуска на различных вычислительных машинах встроенных методов обработки данных, реализованных в виде специально оформленных вычислительных модулей. Особое внимание было уделено организации нейросетевой обработки данных, использованию параллельных вычислений, возможности подключения к Системе различных свободно распространяемых пакетов программ, в том числе пакетов визуализации и графических систем.

Система состоит из компонентов, которые, в общем случае, могут работать на разных узлах сети, предоставляет пользователям возможность удаленного доступа. Система поддерживает различные типы вычислительных систем – от персональных ЭВМ до больших SMP-систем и кластеров. В статье приводится пример функциональной специализации Системы для обработки сигнальной информации.

Архитектура Системы

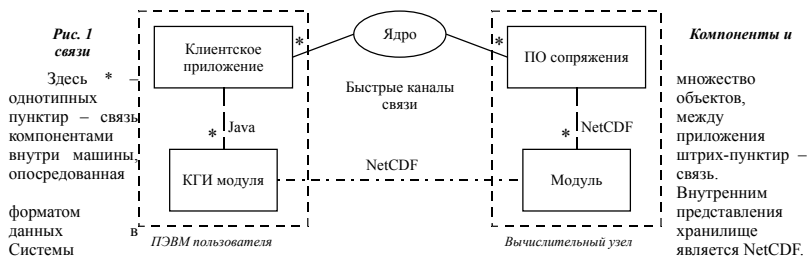
Перечислим основные архитектурные компоненты Системы.

- **Ядро.** Является главным координирующим компонентом. Оно обрабатывает запросы, поступающие от клиентских приложений, управляет глобальным распределением данных и вычислений, осуществляет мониторинг ресурсов.
- **Клиентское приложение.** Реализует пользовательский интерфейс управления данными и задачами в Системе. Предоставляет пользователю информацию о текущем состоянии Системы.
- **ПО сопряжения ядра с вычислителями.** Реализует интерфейс абстрактного ядра вычислителя, что позволяет унифицировать взаимодействие ядра с разнотипными вычислительными машинами. Размещается на вычислительных узлах.

Перечисленные компоненты составляют неотъемлемую часть Системы, образующую универсальную среду (или платформу), на основе которой могут быть построены инструменты, специализированные для определенной предметной области. Специализация задается на уровне функциональных компонентов (методов обработки): вычислительных модулей и компонентов графического интерфейса (КГИ) для их параметризации. Функциональные компоненты легко встраиваются в среду Системы благодаря разработанным инфраструктуре и интерфейсам.

На рис. 1 представлена архитектура Системы на уровне основных функциональных компонент.

* Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 99-07-90229 и 02-07-90130.



Расширяемость и миграция

Важным свойством Системы является возможность добавления в нее новых методов обработки. Для добавления нового метода обработки необходимо проделать следующее:

- разработать и реализовать преобразование входных данных алгоритма в NetCDF, а результатов – из NetCDF (при необходимости),
- реализовать ввод-вывод в реализации алгоритма через NetCDF,
- реализовать графический интерфейс запуска,
- осуществить компиляцию и зарегистрировать новый метод в служебной базе данных.

Благодаря модульной структуре Системы эти действия не затрагивают другие компоненты Системы. Особенности реализации Системы позволяют обойтись без существенных изменений самих алгоритмов обработки данных. Методы обработки могут быть реализованы с использованием любого из языков программирования, для которых существует реализация NetCDF (включая C/C++, Fortran, Java, Python), и размещены на любом вычислителе (с любой архитектурой процессора), при условии, что вычислитель снабжен необходимым программным обеспечением (библиотеки, компилятор/интерпретатор и т.п.).

В текущий момент в опытной эксплуатации на факультете ВМиК МГУ Система развернута в следующей конфигурации. Вычислители: IBM pSeries 690 (16-процессорная Power4 SMP-система), кластер IBM (5 узлов), рабочая станция (двухпроцессорная SMP-система, Intel Xeon), рабочая станция (Intel Itanium). Управляющая машина: ПЭВМ (AMD Athlon), на ней размещены ядро Системы и основное хранилище данных. Удаленный доступ к Системе осуществляется с помощью клиентского приложения с любой ЭВМ, имеющей доступ к Internet.

Клиентское приложение Системы

Клиентское приложение (или “рабочий стол” пользователя) содержит инструменты для управления данными и задачами пользователя. С помощью рабочего стола можно выполнять следующие операции:

- Помещать данные в Систему. При этом происходит преобразование данных в формат NetCDF и их размещение в файловых хранилищах Системы.
- Извлекать данные из Системы. Возможно автоматическое преобразование из NetCDF в поддерживаемые внешние форматы.
- Просматривать текущую аппаратную конфигурацию Системы и загруженность вычислителей.
- Заказывать обработку данных одним из поддерживаемых методов на выбранном вычислительном узле, с выбранными данными и параметрами. Выполняемые методы отображаются в списке процессов. По завершении обработки результаты помещаются в хранилище данных.
- Просматривать данные с помощью поддерживаемых Системой средств визуализации, в частности, системы OpenDX, модуля визуализации NetCDF, встроенных средств.

Система предоставляет возможность нейросетевой обработки данных с использованием интегрированного пакета Штуттгартского нейросетевого симулятора SNNS, обладающего широким спектром возможностей по обработке данных с помощью нейросетей, обучению и формированию структуры сетей, а также визуализации сетевой структуры и наборов образов. При интеграции пакета SNNS был решен ряд задач по сопряжению компонент пакета с архитектурой Системы, а именно:

- Реализована возможность хранения и использования в виде файлов данных Системы как файлов описания нейросетей, так и файлов образов.
- Для выполнения особо ресурсоёмких действий, а именно обучения и прореживания нейросети, применены вычислительные узлы Системы.
- Реализована поддержка специального формата упаковок образов в файлы NetCDF для упрощения связи по данным с другими модулями Системы.

Архитектурно пакет SNNS в рамках Системы разделён на две взаимодействующие части – оболочку пакетной обработки batchmap, использованную в неизменном виде, и должным образом модифицированную среду пользователя JavaNNS. Кроме данных компонент, имеется также ряд

вспомогательных модулей, реализующих, в частности, запуск batchman. Также в функции вспомогательных модулей входит поддержка специального формата образов. На рис. 2 представлена упрощённая схема взаимодействия между означенными компонентами.

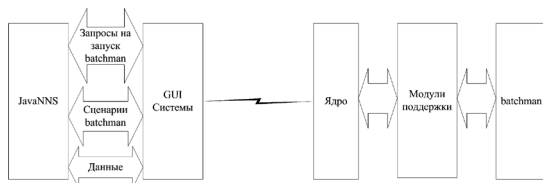


Рис. 2 Схема взаимодействия между компонентами SNNS

В результате интеграции SNNS приобрёл новое свойство распределённости за счёт использования двухуровневой архитектуры Системы. Благодаря этому задействование мощностей вычислительных узлов Системы практически настолько же прозрачно для пользователя, насколько и запуск соответствующих операций в оригинальной версии SNNS.

В ходе разработки Системы был проведен эксперимент по добавлению метода обработки, использующего код реализации генетического алгоритма, написанный сторонним разработчиком. Полученный в результате новый метод обработки полнофункционально работает на вычислительных узлах Системы.

Организация параллельных вычислений

Архитектура Системы допускает и подразумевает использование многопроцессорных систем. Унификация интерфейса вычислительных модулей позволяет реализовывать их в виде последовательных или параллельных программ. Более того, такой подход позволяет использовать самые разнообразные многопроцессорные системы и среды программирования для них. Из многопроцессорных систем в текущий момент в системе имеется поддержка SMP систем с возможностью создания вычислительных модулей как с использованием OpenMP, так и с использованием MPI, скомпилированного для работы поверх общей памяти. Также имеется поддержка кластерных систем с реализацией интерфейса межпроцессорного взаимодействия через MPI. Соответственно разработана реализация программных модулей с использованием MPI.

Имеется также возможность использовать более высокоуровневые средства. Например, в Систему встроена поддержка параллельной библиотеки PETSc. Данная библиотека предназначена для решения систем линейных уравнений с матрицами большой размерности. В частности в Системе реализован вычислительный модуль, осуществляющий решение систем линейных уравнений с разреженными матрицами.

В Систему встроена поддержка динамической балансировки загрузки пула процессоров во время выполнения на основе инструмента "PARUS". Фрагменты параллельной программы назначаются на те процессоры и в таком порядке, чтобы минимизировать время счёта и объём передаваемых между процессорами данных. По такой технологии реализован вычислительный модуль, осуществляющий частотную фильтрацию в звуковом сигнале.

Пример функционального наполнения Системы

Возможность применения Системы в конкретной предметной области представлена набором средств для работы со звуковыми сигналами. В Системе реализованы методы предварительной обработки данных: метод «Процессор динамической обработки», применяемый для сжатия или расширения динамического диапазона сигнала, увеличения громкости сигнала в задачах шумоподавления; метод «Windowed-Sinc фильтр», реализующий частотную фильтрацию звуковых сигналов. Система снабжена средствами импорта звуковых файлов, преобразующими звуковые файлы формата Microsoft WAVE в формат NetCDF. Перечисленные средства образуют законченный набор, что демонстрирует возможность использования Системы для решения задач из класса конкретной предметной области.

Литература

1. Королев Л.Н., Попов А.М., Попова Н.Н., Рогов Е.В. Реализация системы анализа динамических процессов в сети Интернет. //Тезисы докладов Всероссийской конференции «Научный сервис в сети Интернет». М.: Изд-во МГУ, 1999.
2. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.

* Специализированная распределенная система обработки экспериментальных данных / Л.Н. Королёв, В.Ю. Воронов, В.Ю. Горицкая, П.А. Зленко и др. / Методы и средства обработки информ.: труды Второй Всерос. науч. конф. – МГУ, 2005. – 6 с. <http://old.lvkc.cs.msu.su/files/mco2005/voronov.pdf>.

Королёв Лев Николаевич

**Влияние программирования
на архитектуру вычислительных систем
(от прошлого к будущему)***

Если раньше большее влияние на архитектуру оказывали требования разработчиков системного программного обеспечения, то в новых разработках главный упор сделан на достижения высокой эффективности микрораспараллеливания с учётом суперскалярности процессоров.

Основная тяжесть по «добыче» эффективности возлагается на разработчиков оптимизирующих трансляторов. Бытовавший ранее лозунг приближения архитектуры машин к языкам высокого уровня, по-видимому, в коммерческих разработках отброшен окончательно. Однако, некоторые следы такого подхода можно отметить в микропроцессоре E 2k, разработанном под руководством Б. А. Бабаяна.

Последние десятилетия потребовали от разработчиков учёта требований обработки мультимедийных данных, что увеличило число типов данных, поддерживаемых аппаратурой.

Важными представляются работы, выполнявшиеся коллективом под руководством академика В. С. Бурцева и продолжающиеся в настоящее время, по созданию «Ассоциативной машины». Этот многообещающий подход, позволяющий реально осуществить принцип работы машин, управляемых потоком данных: «выполни действие сразу в тот момент, когда будут готовы операнды», как представляется, позволит достичь максимальной эффективности динамического распараллеливания.

Несомненный интерес представляют работы, выполненные в своё время в ИТМ и ВТ по разработке архитектуры модульного конвейерного процессора – МКП (А. А. Соколов, А. Ю. Бяков и др.). Если следовать современной терминологии, это была двухядерная суперскалярная архитектура процессора, включавшая блок параллельно работающих функциональных устройств, с возможностью реализации режима SIMD (векторный блок).

* Из архива рукописей.

Что касается отражения в архитектуре вычислительных систем требований распределенных вычислений, то несомненную значимость имеют разработки, связанные с созданием АС-6, выполненные под руководством академика В.А. Мельникова. Эти работы, выполненные в прошлом столетии, явились предтечей того, что сейчас делается в мультипроцессорных системах – выделяются два типа связей: одна наиболее быстрая для обмена информацией между процессорными узлами, и более медленная для связи с «далекими» абонентами.

Эти примеры подтверждают известную истину, что всякое новое есть хорошо забытое старое. Желательно только, что бы «забытие» было бы не нарочитым!

Экскурс в историю и сегодняшний день развития архитектур процессоров говорит о том, что «голубая мечта» создателей программного обеспечения о платформенной независимости их разработок, о программной преемственности компьютеров всех фирм и народов, о появлении некоего стандарта архитектуры, которого придерживались бы все разработчики, так и останется неосуществимой.

Можно только уповать на законы естественного отбора, но жаль, что такой отбор требует очень продолжительного времени, особенно когда «среда обитания» (технический прогресс в элементной базе) непрерывно и непредсказуемо меняется.

Королёв Л. Н.

Архитектура и программирование*

Автору в течение почти 50 лет (с 1953 года) посчастливилось быть свидетелем и непосредственным участником разработки структур и программного обеспечения некоторых отечественных вычислительных систем, разработанных под руководством Сергея Алексеевича Лебедева. Суждения автора, хотя и носят субъективный характер, могут быть интересны современным компьютерщикам.

Проектировщики вычислительных систем сейчас и раньше стремились достичь одновременно двух целей:

- из имеющейся в наличии элементной базы построить вычислитель с наилучшим соотношением «стоимость / производительность» для данного класса потенциальных пользователей;
- сделать машину удобной для программирования.

Первые экземпляры вычислительной техники у нас и за рубежом ориентировались на узкий класс пользователей, в основном физиков и ракетчиков, создававших атомное оружие и средства его доставки. Главное было достичь, не обращая внимание на затраты, по возможности высокой производительности и приемлемой надёжности.

К этому типу по существу уникальных машин у нас следует отнести «Стрелу» и «БЭСМ-1».

Роль математиков, обслуживавших физиков и ракетчиков, на этапе проектирования этих машин поначалу состояла в определении минимально необходимой разрядности машинного слова для хранения операндов, с учётом требуемой точности результатов вычислений, и в предложениях по кодировке полей машинных команд, что можно назвать разработкой машинного языка.

Как сейчас представляется, 50-е годы явились началом новой ветви математики, получившей название прикладной математики, тесно связанной с построением алгоритмов, доступных для реализации на вычислительной машине.

* Из архива рукописей.

Потребовались новые подходы к теоретическим исследованиям в области численных методов в условиях ограничений разрядной сетки реальных машин, потребовалось исследование феномена программ, совершенно новых объектов в математике, правил взаимодействия и формального преобразования программ, изучение эквивалентности и сложности программ. Потребовалась разработка новых эффективных алгоритмов и доказательства их работоспособности, правильности получаемых результатов. Именно на основе этих исследований математиками предлагались и обосновывались требуемые характеристики проектируемых вычислительных машин.

В начале 50-х годов под грифом «секретно» вышла замечательная книга, в которой описаны многие оригинальные вычислительные алгоритмы, пригодные для реализации на ЭВМ. Среди её авторов были такие выдающиеся математики как М. Р. Шура-Бура, А. А. Абрамов, Л. А. Люстерник и др. Эта книга оказала большое влияние на развитие программирования в СССР, сформировав взгляд на эту отрасль знаний, как на новую часть математики вообще, и прикладной математики в частности.

«Удобство» программирования, которое учитывается при проектировании ЭВМ, понятие достаточно расплывчатое, смысл которого значительно изменялся со временем, так же как и само понятие программирования.

В начале на этапе программирования в машинных кодах под удобством программирования понималась хорошая мнемоника машинного языка в 8-ричном или 16-ричном цифровом представлении, в зависимости от перфорационного оборудования.

С появлением алфавитно-цифровых перфораторов и первых языков символьного кодирования (автокодов, ассемблеров) роль внутренней кодировки перестала играть существенную роль. Приобрели значение запоминающаяся мнемоника записи смысла операций, символика задания имён (символических адресов) переменных. Синтаксис первых машинно-независимых языков типа Фортран и Кобол явно несет отпечатки синтаксиса автокодов.

Первым машинно-независимым языком с синтаксисом и семантикой, приближенными к математической нотации, по-видимому, следует

считать Алгол-60, изначально предназначавшийся для записи и публикации «математических» алгоритмов. В Советском Союзе он в своё время был возведён в ранг стандарта.

Первые трансляторы с Алгола-60 были созданы в СССР, что явилось крупным достижением того времени. Две конкурировавшие разработки были выполнены под руководством и непосредственном участии выдающихся математиков М. Р. Шуры-Буры и С. С. Лаврова.

Свойства блочно- и процедурно-ориентированных языков типа Алгол нашли своё отражение в архитектурах некоторых машин, а именно, в машинах фирмы Барроуз (Burroughs) и в отечественных машинах серии Эльбрус. Это пример влияния языкотворчества на архитектуру ЭВМ, выразившегося в создании аппаратной поддержки таких удобных средств программирования, как рекурсии и процедуры.

ЭВМ начала 50-х годов, как уже было сказано, были созданы на потребу военно-промышленных комплексов и на поддержку научных исследований, так или иначе связанных с ними. Не смотря на это, на этих машинах проводились инициативные экспериментальные работы, носившие чисто научный, академический характер. К заслугам С.А. Лебедева следует отнести то, что он давал возможность математикам работать в этих направлениях, вообще говоря, далеких от суровых правительственных заданий на создание необходимых государству машин и решение «государственных» задач.

В частности, на БЭСМ-1 проводились эксперименты по автоматическому переводу с английского языка на русский. В составе коллектива, работавшего под руководством Д. Ю. Панова и при кураторстве зам. директора ИТМ и ВТ И.С. Мухина над проблемами машинного перевода, довелось работать и автору доклада, предложившему и реализовавшему механизм, получивший потом название «хеширования», для ускорения поиска по словарю.

Чисто академический интерес представляли первые работы по символному дифференцированию, выполненные при участии и руководстве автора на той же машине БЭСМ-1, совсем не предназначенной для решения задач подобного типа. В БЭСМ-1 отсутствовали операции символьной обработки, были только операции арифметики с плавающей запятой и минимальный набор поразрядных логических операций.

Обусловленная коммерческими и научными интересами погоня за универсальностью ЭВМ, в смысле обработки как можно более широкого спектра типов данных, естественно привела к резкому усложнению системы команд и логики работы аппаратуры. Так появились универсальные вычислительные машины со сложной системой команд, машины CISC-архитектуры, в которых аппаратно поддерживается большое разнообразие типов данных и операций над ними. Логическую сложность машины характеризует число различных команд. В системе IBM 360/370, например, это число приближалось к 300. Создание машин CISC-архитектуры стало модным.

Это привело к необычайному усложнению процессора и вошло в противоречие с «инженерной» целью – добиться максимальной производительности аппаратуры при решении конкретных задач.

Думается, что уверенность С. А. Лебедева в возможности и потенциале отечественных математиков позволили ему не поддаться этой моде, задержавшей внедрение новых идей в организацию машин на некоторое значительное время.

Следует отметить, что консервативная идея сохранить стиль работы пользователя, не выдержала испытание временем. Пользователю непрерывно приходится доучиваться или переучиваться, если он хочет воспользоваться новыми мультимедийными возможностями, сетевым взаимодействием, компьютерной телефонией и другими новейшими услугами компьютерных систем.

Многими программистами была высоко оценена прозрачная и логически простая система команд отечественной машины БЭСМ-6, архитектура которой отражала гениальный стиль мышления её главного конструктора, выдающегося учёного, патриарха отечественной вычислительной техники, академика Сергея Алексеевича Лебедева.

Огромный успех этой машины среди пользователей обязан простоте её логического построения, простоте её архитектуры. Автор гордится тем, что принимал непосредственное участие в разработке машины БЭСМ-6, и считает себя одним из многих учеников Сергея Алексеевича Лебедева.

Процессоры RISC-архитектуры, к которым можно отнести и БЭСМ-6, такие как Alpha-DEC, POWER PC, SUN-SPARC, HP-PA, в большей степени

ориентированные на сферу применения в научных исследованиях, решения академических задач, приобрели в настоящее время доминирующее значение.

У Сергея Алексеевича Лебедева был прекрасный принцип внимательного отношения к инициативам молодых исследователей, предлагавших часто нереализуемые в данное время проекты, касающиеся новаций в архитектурах ЭВМ. Он внимательно выслушивал проектантов и в их присутствии рассматривал все «за» и «против», не умаляя достоинств, и не подчеркивая заблуждения.

Сергей Алексеевич Лебедев высоко оценивал значение математиков и программистов, от которых во многом зависели успехи применения разработанных в Институте вычислительных машин в сложнейших системах управления в реальном масштабе времени, в частности в системах противоракетной обороны. Он сам пробовал программировать некоторые задачи, думается, главным образом для того, чтобы оценить трудоемкость и значимость этого процесса на основании собственного опыта.

Может быть поэтому он оставлял без административных последствий некоторые ошибки программистов, которые доставляли ему как Главному конструктору очевидные неприятности.

PACS 02.60.Pn

© 2007 г. Л.Н. КОРОЛЕВ, чл.-корр. РАН
(Московский государственный университет им. Ломоносова)

ОБ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМАХ, НЕЙРОСЕТЕВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ, ГЕНЕТИЧЕСКОМ ПРОГРАММИРОВАНИИ – МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ¹

Рассматриваются в общих чертах некоторые проблемы, связанные с применением эволюционных и генетических алгоритмов, генетического программирования, нейросетевых вычислений при решении прикладных задач, сводящихся к анализу функций, заданных на перестановках. Отмечается естественный параллелизм этих алгоритмов и возможность их реализации на современных вычислительных машинах.

1. Введение

Начиная с 80-х годов прошлого столетия получило развитие направление научных и прикладных исследований, получившее название в смысловом русском переводе – “обучение вычислительных машин”. В англоязычной литературе это направление относят к Computer Science или к IT-технологиям и называют “Machine Learning” (ML). Цель статьи – попытаться разобраться с теми допущениями, ограничениями и математическими проблемами, которые возникают в этой области исследований, основанной главным образом на эвристиках и на гипотезах, в той или иной степени адекватных предметной области, в рамках которой решаются задачи методами ML. В это направление исследований и применений входят эволюционные и генетические алгоритмы, генетическое программирование, нейросетевые вычисления (нейрокомпьютинг), клеточные автоматы. Появление обобщающего термина Machine Learning связывают с именем К. Самюэля, опубликовавшего в 1963 г. статью [1] о некоторых проблемах обучения машины на примере игры в шахматы.

2. О нейронных сетях

С формальной точки зрения нейронную сеть можно представить как частный случай параметризованного преобразователя, на вход которого поступает вектор значений, а на выходе которого появляется другой вектор, возможно из другого векторного пространства. Такого типа преобразование в обычной математической

¹ Работа поддержана грантами РФФИ № 06-01-00586 и 06-01-00046, грантом № НШ-4774.2006.1 программы “Ведущие научные школы”, грантом Президента РФ № МК-1777.2005.1, грантом INTAS № 05-109-5267, грантом Лаврентьевского конкурса молодежных проектов СО РАН.

Модель персептрона Розенблатта была подвергнута всестороннему математическому анализу в работе М. Минского и С. Пейперта [5], которые доказали невозможность использования персептрона для решения некоторых простых задач распознавания геометрических объектов, в частности невозможность распознавать геометрически подобные образы.

Затем были предложены многочисленные усовершенствованные модели нейронных сетей, которые снимали ряд ограничений персептрона и расширяли возможный круг решаемых задач. Однако мощностей существовавшей на тот период вычислительной техники было явно недостаточно для решения многих реальных задач распознавания и классификации.

Анализируя первый этап развития исследований нейронных сетей, можно вполне определенно сказать, что эта область относилась к математике, к исследованиям некоторого класса математических моделей, отражающих, в том числе и в терминологии, физиологические реалии.

Сложность и необычность этих исследований заключалась в том, что нейронные сети по своей сути являются моделями параллельного процессирования, в которых все узлы (нейроны) работают одновременно и одновременно обмениваются информацией между собой.

Замечательным свойством математических моделей нейронных сетей, используемых для вычислений, является принцип их “обучения” и “самообучения”, их структуры на решение определенного класса задач.

Процесс “обучения” и “самообучения” состоит в подборе параметров $\omega_1, \dots, \omega_k$ так, чтобы “выходное” векторное пространство обладало предопределенными свойствами.

В ряде задач множество выходных значений Y_i должно обозначать номер класса, к которому отнесен входной вектор, в других задачах это множество представляет собой сжатую информацию, в третьих – аппроксимированное значение некоторой функции и т.п.

Как уже отмечалось, идеи генетического программирования (Genetic Programming) возникли в конце 50-х годов прошлого столетия [6]. Большую роль в развитии этих идей сыграл профессор Дж. Коза, опубликовавший в 1992 г. первую монографию, посвященную многим аспектам этого нового направления в автоматизации программирования [7, 8].

Прежде чем говорить о генетическом программировании следует ввести в круг идей, связанных с эволюционными алгоритмами вообще и с генетическими алгоритмами в частности.

3. Эволюционные алгоритмы

Эволюционные алгоритмы можно отнести к известному методу “проб и ошибок”, связанному с решением переборных задач, возникающих при поисках правильных решений или экстремальных значений, в случае отсутствия знания или теории о поведении изучаемого объекта, процесса или функции.

Способ решения таких плохо формализованных, плохо определенных задач – это направленный перебор.

В непрерывной математике широко используется метод градиентного спуска для поиска экстремумов функций, в дискретной математике используется метод ветвей и границ, позволяющий отсеять большое число вариантов, которые заведомо не приведут к нахождению правильного решения.

В том и в другом случаях отыскания экстремума направленным перебором необходимы сведения о характеристиках функции или функционала, экстремум которых

надлежит отыскать. При решении практических задач эти сведения можно получать в ходе решения.

Пусть задано конечное множество из N уникальных элементов. Уникальность элементов означает, что каждый из них имеет свое присущее только ему имя и обладает некоторым набором приданных ему характеристик. Каждому элементу этого множества может быть приписан свой порядковый номер. Если в множестве N элементов, то можно присвоить им порядковые номера $N!$ различными способами. Пусть с каждой нумерацией связано некоторое значение и существует алгоритм вычисления этого значения. Функцию, зависящую от способа нумерации элементов множества, будем называть функцией, заданной на перестановках или просто функцией перестановок $F(p)$.

В качестве имен элементов можно выбрать номера от 1 до N и назвать эту последовательность начальной перестановкой $p_1 = (1, 2, 3, \dots, N)$. Как известно, любую другую перестановку можно получить последовательной переменой мест двух соседних элементов перестановок, соответственно все перестановки можно перенумеровать от 1 до $M = N!$.

Многие задачи сводятся к поиску экстремумов функций перестановок. Классическим примером функции, заданной на перестановках, является задача коммивояжера. Если перенумеровать все города, которые должен обойти коммивояжер, и задать расстояния между любой парой городов, то перестановку можно считать порядком обхода городов, а сумму пройденного расстояния можно считать значением функции на выбранной перестановке. При небольшом числе городов эту задачу можно решить прямым перебором. Но если N большое, например 300, то по формуле

Стирлинга $\left(N! \approx \left(\frac{N}{e}\right)^N \sqrt{2\pi N}\right)$ получаем $300! > 10^{450}$. С таким числом переборов не справится ни один компьютер в мире, так как число элементарных частиц во вселенной не превышает 10^{200} !

Другим примером задачи, сводящейся к поиску экстремума функции на перестановках, является хорошо известная задача о рюкзаке.

Ее формулировка в простейшем случае сводится к следующему. Дано N предметов, каждый из которых обладает своим весом и стоимостью. Рюкзак может быть нагружен только до определенного веса. Следует из имеющихся N предметов положить в рюкзак наиболее ценные, не превысив допустимый вес. Здесь с каждым предметом связано уже два значения – вес и стоимость (ценность).

И ту, и другую задачу можно попытаться решать, выбирая перестановку одну за другой наугад, в надежде случайно наткнуться на удачную перестановку, доставляющую искомый экстремум функции или приближающую к экстремуму.

Здравый смысл подсказывает, что подобные задачи нужно решать направленным перебором, отбрасывая сразу недопустимые варианты последовательности обхода городов или последовательности загрузки рюкзака. Необходимо найти законы, определяющие правила построения “хороших” перестановок.

Для этого можно поступить так. Выбрать наугад несколько перестановок, подсчитать для всех соответствующие значения функции, внимательно проанализировать их состав и выработать стратегию формирования новых перестановок, приближающих значения функции к искомому экстремуму.

Если, например, ищем максимум функции, то следует пробовать выбирать для дальнейшего исследования перестановки, чем-то похожие на изначально случайно выбранные перестановки с большими значениями функций от них. Однако если ориентироваться только на “хорошие” перестановки, то можно оказаться в локальном максимуме. Чтобы этого не случилось, надо продолжать пробовать случайные перестановки в надежде не оказаться в локальном экстремуме.

Формально это означает, что для получения новых перестановок на основе набора выбранных ранее перестановок необходима операция генерации похожих перестановок и операция, удаляющая от “хороших” перестановок. Эти две операции для некоторых задач могут быть формально определены, как некие алгебраические операции над перестановками [9, 10].

Природа “выдумала” свой метод отыскания правильных решений, обеспечивающий улучшение приспособленности особей живой природы к среде обитания, вообще говоря, не требующий априорных знаний о функции или функционале.

Эволюционная теория Дарвина представляет собой гипотезу, хорошо согласующуюся с фактами, которая объясняет механизмы появления устойчивых популяций организмов (видов), наилучшим образом приспособленных к обитанию и размножению. Это механизмы “скрещивания”, “мутации” и “селекции” (отбора особей для воспроизведения новых популяций вида и продолжения рода).

Современная генетика раскрыла детали механизмов скрещивания и мутации, происходящих на молекулярном уровне в цепочке генов или геноме. Геном особи содержит всю необходимую информацию для формирования конкретной особи и предопределяет ее приспособленность к жизни в среде обитания.

В связи с этим возникло желание применить механизмы естественного отбора для решения задач поиска наилучших решений в тех областях, где отсутствуют априорные знания об объекте, экстремальное значение которого необходимо отыскивать.

В математике давно известны методы, позволяющие находить локальные экстремумы функций. Первый шаг численных методов поиска экстремума, как правило, состоит в том, что на некотором отрезке определения функции “разбрасываются” случайным образом несколько точек, в которых вычисляются значения функции. Следующие шаги состоят в том, что выбираются точки с наибольшим (с наименьшим) значением функции и вблизи от них отыскиваются новые “перспективные” точки для дальнейшего анализа с использованием, например, идей градиентного спуска. Выбор перспективных точек можно назвать селекцией, получение новых точек можно назвать процессом генерации новых поколений точек. Подобные численные методы, по своей сути, являются итерационными, и каждый шаг итерации состоит в селекции объектов и получении новой генерации точек для дальнейшего анализа. Алгоритмы такого типа называются, следуя Дарвину, эволюционными. В настоящее время трудно назвать автора, который ввел этот нематематический термин в численные методы.

Возникло множество эволюционных алгоритмов, использующих в разных видах механизмы типа естественного отбора.

Для обозначения некоторых проблем, возникающих при попытках моделирования природных процессов, рассмотрим простой пример задачи поиска глобального минимума некоторой функции одного переменного.

Пусть неизвестно о функции ничего, кроме того, что нам доступен алгоритм, позволяющей вычислить ее значение в любой произвольно выбранной точке. Имея в виду компьютерную обработку, будем предполагать, что поиск глобального экстремума производится для функции, заданной только в конечном множестве дискретных точек и, следовательно, на конечном сегменте.

Это сразу же отсекает возможности точного применения хорошо развитых математических методов поиска экстремумов функций, заданных своими дифференциальными свойствами.

Для поиска глобального максимума так заданных функций $f(x)$ часто используется эволюционный алгоритм, получивший название генетического алгоритма [11–13], который состоит в следующем:

• Возьмем наугад n значений $x_i^{(1)}$, принадлежащих области определения, вычислим (отыщем) значения $y_i^{(1)} = f(x_i^{(1)})$ во всех этих точках, а далее будем рассуждать, и действовать так:

• расположим $x_i^{(1)}$ в порядке возрастания соответствующих значений $y_i^{(1)}$;

• будем считать, что значения $x_i^{(1)}$, соответствующие большим значениям $f(x_i^{(1)})$, находятся ближе к искомому максимуму нашей функции, нежели другие, и будем считать их “хорошими” (*отметим тут же, что это предположение есть гипотеза, основанная только на интуиции*);

• сформируем новую последовательность $x_j^{(2)}$ той же длины n , но уже не совсем случайным образом, а так, чтобы часть новых $x_j^{(2)}$ находились бы поблизости от “хороших” точек $x_j^{(2)}$, другая часть, во избежание попадания в локальный максимум, охватывала бы другие, “далекие” области определения функции, а часть была бы отброшена;

• получив новую последовательность $x_j^{(1)}$, которая в сложившейся терминологии называется “популяцией”, будем генерировать таким же образом все новые и новые популяции.

Этот процесс построения все новых и новых популяций $x_i^{(k)}$ будем продолжать в надежде, что на каком-то шаге найдем точку, в которой функция $f(x)$ достигнет своего максимума.

Чем может быть подтверждено, что надежда оправдалась, что действительно на какой-то итерации получили значение координаты искомого минимума? Напротив, тем, что новые итерации не дают уже улучшения результатов, или на основании того, что с точки зрения эксперта вся область определения функции, экстремум которой ищем, достаточно “плотно” обследована. Эти и многие другие критерии завершения процесса итераций генетического алгоритма, очевидно, не имеют ничего общего с формальными строгими математическими доказательствами правильности полученных результатов.

В генетических алгоритмах используется терминология, заимствованная из эволюционной теории Дарвина, которая перекочевала в чисто математические исследования, не имеющие ничего общего с биологией.

В нашем примере последовательности $x_j^{(k)} = x_{j1}^{(k)}, x_{j2}^{(k)}, \dots, x_{jn}^{(k)}$ называются *популяциями*, сами x_i называются *генами*, порождающими значения функции, а сама функция называется функцией *выживаемости* или *функцией качества* (fitness function).

Выше говорилось о функциях, заданных на перестановках, в этом смысле геном есть перестановка, популяция — набор исследуемых перестановок, функция качества — перестановочная функция. Способ получения точек новой популяции на основе анализа точек (геномов) предыдущей популяции, именуются операциями *скрещивания* и *мутации*. Выбор “хороших” точек и отбрасывание плохих можно назвать *селекцией*.

Обращаясь к нашему простому примеру, важно заметить следующее. Если будем каждый раз выбирать для получения новой популяции только хорошие геномы предыдущей популяции, велика вероятность “заиклиться” около точки локального максимума и не найти популяцию, содержащую глобальный максимум. Во избежание такого явления живая природа придумала процесс мутации — случайного изменения какого-то элемента генома, приводящего к изменчивости отдельной особи либо в лучшую, либо в худшую сторону. В соответствии с этим механизмом изменчивости в генетических алгоритмах используют операцию *мутации*, которая обеспечивает, как правило, выход из заикливания около “хороших” точек. Более

сложную операцию “скрещивания” можно интерпретировать как попытку сформировать новую особь, смешением признаков двух других особей (родителей).

После популярного изложения идеи генетического алгоритма можно перейти к более формальному изложению механизмов основных операций, используемых в вычислениях.

Общую ситуацию, в которой действует генетический алгоритм в нашей простой задаче отыскания максимума функции, следует представлять следующим образом.

Имеется “черный ящик”, устройства которого не известно, но который, получая на вход некоторые данные, на выходе выдает некоторые значения, которые можно сравнивать между собой, ранжируя их по величине или значимости.

На вход могут поступать характеристики некоторых объектов, которые будем называть геномом особи. Геном должен быть закодирован некоторой последовательностью символов. С вычислительной точки зрения любой код для компьютера представляет собой структурированную последовательность двоичных разрядов. Структурированную в том смысле, что вся двоичная последовательность разбита на поля (подпоследовательности), несущие некоторую смысловую нагрузку, определяемую постановкой задачи.

Двоичные элементы такой последовательности часто называют генами, а смысловые поля последовательности иногда называют хромосомами. Сразу же отметим, что в формальной постановке задач, решаемых генетическими алгоритмами, эти термины не связаны с исходным их биологическим смыслом.

В общем случае можно считать, что на вход “черного ящика” поступают данные в двоичном коде, на выходе получаем закодированные в двоичном виде результаты, с помощью которых можно упорядочить геномы популяции, генерируемой на каждом шаге работы алгоритма.

Операция *скрещивания* формально состоит в том, что из популяции выбираются геномы двух “родителей” и из них формируются геномы нескольких “потомков”, по некоторым правилам, напоминающим перекрестное опыление: для потомков часть хромосом (блоков генов) берется от одного родителя, часть хромосом берется от другого, они объединяются, но так чтобы их общее число, а иногда и место расположения, при этом оставалось таким же, как и у родителей. В классических генетических алгоритмах общая длина двоичного генома у всех особей всех популяций одинакова.

Одноместная операция *мутации* состоит в том, что у *случайно* выбранного представителя популяции, меняется один двоичный разряд (ген) на противоположный по значению, и так получают значение нового представителя. Слово “случайно” означает, что этот процесс производится с некоторой заранее заданной вероятностью.

Операция селекции состоит в выборе геномов, полученных в результате скрещиваний и мутаций, для формирования новой популяции для следующего шага итерации генетического алгоритма. При организации селекции также используется вероятностный подход, т.е. задаются вероятности выбора новых геномов и оставления в популяции старых особей.

Перечисленные выше вероятности являются параметрами генетического алгоритма, и от их выбора в значительной степени зависит качество работы самого алгоритма, успех в решении поставленной задачи. Входными параметрами генетического алгоритма являются также размер генома, заданный размер популяции и число шагов итерационного процесса, необходимых для получения приемлемого решения.

В 1975 г. Дж. Холланд [6] доказал теорему, известную под названием теоремы схем (schemata theorem). В очень грубом приближении содержательно “теоре-

0	0	*	*	1	0	1	1	*	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Рис. 2.

ма схем” утверждает, что с увеличением числа итерационных шагов генетического алгоритма вероятность приближения к экстремуму функции качества возрастает.

Теорема исходит из того, что геном представляет собой двоичную последовательность, у которой каждый ген (двоичный разряд) может изменяться независимо от других в результате действий операций скрещивания и мутации. Теорема утверждает, что от поколения к поколению в результате операции селекции, которая оставляет в следующем поколении в основном геномы с “хорошим” значением функции качества, растёт (по вероятности) число разрядов в геноме, не меняющихся от поколения к поколению.

Поясним утверждение теоремы на примере. Пусть геном представляет собой последовательность n двоичных разрядов. Рассмотрим популяцию некоторого поколения, состоящую из M особей, обладающих самыми хорошими значениями функций качества. Каждому разряду генома поставим в соответствие частоту повторяемости его значения. Например, значение “0” генома с номером i повторяется в популяции κ раз, значение “1” этого гена повторяется $M - \kappa$ раз. Если $\kappa \approx M - \kappa$, то будем считать такой ген “случайным” или неинформативным и обозначим его неопределённое значение символом “*”, если же $\kappa \gg M - \kappa$, то будем считать, что вероятность закрепления за геном некоторого значения пропорциональна частоте его появления в популяции. Это позволяет построить “схему” генома, отражающую степень закрепления определённых значений генов в популяции. Схема будет выглядеть, например так, как показано на рис. 2.

В популяции гены, помеченные *, меняют свои значения (0 на 1 или наоборот) от особи к особи достаточно случайным образом, так что можно предположить, что разряды * мало влияют на значение функции качества. Разряды набора генов, помеченные 0 или 1, говорят о том, что в популяции соответствующие гены принимают у большинства “хороших” особей установленные значения.

При некоторых предположениях о вероятностях мутаций, скрещиваний и правилах селекции вероятность появления неопределённостей типа * постепенно убывает от популяции к популяции, символы * постепенно исчезают из схем.

Геном с заданными значениями всех его разрядов можно интерпретировать как одну вершину n -мерного куба. Множество вершин, удовлетворяющих схеме, в которой закреплены значения лишь за несколькими разрядами, представляет собой вершины, образующие аналог гиперплоскости в обычном n -мерном пространстве.

Если исследуемый геном представляет собой последовательность двоичных разрядов длины n , то число всех возможных двоичных последовательностей такой длины равно 2^n . Например, при $n = 64$ число $2^n \approx 10^{18}$. Прямой перебор для решения задачи отыскания экстремума “функции выживаемости” потребует огромного числа вычислений. Практические эксперименты на задаче о рюкзаке показывают, что для достижения заданной цели требуется приблизительно около 200 итераций при размере популяции порядка 40 геномов в каждой. Тем самым потребуются вычислить $200 \cdot 40 \approx 10^4$. Ускорение, даваемое генетическим алгоритмом по сравнению с прямым перебором, равно 10^{12} . Работа ускоряется в миллиарды раз.

При некоторых искусственных предположениях математически точно доказывалось сходимость генетического алгоритма к точному решению поставленной задачи.

Для некоторых реальных задач, как уже говорилось, доказательство того, что алгоритм выдал нам точное (или близкое к точному) решение трудно получить, и это составляет один из недостатков генетических вычислений.

4. О генетическом программировании

В модели с “черным ящиком” возможна и другая постановка задачи. Пусть известна реакция черного ящика на входные данные, которые будем называть также геномами. Представляет интерес выяснить, по какой программе работает этот аппарат, выдавая значения некоторой вычисленной им функции.

Задача генетического программирования как раз сводится к конструированию программы, выполняющей аналогичное черному ящику преобразование данных, с использованием идей генетических алгоритмов. Речь идет о конструировании реальной вычислительной программы, которую можно задать вычислительной машине для ее реального исполнения, т.е. о программе, закодированной на одном из формальных алгоритмических языков, доступных для понимания компьютером.

Формальный механизм генетического программирования состоит в следующем [14, 15].

Модель любой программы представляется в виде графа или списка в смысле алгоритмического языка программирования логических задач – ЛИСП.

Для простоты дальнейшего изложения будем рассматривать программу как визуально заданный граф.

Любое вычисление арифметического выражения можно интерпретировать как поток вычислений, определяемый соответствующим графом. Например, рассмотрим простое выражение:

$$y = ((a + b)c + (a - d)x) r.$$

Это выражение можно представить графом потока данных и операций над ними (рис. 3).

Последовательность вычислений, выраженных этим графом, может быть такой

$$a \Rightarrow b \Rightarrow + \Rightarrow c \Rightarrow * \Rightarrow a \Rightarrow d \Rightarrow - \Rightarrow x \Rightarrow * \Rightarrow + \Rightarrow r \Rightarrow *.$$

Эту последовательность символов, отображающих граф вычислений, будем считать геномом, точнее набором хромосом, несущих на себе следующую семантическую нагрузку: коды букв обозначают переменные и константы, коды символов операций – набор допустимых в компьютере арифметических действий, а код символа $\Rightarrow$ обозначает стрелку в графе программы.

Теперь, соблюдая некоторые очевидные правила, случайно выберем последовательность этих трех типов символов, образующих программу, которая что-то может

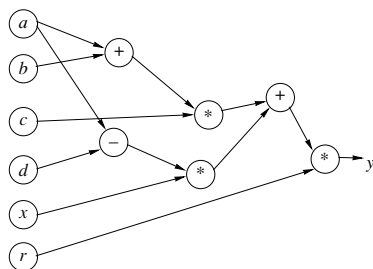


Рис. 3.

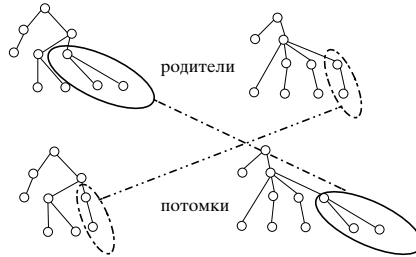


Рис. 4.

вычислять. Подставим в эту случайно выбранную программу входные значения, воспринимаемые нашим черным ящиком. Наверное, результат вычислений по такой случайно сформированной программе будет значительно отличаться от ожидаемого значения. Ошибку в вычислениях будем считать значением функции качества генетического алгоритма, конструирующего нужную машинную программу.

Тем самым определили вид генома, функцию качества, и для реализации генетического алгоритма недостаёт разумно определить операции скрещивания, мутации, селекции, размер популяции и критерии окончания итерационного процесса по выбору правильной программы, которая минимизирует ошибку в вычислении отклика черного ящика на входные данные.

Перейдем к более формальной постановке задачи генетического программирования, для простого примера, связанного с конструированием программы вычисления функции одного переменного. Пусть нам вместо черного ящика задана конечная таблица пар чисел (x_i, y_i) , где x_i обозначает аргумент, а y_i — значение функции от этого аргумента. Будем искать программу, представленную древовидным графом, которая будет вычислять по значению x_i значения z_i , минимально отличающиеся в совокупности от y_i , т.е. будем искать программу, минимизирующую функцию

$$F(p) = \sum_{i=1}^n |y_i - z_i|,$$

где $z_i = p(x_i)$. Аргументом функции F является программа-геном p , о которой речь шла выше. Положим размер популяции программ равным, например, 10, и случайным образом построим 10 графов-программ с небольшим числом узлов и связей между ними. Для каждого графа i вычислим значение функции $F(p_i)$ и упорядочим p_i по значениям функции $F(p_i)$.

Далее будем поступать так, как диктует классический генетический алгоритм для получения популяции программ на следующем шаге. Однако операцию скрещивания будем проводить своеобразным способом, а именно: выберем два графа из популяции, в каждом из них выделим какие-то ветви дерева и поменяем их местами, например, так, как показано на рис. 4.

Из двух родителей получаем двух потомков, которые могут оказаться в следующей популяции, если алгоритм селекции это выполнит.

Операция мутации графа состоит в том, что к дереву либо добавляется один узел, либо убирается какая-нибудь ветвь или узел. При выполнении операций мутации и скрещивания соблюдается правило сохранения правильного синтаксиса новых графов, которые составят новую популяцию.

В отличие от обычного генетического алгоритма здесь геномы алгоритма могут быть разной длины с разным числом узлов и связей между ними, что создает дополнительные сложности в организации алгоритма конструирования хороших программ.

Представление программ в виде деревьев и других графовых структур наиболее часто распространено в практике использования генетического программирования (ГП). Однако развитая теория ГП позволяет различным образом интерпретировать понятие программы. Используя ГП, вместо машинных программ можно конструировать электрические сети с заданными характеристиками, функции алгебры логики, в принципе любые автоматические устройства, представляющие собой композицию элементарных функциональных компонент, связанных в единую систему.

На основе использования идей генетического программирования сконструированы и даже запатентованы [11] некоторые автоматические радиотехнические устройства!

Программу в ГП в общем случае следует понимать как план действий для достижения поставленной цели с наилучшими параметрами получающегося результата, т.е. план достижения экстремального значения некоторого функционала.

В формальной постановке программа представляет собой некоторую структуру, состоящую из узлов и связей между ними. Такая структура типа дерева семантически должна допускать следующую интерпретацию: каждый узел должен уметь выполнять некоторые действия, а корневой узел доставлять решение поставленной задачи.

Чтобы он мог выполнить назначенное ему действие должны быть выполнены задачи подмножеством узлов, с которыми он непосредственно связан. Это касается каждого узла, который может выполнить свою работу, если выполнили свои работы непосредственно связанные с ним узлы следующего по иерархии уровня. Листья дерева узлов представляют собой терминальные узлы, с которых начинается выполнение работ и от которых уже нет связей с другими узлами более низкого уровня. В смысле машинных программ терминальные узлы представляют собой исходные данные программы либо процедуры, не требующие входных параметров.

Основными элементами любой генетической программы являются терминалы и функции. При использовании ГП для решения оптимизационной задачи в какой-либо предметной области следует выбрать алфавит терминальных символов и множество используемых функций. В области конструирования машинных программ в качестве набора функций, как правило, выбирают стандартный набор арифметических операций, элементарных функций, операторов ветвлений и циклов. В качестве терминальных символов – идентификаторы начальных данных и результатов промежуточных вычислений. Последние иногда играют роль функций обращения к памяти по записи и чтению. Набор функций может включать и более сложные элементы, такие как используемые в данной предметной области готовые библиотечные программы.

Количество применений идей моделирования на компьютерах реальных процессов с целью получения практически полезных результатов непрерывно растет.

Процессы, происходящие в природе на разных уровнях начиная с биомолекулярного и кончая микропроцессами развития живой материи, дают богатую пищу для создания все новых и новых алгоритмов, подражающих природным процессам. Достаточно привести название некоторых алгоритмов: “Муравьиный алгоритм”, воспроизводящий логику поведения муравьев по отысканию кратчайшего пути к пище, алгоритм “птичий стаи”, решающий некоторые навигационные задачи и пр.

Но в этой сфере исследований и приложений слишком много эвристик, адекватных здравому смыслу, но не имеющих точных математических доказательств правильности предлагаемых решений. Совпадение правдоподобия и правильности

полученных решений обосновывается экспериментом на некоторых базах данных, принятых в качестве мировых стандартов, на которых проверяется эффективность и точность многочисленных эвристик по распознаванию образов, классификации, кластеризации и прогнозированию.

В нашей стране развитием идей нейровычислений, генетического программирования и эволюционных вычислений занимаются в ряде академических институтов и университетах. За последние 3–4 года на эту тему опубликовано более 50 научных статей в журналах и сборниках.

Тем не менее приходится констатировать, что до “наведения математического порядка” в этих исследованиях еще очень далеко. Причина может быть в том, что все эвристики этого рода имеют дело с дискретными последовательностями и конечными множествами, для которых не существует таких важных понятий, как бесконечность непрерывность, предел, т.е. не существует тех “китов”, на которых держится фундамент классической математики с ее грандиозными успехами в точном решении многих и многих задач.

Компьютерные вычисления по самой своей сути являются конечными и дискретными. По-видимому, настало время создания и развития классической компьютерной математики, учитывающей эти особенности вычислительной техники!

В этом смысле очень важными представляются исследования, выполняемые школой академика Журавлева Ю.И. по математическим проблемам прогнозирования и алгебраическому подходу к анализу этого круга задач [9, 10, 16].

5. Заключение

Алгоритмы, описанные выше, обладают важной особенностью – они хорошо распараллеливаются в силу своей конструкции. Однако это распараллеливание в большинстве случаев нейросетевых вычислений “мелкозернистое”, т.е. сложность вычислений в каждом узле вычислительной сети очень мала по сравнению с возможностями процессорных узлов современных кластерных установок, реализованных на многоядерных микропроцессорах с гигафлопной производительностью. Во многих задачах, связанных с генетическими алгоритмами и генетическим программированием, вычисление функции качества требует больших вычислительных ресурсов по памяти и воздействию и распараллеливание в этом случае вполне оправдано и рационально.

Одна из проблем использования эволюционных алгоритмов, требующая предварительного обучения, состоит в том, что этот итерационный процесс плохо распараллеливается, так как он по своему существу является последовательным. Разработка параллельных алгоритмов обучения являет собой один из примеров использования эвристик, достоверность которых, как правило, не доказывается. Суть параллельных алгоритмов обучения сводится к тому, что обучающая выборка делится на подмножества и каждому узлу предлагается для независимого обучения свое подмножество общей выборки. Очевидно, что чем меньше выборка, тем меньше точность настройки нейросети. В принципе, каждый узел может обучить нейросеть по-своему. Проблема согласования результатов “независимых” обучений не имеет четко обоснованных решений.

Тем не менее современные мультипроцессоры с массовым параллелизмом, занимающие ведущие позиции в TOP-500, предоставляют возможности решения практически важных задач на основе использования принципов обучения машин – ML.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Samuel K.* Some studies in machine leaning using the game of checkers // *Computers and Thought.* New York, Mc Craw-Hill, 1963.

2. *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и статистика, 2002.
3. *McCulloch V.S., Pitts W.H.* Logical calculus of ideas immanent in nervous activity // *Bull. Math. Biophysics.* 1943. V. 2. С. 548–558.
4. *Розенблатт Ф.* Принципы нейродинамики. М.: Наука, 1965.
5. *Минский М., Пейперт С.* Персептроны. М.: Наука, 1971.
6. *Holland J.* Adaptation in natural and artificial systems. Cambridge MA, MIT Press, 1992.
7. *Koza J.* Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection. Cambridge MA, MIT Press, 1992.
8. *Koza J.* Genetic Programming II: Automatic Discovery of Reusable Programs. Cambridge MA, MIT Press, 1994.
9. *Челович Ю.В.* Применение алгебраического подхода к задачам выделения трендов // Мат. методы распознавания образов (ММРО-10). Тр. 10-й Всерос. конф. ВЦ РАН. М.: АЛПЕВ-В, 2001. С. 315–316.
10. *Рудаков К.В., Челович Ю.В.* О проблеме синтеза обучающих алгоритмов выделения трендов (алгебраический подход) // Прикл. мат. и информатика. № 8. М.: Изд-во МГУ, 2001. С. 97–113.
11. *Srinivas M., Patnaik L.* Genetic Algorithms, a survey // *J. Comput.* 1994. V. 27. № 6. P. 28–43.
12. *Ribeiro J. et al.* Genetic Algorithms. Programming Environments // *J. Comput.* 1994. V. 27. № 6. P. 17–26.
13. *Forrest S.* Genetic Algorithm: Principles of Natural Selection Applied to Computation // *J. Sci.* 1993. V. 261. P. 872–878.
14. *Bonzhaf W., Nordin P., Keller R.E. et al.* Genetic Programming – An Introduction // Verlag fur digitale Technologie CmbH, Heidelberg, 1998.
15. *Ту Дэс., Гонсалес Р.* Принципы распознавания образов. М.: Мир, 1978.
16. *Журавлев Ю.И.* Об алгоритмах распознавания с представительными наборами (о логических алгоритмах) // Журн. вычисл. мат. и мат. физики. 2002. Т. 42. С. 1425–1435.

Статья представлена к публикации членом редколлегии А.И. Кибзуном.

Поступила в редакцию 18.12.2006

Эволюционные вычисления, нейросети, генетические алгоритмы — формальные постановки задач

Л. Н. КОРОЛЁВ

*Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова*

УДК 519.95

Ключевые слова: автоматическая классификация, распознавание образов, нейросети, эволюционные алгоритмы, генетические алгоритмы, синтез алгоритмов.

Аннотация

В статье сделана попытка формализовать постановки некоторых задач, решение которых связано с применением эволюционных и нейросетевых алгоритмов, и обсудить возможность обосновать достоверность решений, полученных в результате применения таких алгоритмов.

Abstract

L. N. Korolev, Evolutional computations, neuronet, genetic algorithms — formal statements, Fundamentalnaya i prikladnaya matematika, vol. 15 (2009), no. 3, pp. 119—133.

We try to formalize the definition of some problems which deal with application of evolutionary and neuronet algorithms. One of our goals is to discuss the correctness of solutions obtained with application of evolutionary methods.

1. Введение

Задачи, которые решаются с применением эволюционных и нейросетевых алгоритмов, сводятся к классификации и кластеризации [3] элементов некоторых множеств, в которых тем или иным способом закодированы свойства реальных объектов и особенности предметной области исследований.

Существенно то, что в качестве исходных данных для решения задач классификации выступают выборки ограниченного объёма кодов элементов, представляющих реально существующие классы объектов. Выборки, принадлежащие тому или иному классу, как правило, формируются экспертами на основе опыта и интуиции и могут содержать неточности и ошибки, связанные с принятой методикой представления данных и способов кодирования.

Фундаментальная и прикладная математика, 2009, том 15, № 3, с. 119—133.

© 2009 Центр новых информационных технологий МГУ,

Издательский дом «Открытые системы»

При обработке данных любого происхождения на компьютерах мы имеем дело с множествами, состоящими из элементов, представляющих слова над конечным алфавитом. Эти слова можно интерпретировать как числа, графы, текст и т. п. В дальнейшем, говоря о множествах, мы чаще всего будем подразумевать множества двоичных слов — в конечном итоге компьютер может обрабатывать элементы только таких множеств.

В задачах кластеризации требуется группировать схожие между собой элементы множества, представляющего реальные объекты, в условиях, когда формально не определена метрика, позволяющая оценивать взаимные отношения между реальными объектами, поэтому в определении степени похожести часто приходится опираться на интуицию и здравый смысл. Формализация понятия здравого смысла сводится к выработке ряда необходимых условий, которым должны удовлетворять результаты, и к доказательствам, что полученные решения дают требуемый результат.

Основная проблема при решении задач классификации и кластеризации состоит в создании алгоритмов, удовлетворяющих этим плохо формализуемым условиям. Эволюционные и нейросетевые алгоритмы [2, 4] предоставляют некоторые общие концепции обработки данных, требующие конструктивного наполнения в каждом конкретном случае. Отличительной чертой этих алгоритмов является принцип обучения — итерационного процесса настройки параметров этих алгоритмов.

Конструирование алгоритмов — сложный творческий процесс, требующий определённой интуиции и привлечения эвристик. Желательно в связи с этим попытаться формализовать в этих задачах и алгоритмах их решения всё то, что не зависит от предметной области исследований, интуиции и эвристик.

2. Постановки задач классификации и кластеризации

Начнём с формальной постановки задачи классификации. Пусть некоторое множество V разбито на N непересекающихся подмножеств $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$, которые мы назовём классами.

Пусть явно заданы непересекающиеся конечные подмножества $E_i \subset K_i$ ($i = 1, \dots, N$) множества V , которые мы назовём выборками представителей классов $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$ соответственно. При этом

$$E_i \subset K_i \subset V \quad (i = 1, \dots, N), \quad K_i \cup K_j \neq \emptyset \quad (i \neq j). \quad (*)$$

Требуется найти такие алгоритмы (функции), которые определяли бы для любого элемента v пространства V принадлежность его одному и только одному классу. Идентификатор класса, которому принадлежит элемент множества, можно считать целым числом, тогда задача сводится к построению функции $\chi(v)$, которая отображает множество V на множество целых чисел — номеров классов принадлежности, на которые разбиты элементы исходного множества. При этом

должно соблюдаться условие, что все элементы выборок должны оставаться в своих классах.

Если не налагать никаких других условий на отношения элементов, принадлежащих множествам классов $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$, кроме условий (*) и условия, что выборки остаются в своих классах, то такая постановка не имеет практического смысла, так как существует множество алгоритмов, решающих такую задачу. В самом деле, в реальных задачах классификации мы всегда имеем дело с векторным пространством. Любое векторное пространство V всегда можно лексикографически упорядочить и, следовательно, многими произвольными способами разбить V на непересекающиеся классы, например деля интервал изменения значений некоторых выбранных компонент вектора на N интервалов. Следовательно, можно конструктивно построить функцию $\chi(v)$, проверяющую номер интервала, в который попал наш вектор, и тем самым определяющую принадлежность любого вектора, не принадлежащего ни к одной из выборок, к тому или иному классу.

Беря за основу любое произвольное деление множества на классы, мы можем построить алгоритм, который решает поставленную задачу. Алгоритм определения принадлежности произвольного вектора v к одному из классов K_i , заданных своей выборкой E_i , прост и состоит в следующем:

- проверим, не совпадает ли наш вектор v с одним из векторов, принадлежащих выборкам E_i ;
- если наш вектор совпал с одним из векторов, принадлежащих выборке E_i , мы полагаем, что этот вектор принадлежит классу E_i .
- если вектор не совпал ни с одним из векторов выборок, то подставим исследуемый вектор в нашу функцию $\chi(v)$ и вычислим её значение k , которое будет номером класса принадлежности вектора v .

Формально при таком алгоритме будут соблюдены требования (*) исходной задачи. В то же время очевидно, что такой алгоритм, основанный на произвольном выборе деления множества V на классы, практически не пригоден, хотя формально он решает поставленную задачу.

При решении практических задач классификации и кластеризации явно или неявно предполагается, что существует некоторый критерий «похожести» друг на друга элементов, принадлежащих одному классу. В метрических пространствах таким критерием можно считать малость расстояния. Но во многих практически важных задачах приходится иметь дело с пространствами, в которых метрика не введена, или даже с пространствами, в которых невозможно ввести приемлемую метрику, отвечающую интуитивному понятию похожести.

Задача классификации приобретает смысл, если найдено подобие метрики, которое делает все векторы, принадлежащие одному классу, близкими по «похожести», а классы в некотором смысле «компактными».

Заметим, что любой конструктивный алгоритм, умеющий распределять элементы множества на непересекающиеся классы, можно считать способом формального введения понятия «похожести», или «подобия», или «близости» эле-

ментов. Так понимаемая «похожесть» не удовлетворяет классическим аксиомам расстояния. Например, неравенство треугольника в этом случае, как правило, не работает.

В конкретных задачах множество V представляет собой векторы признаков некоторых реальных объектов, которые мы хотим классифицировать, опираясь на интуитивные или экспертные представления о близости одних объектов другим. Классификация производится на основе анализа реальных признаков объектов или процессов. Например, животные могут классифицироваться по таким признакам, как размер, вес, среда обитания, цвет шерсти и т. д., которые тем или иным образом формируют цифровой образ конкретного индивидуума. Выборки элементов классов формируются специалистами и экспертами, владеющими предметом исследований. Почти всегда существует интуитивная или экспертная возможность определить степень похожести одного реального объекта на другой.

В задачах автоматической классификации и кластеризации считается, что алгоритмы формирования выборок нам неизвестны. Именно в таких условиях необходимо решать задачи. В качестве начальных данных мы можем использовать только сами выборки, на основе анализа которых должны конструироваться гипотезы структуры классов и алгоритмы их построения.

3. Формальный анализ выборок

Рассмотрим простой пример, демонстрирующий возможность построения алгоритма классификации на основе анализа выборок.

Пусть исходное множество V представляет собой множество двоичных слов (векторов) заданной длины $n = 6$. Пусть нам заданы две выборки слов, принадлежащих двум классам A и B :

$$E_A \subset A \subset V: \quad 010111, 111001, 101101, 010001,$$

$$E_B \subset B \subset V: \quad 111100, 100010, 010110, 101010.$$

Анализ содержимого этих двух выборок показывает, что все элементы выборки A являются нечётными двоичными числами, а элементы выборки B — чётными. Это, в свою очередь, позволяет нам высказать интуитивно обоснованное предположение, что весь класс A состоит только из нечётных чисел, а весь класс B — только из чётных. Алгоритм искомого отображения, если верно наше предположение, очевиден: проверяется младший разряд слова, если он равен 1, то слово относится к классу A , в противном случае — к классу B . Это позволяет построить булеву функцию, разделяющую классы. Она совершенно проста:

$$F(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = x_6.$$

Степень похожести двух векторов (слов) также определяется по их младшим разрядам: если они одинаковы, то элементы похожи, если различны, то непохожи. Это мало соответствует тому, что мы понимаем под метрикой в классическом

понимании, но, тем не менее, любым двум векторам может быть поставлено в соответствие число 0 или 1, определяющее их близость. Формально нашу догадку о том простом алгоритме, который позволяет классифицировать все элементы данного множества по двум классам, можно интерпретировать как некоторый метод анализа выборок для конструктивного построения алгоритма.

Рассмотрим другой пример выборки, принадлежащих двум классам множества 6-разрядных двоичных слов:

$$\begin{aligned} E_A \subset A \subset V: & \quad 010101, 111011, 101110, 010101, \\ E_B \subset B \subset V: & \quad 111100, 100010, 010010, 101001. \end{aligned}$$

Эти выборки составлены таким образом, что в выборке A в трёх младших разрядах всегда только по две двоичных единицы, а в выборке B в трёх младших разрядах всегда по одной двоичной единице. Это позволяет нам регулярным образом строить логические функции, различающие классы. В этом примере они таковы:

$$\begin{aligned} \varphi_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) &= \bar{x}_4 \bar{x}_5 x_6 \vee \bar{x}_4 x_5 \bar{x}_6 \vee x_4 \bar{x}_5 \bar{x}_6, \\ \varphi_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) &= \bar{x}_4 x_5 x_6 \vee x_4 \bar{x}_5 x_6 \vee x_4 x_5 \bar{x}_6. \end{aligned}$$

В этом примере переменными, по которым определяется принадлежность к классам, оказались три младших разряда. Поиск сочетания значимых переменных, по которым можно построить функции, определяющие принадлежность к классам, можно осуществлять направленным перебором. Расчёты показывают, что прямой перебор для реальных задач неприемлем. Отыскание таких функций — одна из задач дискретной математики, относящихся к минимизации булевых функций.

Анализ содержания выборок, относящихся к различным классам, состоит в оценке статистики, в анализе частоты встречаемости значений компонент (координат) векторов, включённых в выборки. В частности, в нашем простом примере мы обнаружили, что частота встречаемости единицы в последнем разряде выборки E_A равна 1, а частота встречаемости единицы в последнем разряде выборки E_B равна 0. Тем самым были обнаружены два взаимоисключающих признака, однозначно характеризующих эти классы, и алгоритм классификации был однозначно определён.

Этот простой пример подсказывает один из возможных путей поиска определяющих признаков принадлежности объекта к одному из классов на основе формального анализа состава выборок. Эту задачу мы будем рассматривать применительно к исходному множеству, состоящему из двоичных векторов.

Пусть задано множество V двоичных слов одинаковой длины n . Очевидно, что такое множество слов конечно и его мощность равна 2^n . Рассмотрим некоторое строгое подмножество $K \subset V$ — класс K .

Пусть $E_K \subset K$ — некоторая выборка элементов, принадлежащих классу K . Введём $(2 \times n)$ -матрицу Q_{E_K} частотных характеристик выборки E_K , которая будет содержать частоты появления букв двоичного алфавита 0 и 1 в каждой из

позиций n -разрядного слова:

$$Q_{E_K} = \begin{pmatrix} a_{01} & a_{11} \\ a_{02} & a_{12} \\ \dots & \dots \\ a_{0n} & a_{1n} \end{pmatrix}.$$

Элемент a_{ij} обозначает частоту встречаемости i -й буквы нашего алфавита на j -й позиции слова, принадлежащего выборке E_K .

Любое слово из V длины n с помощью такой матрицы можно отобразить в некоторое векторное пространство V_{E_K} размерности n , состоящее из векторов размерности n , координаты которых состоят из чисел, обозначающих частоты появления соответствующих букв в столбцах матрицы Q_{E_K} . Множество V_{E_K} векторов, полученное таким образом, мы назовём множеством, индуцированным выборкой E_K .

Можно взять другую выборку $E_B \subset E$ из того же класса $E \subset V$ и индуцировать с помощью соответствующей матрицы Q_{E_B} множество V_{E_B} . Вообще говоря, множества, индуцируемые разными выборками из одного и того же класса, будут различны.

Однако если класс построен по какой-то логике, т. е. существуют функции или алгоритмы, генерирующие рассматриваемый класс, то правомочна гипотеза, утверждающая что V_{E_K} и V_{E_B} совпадают. Косвенным признаком существования функции, различающей класс, может служить близость индуцируемых выборками характеристических матриц или «компактность» объединения множеств $V_{E_K} \cup V_{E_B}$. Здесь слово «компактность» взято в кавычки, так как определение понятие компактности может зависеть от предметной области, возможна, в частности, интерпретация компактности в смысле пространства А. Н. Тихонова.

Отображение $E_K \rightarrow V_{E_K}$ не является взаимно-однозначным. Если, например, все a_{ij} одинаковы, то все слова множества V отобразятся только на один вектор пространства образов V_{E_K} .

Если частота появления какой-либо буквы на какой-либо позиции слова равна 1, то данная буква может служить характеристикой, определяющей класс K . Правомочна гипотеза, утверждающая, что наличие данной буквы в данной позиции любого слова однозначно определяет принадлежность его к классу K . Вероятность того, что такая ситуация в выборке E_K возникла чисто случайно, даже при небольших объёмах выборки, очень мала.

Анализ частоты встречаемости букв алфавита на различных позициях слова согласуется с идеей поиска логических функций, разделяющих на классы.

В каждом столбце можно найти букву алфавита, частота появления которой максимальна, можно также вычислить среднюю частоту встречаемости буквы на заданной позиции. По этим частотам можно построить слова, которые мы назовём типичными характеристическими словами класса K или центром класса K по заданной выборке E_K .

Очевидно следующее утверждение. Если в каждом из столбцов все частоты a_{ij} различны, то отображение, полученное с использованием такой матрицы, взаимно-однозначно.

Переход от букв к векторам позволяет нам вводить понятие расстояния между двумя словами $\rho(s_1, s_2)$. Используя аппарат классической векторной алгебры в евклидовом пространстве, это можно сделать, например, так:

$$\rho(s_1, s_2) = \rho(v_1, v_2) = \sqrt{\sum_1^n (x_{i1} - x_{i2})^2},$$

где x_{i1} , x_{i2} — соответствующие элементы векторов v_1 , v_2 .

Можно также ввести понятие расстояния слова от подмножества K как минимальное расстояние до центра подмножества.

Анализ выборок в задачах классификации, связанный с поиском логической функции, разделяющей исходное множество на классы, требует выполнения огромного перебора с применением методов минимизации булевых функций. Задачи кластеризации, связанные с поиском в исходном множестве групп «похожих», близких друг к другу элементов, также требует огромного перебора вариантов группирования, соответствующих интуитивному понятию близости. Большинство реальных задач, возникающих на практике при отыскания экстремумов плохо формализованных функций или функционалов, также требуют огромного числа переборов для точного решения. Способ решения перечисленных выше плохо формализованных, плохо определённых задач — это направленный перебор. В настоящее время для этих целей широко используются так называемые эволюционные алгоритмы.

Из неопубликованного:
«О системном программисте и системном программировании»

Образовательное направление, по которому готовят специалистов факультет В.М. К., называется "прикладная математика и информатика".

Не кто другой факультет получает специальность, которая называется "математик, системный программист". Именно это будет написано в дипломе специалиста, окончившего наш факультет по данному образовательному направлению.

Попытаемся расшифровать это звучное словосочетание "математик - системный программист".

В англо-американской же научной литературе эта специальность называется "Computer Science" - компьютерные науки, куда входят много различных разделов и научных дисциплин, связанных с теорией и применением вычислительной техники во многих различных областях человеческой деятельности.

Системное программирование прямо является одним из важнейших разделов компьютерных наук, неразрывно связанных с фундаментальной математикой.

Специалисты, обладающие таким высоким званием, должны уметь разрабатывать и разрабатывать системы большие системы обработки данных для решения крупных научно-технических задач и проектировать компьютерные системы управления сложными системами.

Для системного программиста недостаточно уметь программировать, он должен уметь принимать участие в проектировании отдельных разделов задачи на языках высокого уровня. Он должен уметь проектировать поставленную задачу, построить на её математическую модель, разработать алгоритм решения её частей, построить соответствующие программные модули и свести их в единую правильно работающую систему.

в комплект». Это, в свою очередь, вызывает необходимость при разработке системных программ создавать некоторые танцарты, позволяющие связывать программные модули в единое целое.

Несколько слов об основах направленных развития современного системного программирования.

1. Распределенные вычисления (обработка данных)
Эта тематика тесно связана с развитием Internet и Itzanet-технологий. Речь идет о создании программных систем, позволяющих решать большие задачи, распределяя их части между вычислительными машинами и вычислительными центрами, расположенными в разных точках земного шара.

Исследуются так называемый Метакомпьютеры, в рамках которого все вычислительные машины, ~~включая периферию~~ связанные в единую сеть (мировую паутину), рассматриваются как единая вычислительная среда, способная в реальном времени обрабатывать решать крупные задачи. Например задачу анализа генетического кода человека, состоящего из 3.5 млрд единиц информации.

GRID-системы, позволяющие ~~к~~ использовать вычислительные ресурсы крупных вычислительных центров, объединенных локальными линиями передачи данных, для решения задач глобальных научно-технических задач в области физики высоких энергий, астрофизики и т. пр.

Массивно параллельные вычисления, связанные с решением многих важных задач на массивно-параллельных системах нового поколения, производительность которых достигает 10^{13} операций в секунду и тысяч процессоров в каждой из таких систем составляет несколько тысяч. Подобного рода вычислительные массивы используются для решения задач конусовидного интеллекта, путем моделирования работы нейросети головного мозга. Нейровычислительные и генетические алгоритмы, повторяющие некоторые принципы организации обработки данных в живой природе.

Несмотря на наличие столь мощных вычислительных систем, человечеству еще очень далеко от того, чтобы создать электрон-

человечеству еще очень далеко от того, чтобы создать электронный мозг, приближающийся по своим возможностям к человеческому, который содержит около 14 млрд процессов в своем составе. Но у вычислительных машин с массовым параллелизмом есть преимущество в быстроте выполнения каждого искусственного нейрона. Дело системных программистов максимально использовать это преимущество.

При проводной канальотерная сеть, которая должна работать объединить в единую систему миллионы телекоммуникаций, телевизии и Интернет в целях создания действительно единого информационного пространства для всех людей. Проблем, требующих всего решения, здесь очень много и одна из них доступ пользователей к нужной ему информации и отсечение той, которая не нужна. В Ватиканской проблеме является защита информации от несанкционированного доступа и цифровое предвещание порчи и искажения. Это также сфера применения знаний системных программистов.

Было так, и было кроме...

Копии документов, фотоархив

ПОСТАНОВЛЕНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОМИТЕТА КПСС
И СОВЕТА МИНИСТРОВ СОЮЗА ССР

от 6 ноября 1969 года

ПРИСУЖДЕНА

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПРЕМИЯ СССР

ЛЕБЕДЕВУ Сергею Алексеевичу, академику, директору Института точной механики и вычислительной техники Академии наук СССР, руководителю работы, МЕЛЬНИКОВУ Владимиру Андреевичу, ЛАУТУ Валерию Назаровичу, кандидатам технических наук, КОРОЛЕВУ Льву Николаевичу, доктору физико-математических наук, заведующим лабораториями, СОКОЛОВУ Андрею Андреевичу, ТЯПКИНУ Марку Валериановичу, СМИРНОВУ Владимиру Ивановичу, ЗАКУ Леониду Александровичу, начальникам отделов, ТОМШИНУ Александру Николаевичу, ведущему конструктору, сотрудникам того же института, СЕМЕНКИНУ Вольдемару Ивановичу, главному

инженеру Московского завода счетно-аналитических машин, ИВАНОВУ Валентину Андреевичу, начальнику СКБ того же завода,—
за разработку и внедрение в народное хозяйство высокопроизводительной универсальной электронной вычислительной машины БЭСМ-6.

Данный диплом выдан

КОРОЛЕВУ

Льву Николаевичу

№ 00959



Председатель Комитета
по Ленинским и Государственным
премиям СССР
в области науки и техники
при Совете Министров СССР

(М. КЕЛДЫШ)

Ученый секретарь Комитета
по Ленинским и Государственным
премиям СССР
в области науки и техники
при Совете Министров СССР

(Н. АРЖАНИКОВ)

МОСКВА



АКАДЕМИЯ НАУК

СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

Москва В-71, Ленинский пр., 14

тел. 234-96-73

№ _____

14. ноября 1969.

Доктору физико-математических наук

Л.Н.КОРОЛЕВУ

113000

Глубокоуважаемый Лев Николаевич !

Президиум Академии наук СССР сердечно поздравляет
Вас с присуждением Вам Государственной премии СССР
1969 года, желает новых творческих успехов.

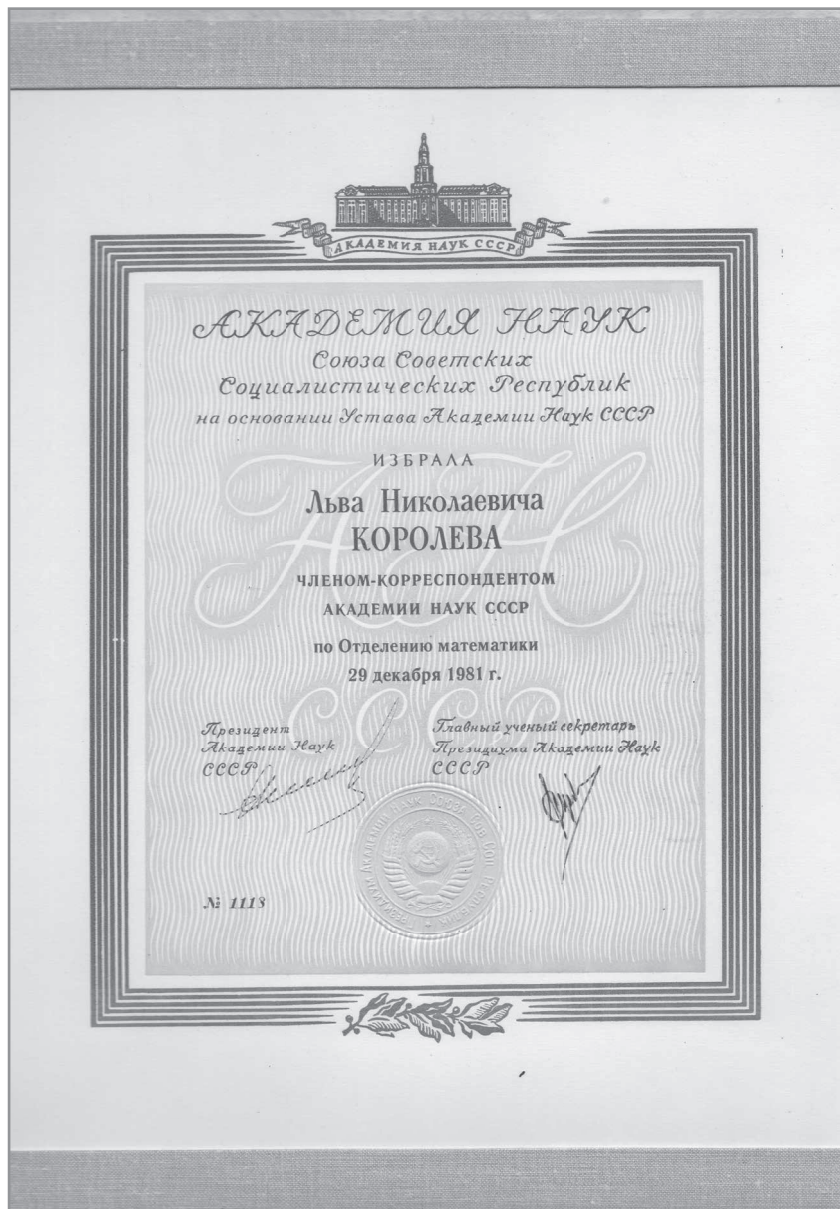
Президент
Академии наук СССР
академик

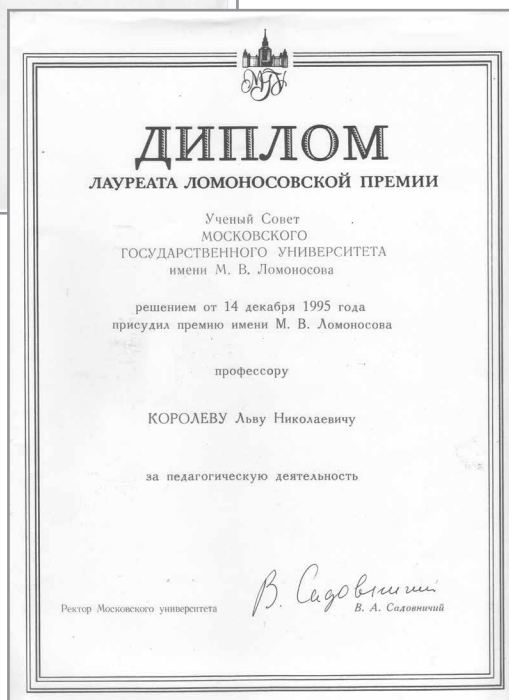
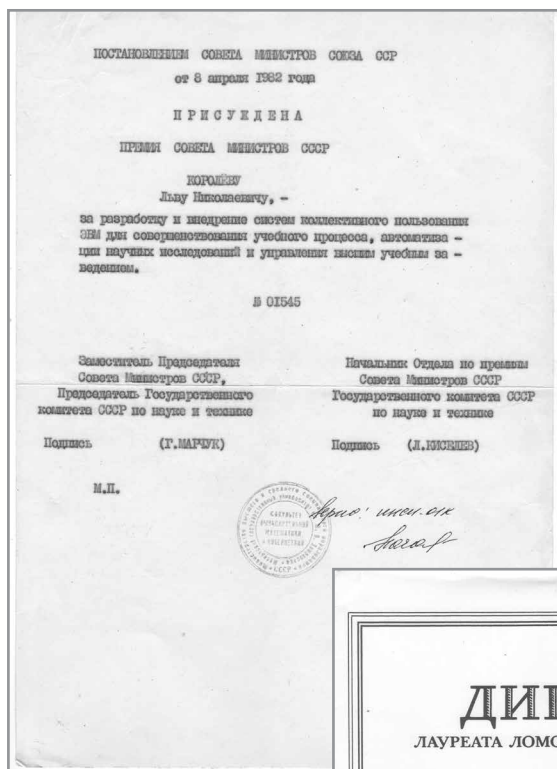
(М.В.Келдыш)

Главный ученый секретарь
Президиума Академии наук СССР
академик

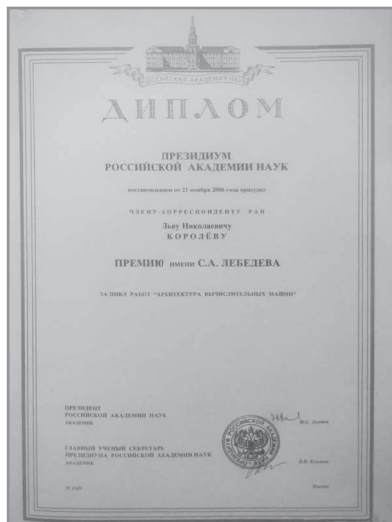
(Я.В.Лейбе)











Рейтинг преподавателя

Средний балл **5,0**

Способность донести материал

5,0

Увлекательность предмета

5,0

Сложность сдачи экзамена

5,0

Использование наглядных и технических средств обучения

5,0

Практическая польза предмета

5,0

Чувство юмора

5,0

Было так, а было кроме...

Многоуважаемый ЛЕВ НИКОЛАЕВИЧ !

Он Юри подравал Вас со своим юбилеем - XX летнем тор-
жестве юбилейных юбиляров лаборатории №5 !

Для нас те, публикеры лаборатории №5, как никто другие зна-
ли, что Ваши начальные научные интересы уходят своими корнями
именно в это удивительное мероприятие. Физико-математический факультет
высоко оценивал Ваше умение работать в коллективе, когда наши коллеги
узнали, что Вы, как и мы, пришли сюда из одного французского города.
Вы, несомненно, были первым, кто смог заинтересовать нас в области
исследования структуры, и это, учитывая Вашу исключительную лич-
ностную технику и аппетит, не могло не вызвать у нас мысли
об организации биоспециализации деятельности в ФВМ.

Что же касается Вашего постоянного интереса к микропро-
цессорам, то мы уверены в том, что первый, еще неслыханный опыт микро-
процессора ввел в Вашем сознании именно в тот момент, когда Вы
стали у плиты и мушкетерски испали средство для автоматического управ-
ления кастрюлями и сковородками.

(ЭТОТ СЧАСТЛИВЫЙ МОМЕНТ ЗАПЕЧАТАН НА ПРИЛАЖЕНОМ СНИМКЕ).



Дорогой ЛЕВ НИКОЛАЕВИЧ !

ЭТОЙ ШУТКОЙ МЫ ХОТЕЛИ НАПОМИНТЬ ВАМ
О ТЕХ ДАЛЕКИХ УЖЕ ВРЕМЕНАХ, КОГДА НАШ НЕОБЫ-
ШНО КОМПАКТНО ПОД ВАШИМ РУКОВОДСТВОМ ВЕР-
ШИЛИСЬ БОЛЬШИЕ ДЕЛА.

Мы здорово работаем и здорово отдыхаем!
А СЕГОДНЯ, В ДЕНЬ ВАШЕГО ЮБИЛЕЯ, МЫ ГО-
ВОРИМ, ЧТО ЛЮБИМ ВАС, СЛЕДИМ ЗА ВАШИМИ УСПЕ-
ХАМИ И ИСКРЕННЕ ЖЕЛАЕМ ВАМ НОВЫХ НАУЧНЫХ
ДОСТИЖЕНИЙ, КРЕПКОГО КРЕПКОГО ЗДОРОВЬЯ И

ПРАВИЛЬНОСТЬ ДЛЯ ЛЕВНИЧКИ !



Дорогой Лев Николаевич!

Коллективы Института Математического Моделирования
РАН и кафедры вычислительных методов факультета ВМК МГУ
рады поздравить Вас в день Вашего 70-летия.

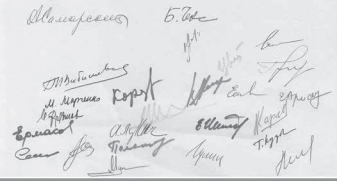
Ваш замечательный юбилей является и нашим праздником,
традициям всех Российских ученых, занимающихся
математическим моделированием и вычислительным
экспериментом на базе ЭВМ. Ведь каждый из нас работал на
созданных с Вашим участием компьютерах, использует знания,
почерпнутые из Ваших многочисленных научных трудов,
монографий, учебных пособий. Ваша многогранная научная и
педагогическая деятельность в области системного
программирования является необходимым условием нашего
движения по пути развития компьютерного моделирования.

Вся Ваша деятельность, дорогой Лев Николаевич, является
для нас высоким примером служения Отечеству, принципиального
и честного отношения к науке, самоотверженной и эффективной
работы по воспитанию новых поколений ученых.

Мы благодарны Вам за Ваш вклад в освобождение нашей
Родины в годы Великой Отечественной войны, за то, что Вы рядом
с нами и на протяжении многих лет радуете и вдохновляете нас
своими достижениями.

Желаем Вам, дорогой Лев Николаевич, бескрайних успехов в
Вашей дальнейшей работе, отменного здоровья и счастья в личной
жизни.

Сотрудники ИММ РАН и кафедры вычислительных методов:



УКАЗ ВЕРХОВНОГО СОВЕТА ЛАБОРАТОРИИ № 5

**ЗА МАСТЕРСКОЕ ВЛАДЕНИЕ ВВЕРЯЕМЫМ ОРУЖИЕМ ПРИСВОИТЬ
БОРЯТОРУ КОРОЛЕВУ ЛЬВУ НИКОЛАЕВИЧУ
ВОИНСКОЕ ЗВАНИЕ МЛАДШЕГО СЕРЖАНТА ОТ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**



УКАЗ ВЕРХОВНОГО СОВЕТА ЛАБОРАТОРИИ № 5

**ЗА ДОБЛЕСТЬ И ОТВАГУ, ПРОЯВЛЕННУЮ В БОЯХ НА ФРОНТАХ
ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ НАГРАДИТЬ
БОРЯТОРА КОРОЛЕВА ЛЬВА НИКОЛАЕВИЧА
В ДЕНЬ 20-ЛЕТИЯ ПОБЕДЫ НАД ФАШИЗМОМ ПАМЯТНОЙ МЕДАЛЬЮ
"ЗА СЛУЖБУ И ДРУЖБУ".**

Москва, 9 мая 1965 года.

*Мой дедушка достоин был,
Медалей много получил.
В войну он всех провёл один
И орден чести получил.*

*Он коллектив имел большой
И каждому махал рукой,
Показывая путь иной,
Но более смешной, простой.*

*Его любили люди все
За то, что мог понять в беде,
Обнять, утешить в тот же час.
Его все помнят каждый час.*

Внучка Л.Н. Королёва

Глубокоуважаемый Юрий Иванович!

Позвольте поздравить Вас с Юбилеем – 75-летием со дня рождения!

Присоединяясь ко всем многочисленным поздравлениям и пожеланиям от Ваших близких и многочисленных коллег, в свою очередь желаю Вам успехов, благополучия и здоровья.

Желаю гармоничного сочетания мудрости и творческого порыва, свойственного Вам в научных исследованиях, создавших математический фундамент новой области информатики, связанной с проблемами прогнозирования.

Желаю, чтобы оправдывались только хорошие прогнозы! А что касается плохих прогнозов – пусть их влияние окажется минимальным!

Почитатель Вашего научного таланта,
Вашей жизненной позиции,
Ваших человеческих качеств,
Л.Н. Королёв!



Приложения

Основные даты жизни и деятельности Л.Н. Королёва

Отчёты о научной деятельности (выборочно)

Список трудов Л.Н. Королёва

Список сокращений

Именной указатель

Список использованных источников

Основные даты жизни и деятельности Л. Н. Королёва

- 1926 г., 6 сентября – родился в городе Подольске Московской области в семье военнослужащих
- 1943 г., июнь – окончил полную среднюю школу с отличием в эвакуации в городе Кургане
- 1943 г., сентябрь – поступил на 1 курс механико-математического факультета МГУ
- 1944 г., – призван в действующую армию, подразделение радиоразведки
- 1947 г., – восстанавливается на механико-математическом факультете МГУ
- 1952 г., – заканчивает университет с отличием
- 1953 г. – поступает на работу в Институт точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ) АН СССР
- 1956 г., – работы по созданию программ на ЭВМ БЭСМ для автоматического перевода с английского языка на русский приносят ему международную известность
- 1957 г., – назначен ответственным за разработку программного обеспечения центрального вычислительного комплекса «Системы А» противоракетной обороны
- 1960 г., – защищает кандидатскую диссертацию по вопросам теории машинного словаря под руководством И. С. Мухина. Ему присуждена учёная степень кандидата физико-математических наук
- 1961 г., март – выдающийся эксперимент по уничтожению головной части баллистической ракеты проходит удачно. Система А доказывает свою работоспособность
- 1967 г., – успешно защищает докторскую диссертацию, связанную с тематикой работ по программному обеспечению Системы А
- 1967 г., – руководит в ИТМиВТ разработкой первой многозадачной операционной системы «Диспетчер-68» для БЭСМ-6
- 1969 г., – получает звание профессора

- 1969 г., – становится лауреатом Государственной премии СССР в составе авторского коллектива разработчиков БЭСМ-6
- 1970 г., – открывается факультет ВМК МГУ, и Л. Н. Королев приступает к работе в должности заведующего кафедрой автоматизации систем вычислительных комплексов
- 1971 г., – награждён орденом Ленина
- 1976 г., – награждён орденом «Знак почёта»
- 1981 г., – становится членом-корреспондентом Академии наук СССР
- 1982 г., – получает премию Совета Министров СССР за организацию системы коллективного пользования МГУ
- 1985 г., – награждён орденом Отечественной войны II степени
- 1986 г., – награждён орденом Октябрьской революции
- 1995 г., – становится обладателем Ломоносовской премии МГУ
- 1996 г., – становится заслуженным профессором Московского университета
- 1996 г., – награждён орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени с формулировкой «За заслуги перед государством и многолетний добросовестный труд».
- 2006 г., – становится лауреатом премии им. С. А. Лебедева Российской академии наук
- Умер 5 января 2016 г.

Индивидуальные отчёты о научной деятельности Л. Н. Королёва

Индивидуальный отчёт о научной деятельности чл.-корр. РАН Королёва Льва Николаевича за 2005 г.

1. Издана монография «Архитектура электронных вычислительных машин» (Изд. «Научный Мир», Москва), в которой делается обзор и анализ архитектуры современных вычислительных систем и процессоров.

2. В качестве зам. председателя орг. Комитета Всероссийской конференции «Методы и средства обработки данных (МСО-2005)», организованной от имени РАН при поддержке РФФИ, участвовал в организации пленарных докладов, в определении тематики секций, в рецензировании секционных докладов, в организации выпуска сборника материалов конференции. В конференции приняли участие около 200 специалистов, по их отзывам конференция была полезной.

3. Осуществлял руководство научной школой (грант РФФИ), руководил инициативным грантом РФФИ 05-07-90238 «Развитие информационной системы обработки экспериментальных данных, направленной на задачи идентификации биомолекулярных структур с использованием нейросетей и генетических алгоритмов».

4. Осуществлял руководство тремя аспирантами по тематике, связанной с применением нейросетей и генетических алгоритмов в задачах обработки сигналов, определения структур баз данных большого объёма в задаче информационного поиска.

5. Осуществлял научное руководство семинара аспирантов кафедры.

6. Осуществлял работу в двух редколлегиях: зам. гл. редактора ж. «Программирование», чл. Редколлегии ж. «Вестник МГУ» серия 15.

7. Исполнял обязанности председателя диссертационного совета при факультете ВМиК МГУ.

Королёв Л. Н.
17.05.06.

**Отчёт о научной деятельности
чл.-корр. РАН Королёва Л. Н. за 2008 год**

- В соавторстве с А. И. Миковым подготовлено к печати второе издание учебника для университетов «Основы информатики (компьютерные науки)», изд. Высшая Школа.
- Продолжались исследования методов «обучения машин» (ML) на основе использования генетических алгоритмов и нейросетей при решении задач классификации и кластеризации. Рассматривалась задача распараллеливания некоторых переборных алгоритмов построения тестовых булевых функций для решения этих задач, готовится к печати статья, посвящённая данной проблематике.
- Руководил аспирантом, работа которого представлена к защите.
- Продолжал осуществлять руководство кафедрой на факультете ВМК МГУ.
- Являюсь председателем диссертационного совета Д 501.001.44 при ВМК.
- Являюсь председателем совета ЕГЭ по информатике.
- Являюсь членом редколлегий ж. Программирования, Вестника МГУ (15 серия).
- Принимал участие в работе отделения Математики РАН и её научных сессий.

Л. Н. Королёв

Список трудов Льва Николаевича Королёва

Монографии и учебники

1. Англо-русский словарь по вычислительной технике / Л. Н. Королёв, В. К. Зайденберг и др. – Изд. Советская энциклопедия, 1964. – 123 с.
2. Королёв Л. Н. Современные ЭВМ / Л. Н. Королёв. – Изд. МГУ, 1972. – 76 с.
3. Королёв Л. Н. Современные ЭВМ и их математическое обеспечение. / Л. Н. Королёв. – М.: Наука, 1974. – 340 с.
4. Королёв Л. Н. Операционные системы / Л. Н. Королёв. – Изд. Знание, 1976–64 с.
5. Королёв Л. Н. Машины и машинно-ориентированные языки / Л. Н. Королёв. – Изд. МГУ, 1977. – 50 с.
6. Королёв Л. Н. Структуры ЭВМ и их математическое обеспечение / Л. Н. Королёв. – М.: Наука, 1978. – 351 с. <https://parallel.ru/history/besm6.html>.
7. Королёв Л. Н. Развитие ЭВМ и их математического обеспечения / Л. Н. Королёв. – Изд. Знание, 1984. – 64 с. http://www.studmed.ru/korolev-ln-razvitie-evm-i-ih-matematicheskogo-obespecheniya_500258a9455.html.
8. Королёв Л. Н. Микропроцессоры и персональные компьютеры / Л. Н. Королёв. – Изд. Знание, 1986. – 48 с.
9. Королёв Л. Н. Микропроцессоры, микро- и мини-ЭВМ / Л. Н. Королёв. – Изд. МГУ, 1987. – 212 с. <http://padabum.com/d.php?id=35789>.
10. Королёв Л. Н. Компьютеризация в науке и производстве / Л. Н. Королёв, В. К. Власов. – Изд. Знание, 1987. – 47 с.
11. Элементы информатики / В. К. Власов, Л. Н. Королёв, А. Н. Сотников. – Под ред. Л. Н. Королёва. – М.: Наука, 1988. – 320 с. <http://eknigi.org/programmirovanie/113190-yelementy-informatiki.html>.

12. Королёв Л. Н. Вычислительная математика и вычислительная техника: очерки истории / Л. Н. Королёв, К. А. Рыбников. – М.: Изд-во мех.-мат. фак-та, 1999. – 96 с.

13. Королёв Л. Н. Информатика. Введение в компьютерные науки: учебник для вузов / Л. Н. Королёв, А. И. Миков. – М.: Высшая школа, 2003. – 346 с.

14. Королёв Л. Н. Архитектура процессоров электронных вычислительных машин / Л. Н. Королёв. – М.: МАКС-Пресс, 2003. – 262 с.

15. Королёв Л. Н. Архитектура ЭВМ / Л. Н. Королёв. – М.: Научный мир, 2005. – 272 с. <http://www.twirpx.com/file/401593/>.

16. Королёв Л. Н. Информатика. Введение в компьютерные науки: учебник для вузов / Л. Н. Королёв, А. И. Миков. – М.: Абрис, 2012. – 367 с.

Статьи из сборников

1. Королёв Л. Н. Ведущая программа вычислений с комплексными величинами / Л. Н. Королёв. – Сборник стандартных и типовых программ для БЭСМ. – М.: Изд. АН СССР, 1960. – 13 с.

2. Королёв Л. Н. Алгоритмы автоматического распределения ОЗУ / Л. Н. Королёв. – Изд. ИТМиВТ АН СССР, Труды семинара, 1966. – № 4. – 30 с.

3. Королёв Л. Н. О выборе системы команд для трехадресной вычислительной и логической машины с плавающей запятой / Л. Н. Королёв, А. В. Лебедев. – Изд. ИТМиВТ АН СССР. Труды семинара, 1968. – 30 с.

4. Королёв Л. Н. Архитектура операционной системы / Л. Н. Королёв. – Изд. ИТМиВТ АН СССР. Труды семинара, 1968. – № 8. – 28 с.

5. Операционная система / Л. Н. Королёв, А. И. Никитин. – Изд. Энциклопедия. Кн. Энциклопедия кибернетики, 1972–2 с.

6. Королёв Л. Н. Операционные системы, состояние и перспективы развития / Л. Н. Королёв. – Издательство ОИЯИ. Сборник трудов III Международной школы по использованию ЭВМ в ядерных исследованиях, 1974. – 11 с.

7. Королёв Л. Н. Классификация страничных алгоритмов и методы их оценки / Некоторые вопросы автоматизированной обработки: сб / Изд. МГУ, 1974. – 13 с.

8. Королёв Л. Н. О проблемах подготовки специалистов в области математического обеспечения / Л. Н. Королёв. – Софийский ун-т: Проблемы информатики и её применения в проф. обучении и науч. исслед.: сб. – София, 1983. – 2 с.

9. Королёв Л. Н. О преподавании математики в школе / Л. Н. Королёв. – Сб. научно-методических статей по математике, 1986. – № 14. – 8 с.

10. Королёв Л. Н. Сравнительный анализ архитектур современных платформ / Л. Н. Королёв. – Информатика и вычислительная техника: науч.-тех. сб., 1995. – 12 с.

11. Королёв Л. Н. Проблемы преподавания программирования в классическом университете / Л. Н. Королёв, Р. Л. Смелянский. – Труды фак-та вычислительной математики и кибернетики МГУ. – 2002. – № 1. – С. 6–12.

12. Развитие информационной системы, направленное на задачи идентификации биомолекулярных структур с использованием нейросетей и генетических алгоритмов / Л. Н. Королёв, А. М. Попов, С. Е. Певцов, А. В. Позднеев и др. / Прогр. системы и INSTR.: тематический сб. – № 12. – 2007. – 12 с.

13. Королёв Л. Н. Эволюционный параллельный клеточный автомат для решения задачи мэппинга параллельных программ на архитектуру суперкомпьютеров / Л. Н. Королёв, Н. Н. Попова. – Прогр. системы и INSTR.: тематический сб. – 2011. – 3 с.

Статьи из журналов

1. Королёв Л. Н. Опыты автоматического перевода на электронной вычислительной машине БЭСМ / Л. Н. Королёв / Природа. – 1956. – № 12. – 13 с. <http://priroda.ras.ru/Priroda-100.htm>.

2. Королёв Л. Н. Некоторые вопросы автоматизации перевода / Л. Н. Королёв. – Вестн. АН СССР, 1956. – № 12. – 13 с. http://www.ras.ru/publishing/raserald/raserald_articleinfo.aspx?articleid=63641cf0-9618-4453-bcb1-6d60a7c7f17a.
3. Королёв Л. Н. Кодирование и свертывание кодов / Л. Н. Королёв / ДАН, 1957. – Т. 113, № 4. – 3 с.
4. Korolev L. N. Coding and code compression. / L. N. Korolev. – J.ACM v.5 1958, № 4. – 32 p.
5. Some methods of automatic coding for BESM and STRELA computers. / L. N. Korolev. – University of Michigan, 1958. – 3 p.
6. Королёв Л. Н. Некоторые вопросы кодирования в программе перевода с одного языка на другой / Л. Н. Королёв. – М.: МДНТ им. Дзержинского, 1958. – 12 с.
7. Королёв Л. Н. О переключающей функции устройства поиска по таблице / ДАН, 1959. – т. 125, № 3. – 4 с.
8. Korolev L. N. Automatic translation from English in to Russian / L. N. Korolev, G. P. Zelenkevich, S. N. Razumovsky. – J. Automatic progress v 3, 1959. – v.3, № 2. – 6 p.
9. Королёв Л. Н. Функции диспетчера операционной системы БЭСМ-6 / Л. Н. Королёв, В. П. Иванников, А. Н. Томилин. – Журнал ВМиМФ, 1969. – № 6. – 15 с. <http://www.mathnet.ru/links/2acee2d83e1f851b074a95702b12112a/zvmmf8449.pdf>.
10. Королёв Л. Н. Об ЭВМ БЭСМ-6 / Л. Н. Королёв, В. А. Мельников / Управляющие системы и машины. – 1976. – №6. – С. 7–11.
11. Королёв Л. Н. Проблемы прикладного и теоретического программирования. – Жур.: Вестн. МГУ, 1979. – Сер. 15. – 12 с.
12. Королёв Л. Н. Модель мультипроцессорной системы на основе многоголовочных машин Тьюринга. / Л. Н. Королёв, Н. Гусейнов. – Жур.: Программирование, 1982. – № 2. – 22 с.
13. Королёв Л. Н. Компьютерное образование, состояние дел и перспективы / Л. Н. Королёв. – Вестн. Моск. ун-та, 1992. – Сер. 15, № 2. – 8 с.

14. Korolev L. N. The use of active databases in prediction / L. N. Korolev, E. E. Malutina, A. M. Popov, N. N. Popova. – Moscow University: Computational Mathematics and Cybernetics: Allerton Press, Inc, 1998. – V.53, № 1. – 18 p.

15. Королёв Л. Н. Применение активных баз данных в прогнозировании / Л. Н. Королёв, Э. Э. Малютина, А. М. Попов, Н. Н. Попова. – МГУ: Вестн. Моск. ун-та. – Сер. 15, № 1. – 1998. – 15 с.

16. Королёв Л. Н. Некоторые методы нормализации образов / Л. Н. Королёв. – МГУ: Вестн. Моск. ун-та. – Сер. 15, № 3. – 2003. – 11 с.

17. Королёв Л. Н. О научных направлениях и разработках в области программного обеспечения вычислительных машин и систем / Л. Н. Королёв / Вестн. Моск. ун-та: Юбилейный вып. к столетию со дня рождения акад. А. Н. Тихонова – 2006. – 13 с.

18. Королёв Л. Н. Об эволюционных алгоритмах, нейросетевых вычислениях, генетическом программировании – математические проблемы / Л. Н. Королёв. – Автоматика и телемеханика – 2007. – № 5, – С. 71–83. http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=at&paperid=986&option_lang=rus.

19. Королёв Л. Н. Эволюционные вычисления, нейросети, генетические алгоритмы – формальные постановки задач / Л. Н. Королёв. – Фундаментальная и прикладная математика. – т. 15, № 3. – 2009. – 6 с. <http://mech.math.msu.su/~fpm/ps/k09/k093/k09309.pdf>.

Труды конференций

1. Операционная система НД-68 / Л. Н. Королёв, В. П. Иванников, А. Н. Томилин. – Изд. СО АН СССР. Труды 2 Всесоюзной конференции по программированию, 1969. – 24 с.

2. Королёв Л. Н. Математическое обеспечение сетей ЭВМ. / Л. Н. Королёв, Г. П. Башарин. – Труды Всесоюзной конференции по теории связи: сб / 1975. – 10 с.

3. Королёв Л. Н. Анализ поведения процессов в активных базах данных / Л. Н. Королёв. – МГУ: Сб. докл. науч. конф МГУ, 1996. – 12 с.

4. Королёв Л. Н. Реализация системы анализа динамических процессов в сети Интернет / Л. Н. Королёв, А. М. Попов, Н. Н. Попова, Е. В. Рогов. – Науч. сервис в сети Интернет: труды конф., М.: Изд-во МГУ, 1999. – 2 с.
5. Королёв Л. Н. Проблемы преподавания программирования в классическом университете / Королёв Л. Н., Смелянский Р. Л. – все-рос. конф.: Математика и общество. Математическое образование на рубеже веков, 2000. – 6 с.
6. Специализированная распределённая система обработки экспериментальных данных / Л. Н. Королёв, В. Ю. Воронов, В. Ю. Горицкая, П. А. Зленко и др. / Методы и средства обработки информ.: труды Второй Всерос. науч. конф.: – МГУ, 2005. – 6 с. <http://old.lvk.cs.msu.su/files/mco2005/voronov.pdf>.
7. Методы и средства обработки информации. Труды второй Всероссийской научной конференции / Под ред. Л. Н. Королёва. – М.: Изд. отд. фак-та вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М. В. Ломоносова, 2005. – 651 с.
8. Королёв Л. Н. Влияние программирования на архитектуру вычислительных систем: от прошлого к будущему / Л. Н. Королёв / Развитие вычислительной техники в России и странах бывшего СССР: история и перспективы: труды конф.: – Петрозаводск, 2006. – 2 с. <http://www.computer-museum.ru/histussr/arhitectura.htm>.
9. Korolev L.N / Image and Video processing Methods for High Performance Data Management Systems / L.N. Korolev, N.N. Popova, O. V. Dzhosan / Pros. conf. ISGT 2009. – 2009. –11 с.
10. Система анализа производительности в режиме реального времени на многопроцессорной архитектуре / Л. Н. Королёв, Н. Н. Попова, К. Н. Киселев, К. В. Новиков и др. – Науч. сервис в сети Интернет: труды конф. – Новороссийск, изд. МГУ, 2010. – 4 с. <http://agora.guru.ru/abrau2010/pdf/379.pdf>.

Другие труды

1. Королёв Л. Н. Les experiments de la traduction automatique de l'anglais en russe a l'aide de la calculatrice БЭСМ / Л. Н. Королёв, Г. П. Зеленкевич, С. Н. Разумовский. – М.: Изд-во АН СССР, ИТМиВТ, 1956. – 24 с.
2. Королёв Л. Н. Методы выборки нужного слова из словаря / Л. Н. Королёв / Изд. ИТМиВТ АН СССР, 1957. – 6 с.
3. Королёв Л. Н. Отчёт о поездке советской делегации в США на конференцию по вычислительной математике и вычислительной технике / Л. Н. Королёв, А. А. Дородницын, И. С. Мухин, В. С. Бурцев. – М.: Изд. ИТМиВТ АН СССР, 1959. – 62 с.
4. Королёв Л. Н. Программа автоматического дифференцирования / Л. Н. Королёв, Л. М. Беда, И. В. Сухин, Т. С. Фролова. – М.: М.: Изд. ИТМиВТ АН СССР, 1959. – 18 с.
5. Королёв Л. Н. Некоторые вопросы теории машинного словаря. Автореферат. / Л. Н. Королёв. – М.: Изд. ИТМиВТ АН СССР, 1959. – 13 с.
6. Математическое обеспечение для машины БЭСМ-6 / Л. Н. Королёв, Н. Е. Карабутова и др. – Изд. ИТМиВТ и ВЦ АН СССР, 1967. – 150 с.
7. Инструкция по программированию на БЭСМ-6 / Л. Н. Королёв, А. Н. Томилин и др. – Изд. ИТМиВТ АН СССР, 1968. – 140 с.
8. Вариант операционной системы для машины БЭСМ-6 / Л. Н. Королёв, Н. Н. Говорун и др. – Киев: Изд. Института кибернетики, 1968. – 29 с.
9. Эскизный проект вычислительной системы БЭСМ-10 / Л. Н. Королёв и др. – ИТМиВТ, 1973. – 310 с.
10. Информационно-вычислительная система: а.с. 402871 с приор. от 28.06.71 / Л. Н. Королёв, В. А. Мельников, А. А. Соколов, В. П. Иванов и др. – М.: 1973.

11. Математическое обеспечение АС-6/ Л. Н. Королёв и др. – ИТМиВТ, 1975. – 305 с.

12. Система коллективного пользования / Л. Н. Королёв и др. – НИВЦ МГУ, 1976. – 150 с.

13. Система коллективного пользования СКП МГУ/ Л. Н. Королёв и др. – НИВЦ МГУ, 1980. – 120 с.

14. Королёв Л. Н. Рабочий проект факультета ВМиК по созданию и развитию автоматизированных систем / Л. Н. Королёв и др. – МГУ: ВМиК, 1984. – 12 с.

Список сокращений

AMD (англ. Advanced Micro Devices) – производитель интегральной микросхемной электроники.

CISC (англ. Complex instruction set computing) – определённая концепция проектирования процессоров с развитым набором команд.

GRID (англ. grid – решетка, сеть) – форма распределённых вычислений, в которой виртуальный суперкомпьютер представлен в виде кластеров, соединённых с помощью сети.

IBM (англ. International Business Machines) – один из крупнейших в мире производителей и поставщиков аппаратного и программного обеспечения, а также IT-сервисов и консалтинговых услуг.

IFIP (англ. International Federation of Information Processing) – международная федерация по обработке информации.

IT (англ. Information technology) – информационные технологии.

ML (англ. Machine Learning) – «обучение вычислительных машин».

MOM (англ. messaging-oriented middle ware) – связующее (межплатформенное) программное обеспечение, ориентированное на обмен сообщениями.

MPI (англ. Message Passing Interface) – программный интерфейс для передачи информации, который позволяет обмениваться сообщениями между процессами, выполняющими одну задачу.

PETSc (англ. Portable Extensible Toolkit for Scientific Computation) – переносимый программный инструментарий для научных расчётов.

POSIX (англ. Portable Operating System Interface) – набор стандартов, описывающих интерфейсы между операционной системой и прикладной программой.

RISC (англ. Restricted (Reduced) Instruction Set Computer) – архитектура процессора с сокращённым набором команд.

SMP (англ. Symmetric Multiprocessing) – симметричная мультипроцессорность, архитектура мультипроцессорных компьютеров, в которой два и более одинаковых процессоров сравнимой производительности подключаются единообразно к общей памяти.

SNNS (англ. Stuttgart Neural Network Simulator) – специализированное инструментальное средство создания искусственных нейронных сетей.

АВТ МЭИ – факультет автоматики и вычислительной техники Московского энергетического института.

АК – буфер адресов выбранных команд.

АЗ – буфер адресов записи результатов.

АМ – адрес регистра-модификатора.

АН – Академия наук.

АС – автоматизированная система.

АСБК – кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов.

АТМО – адаптер приема телеметрии и отображения результатов обработки данных.

АУ – арифметическое устройство.

АЯ – кафедра алгоритмических языков.

БАК – буфер команд, выполняемых в АУ.

БРЗ – буферные регистры результатов.

БРК – буферные регистры команд.

БРЧ – буферные регистры чисел.

БЭСМ – большая (быстродействующая) электронная счётная машина.

ВМиМФ – журнал вычислительной механики и математической физики.

ВМК (ВМиК) – факультет вычислительной математики и кибернетики.

ВЦ – вычислительный центр.

ГВМЦ – главный вычислительно-моделирующий центр.

ГСВЦ – государственная сеть вычислительных центров.

ГП – генетическое программирование.

ДАН – «Доклады Академии наук», научный журнал Президиума РАН.

ЕГЭ – единый государственный экзамен.

ЗТПР – заданная траектория противоракеты.

ЗЭМЗ – Загорский электромеханический завод.

ИПМ – Институт прикладной математики

ИСП РАН – Институт системного программирования Российской академии наук.

ИТ – информационные технологии.

ИТМиВТ – Институт точной механики и вычислительной техники.

КБСП – Конструкторское бюро специального приборостроения.

КГИ – компоненты графического интерфейса.

КРА – контрольно-регистрирующая аппаратура.

ЛИСП (англ. LISt processing language) – «язык обработки списков», семейство языков программирования.

МВК – мультипроцессорный вычислительный комплекс.

МГУ – Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова.

МДНТ – Московский дом научно-технической пропаганды.

МИФИ – Московский инженерно-физический институт.

МКП – модульный конвейерный процессор.

МОЗУ – магнитное оперативное запоминающее устройство.

МСО – методы и средства обработки.

МТТ – мультиплексор телеграфных каналов.

МТФ – мультиплексор телефонных каналов.

МФТИ – Московский физико-технический институт.

- НИВЦ – Научно-исследовательский вычислительный центр.
- НИИ – Научно-исследовательский институт.
- НИИРП – Научно-исследовательский институт радиоприборостроения.
- НИОКР – научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа.
- НИР – научно-исследовательская работа.
- ОГАС – общегосударственная автоматизированная система управления.
- ОЗУ – оперативное запоминающее устройство.
- ОИЯИ – Объединённый институт ядерных исследований.
- ОС – операционная система.
- ПМ – периферийная машина.
- ППД – процессор передачи данных.
- ПРО – противоракетная оборона.
- ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина.
- РАЕН – Российская академия естественных наук.
- РАН – Российская Академия наук.
- РК – регистр команды.
- РЛ – радиолокация.
- РПР – радиолокатор противоракеты.
- РТН – радиолокаторы точного наведения.
- РФФИ – Российский фонд фундаментальных исследований.
- САИВС – система автоматизированного исследования вычислительных систем.
- СД – станция дальнего обнаружения.
- СКП – система коллективного пользования.
- СМ – Совет министров.
- СМА – сумматор адреса.

СП – кафедра системного программирования.

СС БИС – советский суперкомпьютер на больших интегральных схемах.

СУБД – система управления базами данных.

СчАК – счётчик адреса команд.

УВУ – устройство управления внешними устройствами.

УМО – учебно-методическое объединение.

УНВК – учебно-научный вычислительный комплекс.

УНИВАК (англ. UNIVersal Automatic Computer I) – первый коммерческий компьютер, созданный в Соединённых штатах.

УУБ – устройство управления магнитными барабанами.

ФИАН – Физический институт им. П. Н. Лебедева.

ЦНИИМАШ – Центральный научно-исследовательский институт машиностроения.

ЭВМ – электронно-вычислительная машина.

Именной указатель

- | | |
|---|--|
| Абрамов Александр Александрович
204 | Гайсарян Сергей Суменович
43, 105, 106 |
| Бабаян Борис Арташесович
23, 84, 108, 130, 187 | Галкин Виктор Яковлевич
155 |
| Баула Владимир Георгиевич
40 | Говорун Николай Николаевич
22, 177, 256 |
| Бахвалов Николай Сергеевич
110 | Головкин Борис Аркадьевич
108 |
| Башарин Гелий Павлович
254 | Горицкая Вера Юрьевна
198, 200, 255 |
| Березин Иван Семёнович
54 | Григорьев Евгений Александрович
263 |
| Брусиловский Петр Леонидович
87 | Гуляев Анатолий Викторович
26 |
| Брушлинский Константин
Владимирович
46 | Гуревич Евгений Исаакович
111 |
| Бурдонов Игорь Борисович
50, 83 | Денисов Александр Михайлович
62 |
| Бурцев Всеволод Сергеевич
108, 187, 201, 255 | Джосан Оксана Васильевна
255 |
| Бяков Александр Юрьевич
50, 82, 84, 201 | Дородницын Анатолий Алексеевич
76, 255 |
| Вельбицкий Игорь Владимирович
108 | Дунаев Сергей Фёдорович
111 |
| Вейс Карл Всеволодович
111 | Дыгин Виталий Сергеевич
122 |
| Вирт Никлаус
128 | Евреинов Эдуард Владимирович
84 |
| Власов Виктор Константинович
44, 54, 160, 250 | Ершов Андрей Петрович
18, 60, 76, 108, 110, 128, 130, 177 |
| Воеводин Валентин Васильевич
43, 106, 200 | Жоголев Евгений Андреевич
153 |
| Воронов Василий Юрьевич
198, 200, 255 | Задыхайло Игорь Борисович
108, 116 |

Зайденберг Виктор Карлович 250	Конвей Джо 128
Зеленкевич Галина Павловна 158, 255	Королёв Николай Степанович 6, 11, 30
Зленко Павел Алексеевич 198, 200, 255	Королёв Сергей Львович 30
Зув Евгений Александрович 129	Королёва (Башкина) Галина Александровна 38, 60, 61, 77, 118, 119
Ивани Антал Миклош 87, 155	Королёва Елизавета Петровна 6, 11
Иванников Виктор Петрович 21, 22, 59, 72, 84, 86, 125, 143, 159, 253, 254, 256	Корзюк Виктор Иванович 66, 67
Истомин Тимофей Евгеньевич 198	Котов Вадим Евгеньевич 108
Калянов Георгий Николаевич 129	Косачев Александр Сергеевич 50, 83
Капитонова Юлия Владимировна 108	Костомаров Дмитрий Павлович 65, 66, 69
Карабутова Нина Ефимовна 256	Кузнецов Сергей Дмитриевич 50, 82
Карпов Леонид Евгеньевич 78	Кунаев Динмухамед Ахмедович 102
Катков Владимир Леонидович 128	Курочкин Владимир Михайлович 18, 108, 109
Кауфман Виталий Шахнович 130	Лавров Святослав Сергеевич 56, 205
Келдыш Мстислав Всеволодович 46, 112, 143, 177	Лебедев Сергей Алексеевич 17, 20, 23, 28, 72, 73, 78, 98, 99, 133, 138, 140, 141, 159, 162–166, 168, 170–174, 176, 177, 181–184, 186, 187, 203, 205–207, 247, 251, 260, 263
Кисунько Григорий Васильевич 98	Лебедева Наталья Сергеевна 263
Кнут Дональд 128	Левин Владимир Константинович 108
Кожухин Геннадий Исакович 128	Летичевский Александр Адольфович 108
Колпаков Роман Валерьевич 198	

Приложения

Именной указатель

- | | |
|---|--|
| Логунов Анатолий Алексеевич
110 | Нечепуренко Михаил Иванович
128 |
| Лупанов Олег Борисович
82, 83 | Никитин Андрей Иванович
251, 263 |
| Любимский Эдуард Зиновьевич
108 | Никитин Юрий Владимирович
263 |
| Люстерник Лазарь Аронович
204 | Никольская Юлия Николаевна
263 |
| Макаров–Землянский
Николай Викулович
26, 87 | Новиков Константин Викторович
255 |
| Максаков Вадим Ильич
51 | Панов Дмитрий Юрьевич
205 |
| Максимей Иван Васильевич
128 | Папсуев Виктор Иванович
111 |
| Малиновский Борис Николаевич
263 | Певцов Сергей Евгеньевич
252 |
| Малютина Элина Эдуардовна
253 | Подловченко Римма Ивановна
108 |
| Матвеев Леонид Васильевич
129 | Подшивалов Дмитрий Борисович
84, 108, 109, 126 |
| Машечкин Игорь Валерьевич
26, 59, 87 | Позднеев Александр Валерьевич
252 |
| Мельников Владимир Андреевич
23, 60, 72, 73, 108, 117, 124, 125, 133, 159,
160, 162, 184–186, 202, 253, 256 | Попов Александр Михайлович 200,
252–254 |
| Мещеряков Дмитрий Константинович
198 | Попова Нина Николаевна 86, 198, 200,
252–255 |
| Миков Александр Иванович
249, 251 | Поттосин Игорь Васильевич 108, 128 |
| Митропольский Юрий Иванович
187 | Посохов Иван Николаевич 42 |
| Муравьев Сергей Александрович
263 | Пройдаков Эдуард Михайлович 263 |
| Мухин Иван Сергеевич
18, 205, 246, 255 | Разумовский Спартак Николаевич 44,
158, 255 |
| | Рогов Егор Валерьевич 200, 254 |
| | Рябов Геннадий Георгиевич 23, 57, 59,
84, 87, 98, 108, 119, |
| | Садовничий Виктор Антонович 111 |
| | Сальников Алексей Николаевич 198 |

Самарский Александр Андреевич 55, 56	Томилин Александр Николаевич 21, 50, 57, 59, 84, 86, 108, 138, 159, 160, 173, 253, 254, 256, 263
Силин Игорь Николаевич 22	Трифонов Николай Павлович 43, 146
Смелянский Руслан Леонидович 26, 59, 87, 104, 161, 188, 252, 254	Тюрин Владимир Фёдорович 22
Соколов Андрей Андреевич 72, 73, 201, 256	Фролова Тамара Сергеевна 256
Сотников Александр Николаевич 160, 250	Хохлов Сергей Владимирович 263
Станишич Предраг 87	Цанг Феликс Рудольфович 128
Стечкина Екатерина Ивановна 107	Чайковский Марк Германович 74, 84
Стречи Кристофер 128	Чинин Геннадий Дмитриевич 128
Сухомлин Владимир Александрович 59, 87, 122	Шура-Бура Михаил Романович 43, 56, 108, 147, 150, 204
Тернов Игорь Михайлович 111, 112	
Тихонов Андрей Николаевич 28, 54, 55, 56–60, 63–65, 67, 70, 110–112, 117, 148, 226, 254	

Список использованных источников

В книге использованы указанные источники, материалы из архива документов и фотографий семьи Л. Н. Королева, документы и фотографии, представленные сотрудниками и учениками Льва Николаевича.

1. Иван Семёнович Березин. Биография, воспоминания, документы / Авт.-сост. Е. А. Григорьев. – М.: Изд-во МГУ, 2010. – 167 с.
2. История отечественной электронной вычислительной техники – М.: Столичная энцикл., 2014, 576 с.
3. Малиновский Б. Н. История вычислительной техники в лицах / Б. Н. Малиновский. – К.: КИТ, ПТОО А.С.К., 1995. – 384 с.
4. Отечественная электронная вычислительная техника: биограф. энцикл. / под ред. С. В. Хохлова, сост. С. А. Муравьев; – М.: Столичная энцикл., 2014. – 400 с.
5. Сергей Алексеевич Лебедев. К 100-летию со дня рождения основоположника отечественной электронной вычислительной техники / отв. ред. В. С. Бурцев; сост. Ю. Н. Никольская, А. Н. Томилин, Ю. В. Никитин, Н. С. Лебедева. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 440 с.
6. Факультет вычислительной математики и кибернетики. История и современность: биограф. справ. / сост.: Е. А. Григорьев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010. – 616 с.

Используемые электронные ресурсы

1. Агора. Служба автоматизации создания, размещения и поддержки интернет-страниц конференций [Электронный ресурс] / Лаборатория Параллельных Информационных Технологий НИВЦ МГУ, 2001–2008. – Режим доступа: <http://agora.guru.ru/>.
2. Виртуальный компьютерный музей [Электронный ресурс] / Проект Эдуарда Пройдакова. – Совет Виртуального компьютерного музея, 1997. – Режим доступа: <http://www.computer-museum.ru/>.
3. ВМК МГУ [Электронный ресурс] / Факультет ВМК МГУ им. В. Ломоносова. – Режим доступа: <https://cs.msu.su/>.

4. Журналы Отделения математики РАН. Общероссийский математический портал [Электронный ресурс] / Математический институт им. В. А. Стеклова РАН, 2016. – Режим доступа: <http://www.mathnet.ru/>.
5. ИСТИНА: Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАучно-технической информации [Электронный ресурс] / НИИ механики МГУ. Лаборатория 404. – Режим доступа: <http://istina.msu.ru/>.
6. Механико-математический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова [Электронный ресурс] / 2016 Механико-математический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова. – Режим доступа: <http://www.math.msu.su/>.
7. Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова [Электронный ресурс] / МГУ имени М. В. Ломоносова. – М.:1997. – Режим доступа: <http://www.msu.ru/>.
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] / ООО Науч.электронная библиотека, 2000. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
9. Российская академия наук [Электронный ресурс] / РАН 2016. – Режим доступа: <http://www.ras.ru/>.
10. PARALLEL.RU [Электронный ресурс] / Лаборатория Параллельных Информационных Технологий, НИВЦ МГУ. – Режим доступа: <http://www.parallel.ru/history/besm6.html>.
11. Twirpx. Всё для студента [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/>.
12. Studmed.ru. Учебно-методическая литература для учащихся и студентов [Электронный ресурс] /2013 Studmed.ru. – Режим доступа: <http://www.studmed.ru/>.
13. Сайт Контент-центра факультета ВМК МГУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vmkcontent.zenfolio.com/>.

ЛЕВ НИКОЛАЕВИЧ КОРОЛЁВ

Биография, воспоминания, документы

Составление и редакция:
Виктор Константинович Власов
Руслан Леонидович Смелянский
Александр Николаевич Томилин

*В издании использованы материалы из семейного архива,
частных архивов коллег,
и также фотоматериалы Надира Чанышева,
предоставленные Контент-центром ВМК*

Подготовка оригинал-макета:
Издательство «МАКС Пресс»
Главный редактор: *Е.М. Бугачева*
Технический редактор: *Н.В. Кувалдина*
Корректор: *Н.В. Кувалдина*
Компьютерный дизайн и верстка: *Е.П. Крынина*
Обложка: *Е.П. Крынина*

Подписано в печать XX.XX.2016 г.
Формат 60х90 1/16. Усл.печ.л. 17,0 [0,5]. Тираж 500 экз. Изд. № .
Издательство ООО «МАКС Пресс»
Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.
119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В. Ломоносова,
2-й учебный корпус, 527 к.
Тел. 8(495)939-3890/91. Тел./Факс 8(495)939-3891.
Отпечатано в ППП «Типография «Наука»
121099, Москва, Шубинский пер., 6.
Заказ №

Юбилей

Л.Н. Королёву – 80 лет

