



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачёва»

**М. А. Тынкевич    А. Г. Пимонов    А. А. Тайлакова**

**ОЧЕРКИ ИСТОРИИ ИНФОРМАТИКИ:  
ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**  
Учебное пособие

**Кемерово 2019**

УДК 004(075.8)

## РЕЦЕНЗЕНТЫ

*А. М. Гудов*, доктор технических наук, директор Института фундаментальных наук федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет»

*Кафедра вычислительной математики и компьютерного моделирования* федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (заведующий кафедрой А. В. Старченко, доктор физико-математических наук, профессор)

Печатается по решению редакционно-издательского совета КузГТУ

**Тынкевич, М. А.**

**Очерки истории информатики : введение в специальность : учеб. пособие / М. А. Тынкевич, А. Г. Пимонов, А. А. Тайлакова ; КузГТУ. – Кемерово, 2019. – 248 с.**

ISBN 978-5-00137-067-3

В учебном пособии излагается история создания вычислительных устройств, становления научных школ и образования в XIX–XX веках, история возникновения потребности в первых ЭВМ. Рассказывается о первых советских и зарубежных ЭВМ, первых шагах в искусстве программирования, развитии средств общения человека и машины. Представлена картина исторической обстановки в России и мире, тормозившей или способствовавшей развитию образования и науки. Рассказывается о выдающихся личностях в науке и образовании, о которых не упоминается в школьных учебниках. Глазами современника рисуется картина первых шагов вычислительной науки и образования в Сибири (в Томске и СО АН СССР).

Предназначено для обучающихся по направлениям подготовки 09.03.03 и 09.04.03 «Прикладная информатика», изучающих дисциплины «Введение в специальность», «Информатика и программирование», «Алгоритмизация и программирование», «Информационные системы и технологии», «Вычислительные системы, сети и телекоммуникации», «Операционные системы», «Теория систем и системный анализ», «Информационные технологии в науке и технике».

УДК 004(075.8)

© КузГТУ, 2019

© Тынкевич М. А.,

Пимонов А. Г.,

Тайлакова А. А., 2019

© Тайлакова А. А., дизайн  
обложки, 2019

ISBN 978-5-00137-067-3

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	5
Глава 1. ЧЕЛОВЕК УЧИТСЯ СЧИТАТЬ .....	8
1.1. Величие и гибель античной математики .....	8
1.2. Системы счисления, Фибоначчи и абак .....	9
1.3. Джон Непер и логарифмическая линейка .....	12
Глава 2. ДОКОМПЬЮТЕРНАЯ ЭПОХА .....	15
2.1. Эпоха Возрождения .....	15
2.2. Блез Паскаль .....	16
2.3. Готфрид Вильгельм Лейбниц .....	19
2.4. Пафнутий Львович Чебышёв .....	21
2.5. Вильгодт Теофилович Однер .....	23
2.6. Электромеханические арифмометры .....	24
Глава 3. НА ПУТИ К АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫЧИСЛЕНИЯМ .....	26
3.1. Перфокарты Жаккарда .....	26
3.2. Чарльз Бэббидж и проект АЦВМ будущего .....	27
3.3. Ада Лавлейс .....	29
3.4. Джордж Буль, символическая логика и Э. Л. Войнич .....	30
3.5. Герман Холлерит и табулятор .....	33
3.6. Наука и общество .....	34
Глава 4. НА ГРАНИ ВЕКОВ .....	35
4.1. Исторические факты .....	35
4.2. XIX век начинается .....	36
Глава 5. ТРИУМФ НАУКИ И ТРАГЕДИЯ ЦИВИЛИЗАЦИИ .....	61
Глава 6. ЭРА ЧИСЛОВЫХ АВТОМАТОВ НАЧИНАЕТСЯ .....	70
6.1. Первая автоматическая вычислительная машина .....	70
6.2. Вторая женщина в истории АВМ .....	72
6.3. Релейные машины К. Цузе .....	74
6.4. Первая электронная вычислительная машина .....	74
6.5. Джон фон Нейман – отец теории автоматов .....	77
6.6. Первые ЭВМ с манхэттенской архитектурой .....	79
6.7. А. Тьюринг и британский Колосс .....	80
6.8. Машины фон Неймана .....	81
6.9. UNIVAC – первая коммерческая машина .....	82
6.10. IBM выходит на большую дорогу .....	83
6.11. Зарубежные конкуренты IBM .....	83
6.12. IBM-360 и третье поколение ЭВМ .....	84
Глава 7. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В СССР .....	86
7.1. В ожидании «оттепели» .....	86
7.2. Советская физическая школа и физика атома .....	87
7.3. На чём считали первую атомную бомбу .....	92
7.4. Компьютерный век в СССР начинается .....	93
7.5. Большая Электронная Вычислительная Машина АН СССР .....	97
7.6. Первая советская серийная ЭВМ «Стрела» .....	99
7.7. Скромный труженик «Урал-1» .....	104
7.8. Семейство М-20 и интерпретирующая система .....	106
7.9. Первая отечественная суперЭВМ БЭСМ-6 .....	114

Глава 8. СОВЕТСКИЕ ЭВМ И ИХ ТВОРЦЫ .....	116
8.1. Поколения ЭВМ.....	116
8.2. Хронология отечественных ЭВМ .....	122
8.3. С. А. Лебедев и московская научная школа .....	123
8.4. И. С. Брук и управляющие машины .....	124
8.5. Н. П. Брусенцов и троичная система счисления .....	126
8.6. И. Я. Акушский и нетрадиционная компьютерная арифметика .....	128
8.7. В. М. Глушков и киевская научная школа .....	132
8.8. Б. И. Рамеев и пензенская научная школа .....	135
8.9. Минская научная школа .....	138
8.10. Ереванская научная школа .....	139
8.11. Бегство в Россию. Ф. Г. Старос и И. В. Берг .....	140
Глава 9. КИБЕРНЕТИКА И ОБЩЕСТВО .....	146
9.1. Норберт Винер и новая наука .....	146
9.2. Буржуазная лженаука? .....	148
9.3. Реабилитация кибернетики.....	151
9.4. Пионеры советской кибернетики.....	153
9.5. Сфера интересов кибернетики .....	158
Глава 10. ОБЩЕНИЕ НА ВЫСШЕМ УРОВНЕ .....	160
10.1. Возникновение языков программирования .....	160
10.2. Программирующие программы и ассемблеры .....	160
10.3. Первый алгоритмический язык FORTRAN .....	162
10.4. BASIC – язык для начинающих .....	164
10.5. COBOL – первый коммерческий язык .....	167
10.6. ALGOL – язык для европейцев .....	167
10.7. С. С. Лавров и первый транслятор ТА-1 .....	169
10.8. М. Р. Шура-Бура и транслятор ТА-2 .....	172
10.9. АЛЬФА-язык и АЛЬФА-транслятор .....	173
10.10. LISP. Джон Маккарти и другие.....	175
10.11. ALGOL 68.....	178
10.12. Вычислительный центр СО АН СССР. Время становления .....	179
10.13. Сибирская школа информатики .....	185
10.14. Вторая Всесоюзная конференция по программированию .....	196
10.15. Суперязык PL/1.....	199
10.16. Никлаус Вирт и язык Pascal.....	201
10.17. Э. Дейкстра и структурное программирование.....	205
10.18. Объектно-ориентированное программирование .....	207
10.19. С – язык для профессионалов .....	210
Глава 11. ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ .....	212
Глава 12. КОНЕЦ ВЕЛИКОЙ ЭПОХИ.....	218
12.1. Это было так.....	218
12.2. Единая система ЭВМ .....	223
12.3. Вычислительные центры коллективного пользования.....	226
12.4. Мини-ЭВМ. СМ ЭВМ.....	228
12.5. На пути к персональным компьютерам .....	230
12.6. Восхождение на «Эльбрус» .....	233
12.7. Системы управления базами данных .....	237
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	239
ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	243

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Председатель Совета по кибернетике АН СССР Аксель Иванович Берг, арестованный в 1938 году как агент иностранной разведки, помог малограмотному следователю сформулировать обвинение: «передавал секретные сведения резиденту шведской разведки Барклаю де Толли». Рассказ об этом в студенческой аудитории полвека назад вызывал смех слушателей. Тот же рассказ сегодня вызывает недоумённые взгляды студентов – они не слышали ни о Барклае, ни о Багратионе, ни о войне 1812 года.

Студенты-юристы не слышали не только о законах Хаммурапи, кодексах Юстиниана или Наполеона, но даже о Второй мировой войне. Знаменитые русские юристы А. Ф. Кони и Ф. И. Плевако ужаснулись бы от эрудиции таких наследников.

Нужно ли россиянину знать историю своей страны, англичанину о Кромвеле, американцу о Ф. Д. Рузвельте и встрече на Эльбе, французу о де Голле и о том, что послевоенная Франция признана «великой державой по настоянию Сталина», вопреки мнению Черчилля и Рузвельта? Вопросы риторические – одни квалифицируют подобное пожелание как «нарушение прав человека», другие оправдываются библейским «кто умножает познания, умножает скорбь», третьи ссылаются на занятость добычей хлеба насущного. В повседневности миллионы жителей Земли не задают подобных вопросов и уверены, что можно быть профессионалом в своей сфере деятельности, ни разу не раскрыв книгу после школьной скамьи.

Словарь негра из людоедского племени Мумбо-Юмбо составлял 300 слов. Эллочка Щукина легко и свободно обходилась тридцатью. Не зная истории страны, сегодня одинаково именуют либералами П. Чаадаева, объявленного сумасшедшим за то, что «не научился любить свою страну с закрытыми глазами», лидера кадетов П. Милюкова, наивно ждавшего конституцию от «хозяина Земли Русской», демагога, не имеющего отношения к либерализму и демократии, и квазиреформаторов, забывших, что «благими намерениями вымощена дорога в ад». Не понимают разницы между индивидуальным террором народовольцев, потерявших надежду добиться справедливости для народа по закону, и террором извращенцев ваххабитского толка, прилюдно режущих горло и взрывающих всех, кроме «истинных мусульман».

Человек приобретает знания всю жизнь, но логическое мышление – в молодости. «Зубр» советской генетики Н. В. Тимофеев-Ресовский говорил: «Чтобы взрослого человека, да ещё считающего себя учёным, заставить думать – легче кошку выдрессировать». Молодёжь, не имею-

шая ни исторических знаний, ни житейского опыта, представляет благодатную почву для оболванивания.

Студенческая революция в мае 1968 года во Франции под лозунгами «Секс – это прекрасно!», «Всё – и немедленно!», «Забудь всё, чему тебя учили, начни мечтать!», «Революцию не делают в галстуках!», «Университеты – студентам, заводы – рабочим, радио – журналистам, власть – всем!», поддержанная профсоюзами, привела лишь к уходу «испуганных денег» в США, финансовому кризису и повышению налогов. А что творили воодушевлённые лозунгами Мао «хунвейбины» в Китае и «красные кхмеры» в Камбодже?

Молодые люди, знающие о якобы «агенте польской и японской разведок», выдающемся полководце Великой Отечественной войны К. К. Рокоссовском, об уничтоженном командовании Красной Армии и разведки накануне войны, о расстрелянных генетике Н. И. Вавилове, знаменитом журналисте М. Кольцове, писателе И. Бабеле, уже получили прививку от оболванивания.

В житейской логике, отличной от математической, неприемлемо деление всех и вся на чёрное и белое. Не бог весть как образованного Н. С. Хрущёва клянут за матерные высказывания в адрес авангардистов в живописи и скульптуре, за посягательство на культ Великого Вождя и освобождение из лагерей тысяч «врагов народа», издеваются над «хрущёбами» своих отцов и дедов, из тысяч «нахаловок» переселившихся в квартиры с удобствами внутри, а не на улице (получили квартиры, а не купили!).

Почему мы здесь вместо традиционной информации «кто, где и когда изобрёл арифмометр», отвлекаемся на историю страны, тревожимся о снижении качества образования?

*История информатики неотделима от истории математики и естественных наук, формирование которых зависело от степени гениальности их создателей, массовости серьёзного образования в стране и отношения власти к образованию и наукам.*

Почему разбогатевшая в XVI веке Испания превратилась в задворки Европы? Почему маленькая Новая Зеландия дала миру великого Резерфорда, а Ближний Восток ни одного значимого физика? О какой науке можно было говорить в стране, где учение Дарвина отвергалось «народом, не знакомым с этим учением, но единодушно его отвергающим»?

*Человечество не должно терять связи времён, забывать тех, кому обязано благами и бедами жизни, в тысячный раз «наступать на грабли».*

Мы рассказали здесь о людях, создавших потребность в компьютерах, о первых шагах компьютерной науки, о её взаимосвязи с математикой и физикой, о некоторых людях, пусть не доказавших ни одной теоремы, но достойных памяти благодарных потомков, о романтиках «великой эпохи» в компьютерной истории СССР, о времени, когда программирование было искусством. Мы пытаемся, ссылаясь на участника создания первых ЭВМ Б. Н. Малиновского [1], главного конструктора АСУ Государственного комитета СССР по высшему образованию Б. А. Гладких [2], собственную память и другие источники, дать первичное знание о предмете поиска, научить «навозну кучу разрывая, найти жемчужное зерно» во всезнающем интернете.



## Глава 1. ЧЕЛОВЕК УЧИТСЯ СЧИТАТЬ

### 1.1. Величие и гибель античной математики

Человек осознал абстрактное понятие *Числа* как меры количества каких-то объектов окружающего мира, отвлечённое от конкретики: пальцев на руке, бивней мамонта или съеденных врагов, когда его интересы и проблемы вышли за пределы родного племени, потребовалось общение между группами людей и стало недостаточным суждение «много» или «мало». Так родилась наука, которую с лёгкой руки древних греков стали называть математикой (др.-греч. μαθηματικά). Её истоки теряются во тьме веков. Сорок веков назад в Древнем Египте решались задачи налогообложения в зависимости от площадей, потерянных из-за разливов Нила. Египетские жрецы предсказывали разливы рек и затмения светил. Греки и карфагеняне учились навигации по звёздам, карфагенянин Ганнон бен Гамилькар в V веке до н. э., по словам Плиния Старшего и Геродота, обогнул Африку. Египтяне надрывались, строили пирамиды для упокоения своих фараонов по всем правилам рождающейся геометрии. Красотой Парфенона до сих пор восхищаются миллионы туристов, «золотое сечение» считается идеальным соотношением сторон прямоугольника, а провозвестник теоремы Пифагора – верёвка с узлами, отстоящими на 3, 4 и 5 единиц, – даёт представление о прямом угле.

Античная математика в первую очередь интересовалась геометрическими образами и была тесно связана с астрономией и инженерией. Именно из попыток измерения расстояний до Луны и Солнца, картографии и оптики появилась современная тригонометрия с её синусами и тангенсами. Армию Александра Македонского в её походе до «края Ойкумены» сопровождали, наряду с ботаниками и историками, рядовые инженеры. О научном уровне эпохи можно судить по словам Плутарха (I век до н. э.) о том, что «Архимед обладал таким гением, такой глубиной духа, таким богатством теоретического знания, что всё то, что доставило ему славу не только человеческого и даже сверхчеловеческого разума, он не считал достойным предметом письменного изложения, ибо на все механические приспособления, вообще на всякое искусство, служащее житейским потребностям, смотрел, как на низменную работу ремесленника» [4, с. 160].

Азы современной алгебры связаны с именем Диофанта Александрийского. Естественно, первыми арифметическими операциями были сложение и вычитание, не требующие особого искусства. Что касается умножения и деления, то ассирийский царь Ашшурбанипал (668–631 до н. э.) гордился тем, что он «решал сложные задачи с умножением

и делением, которые не сразу понятны». Что до работы с обыкновенными дробями, не всякий современный школьник превосходит своего предка в 99-м поколении. Уже Диофант открыл мир линейных алгебраических уравнений.

В Древнем Риме был спрос на греческое искусство, но не на математику. Он не внёс ничего нового в математику, поручая обучение своих детей грекам-рабам и нуждаясь лишь в тех, кто мог оценить потребности легионов Цезаря в Галлии в зерне и быках, численности поместий для «уходящих на заслуженный отдых» легионеров или кораблей, необходимых для снабжения Рима зерном из Египта. Естественно, ни о какой механизации подобных расчётов, кроме зарубок на память или косточек-камешков, не мыслилось.

Положение в науках ещё ухудшилось с гибелью Римской империи. В 392 году было покончено с останками Александрийской библиотеки, и в 415 году бушующая толпа религиозных фанатиков растерзала последнего представителя языческой науки Гепатию. Последние римские и византийские императоры объявили математиков, приравненных к злоумышленникам, вне закона. Достигло предела изуверство: разграбление Рима вандалами в 455 году, ослепление 14 тысяч болгар богобоязненным византийским императором Василием II в 1014 году, «подвиги» Чингиз-хана и Тимура, угонявших ремесленников и убивавших остальных жителей завоёванных городов, костры инквизиции.

«Творения греческих геометров валялись в кладовых монастырей ... и полное забвение было их наилучшим уделом. Из-за дороговизны письменного материала монах «в святой простоте» старательно очищал ценный пергамент от чертежей Эвклида или формул Диофанта, чтобы написать какое-нибудь рассуждение о точном местоположении земного рая» [4, с. 195].

Научное мышление от Парфии до Испании погрузилось во мрак Средневековья. От пифагорейцев сохранилась лишь магия чисел (13, 666 и т. п.), от античной астрономии – астрология, от медицины – знахарство и колдовство. Вместо научного мышления зажгли костры инквизиции.

## **1.2. Системы счисления, Фибоначчи и абак**

Наш современник не задумывается, пользуясь позиционной десятичной системой счисления, лишь спотыкаясь в книгах о римские цифры при обозначениях веков, о вёрсты и футы, пуды и золотники, пиастры и талеры. Чтобы оценить дневную выручку в пивном баре Портсмута, хозяину нужно было не только пересчитать многообразие монет в кассе, но и свести к некому эквиваленту.

Первыми в обиход человек принял натуральные числа и придумал для них обозначения: единицу обозначали подобием кривой черты, три черты соответствовали тройке, а сочетание V двух пальцев изображало пять. Как правило, ноль не имел символа (зачем изображать то, чего нет?). Сочетания этих значков с другими позволяло изображать многозначные числа (значения свыше 10 000 в повседневной жизни не возникали, это была *тьма*). Долго не признавали дроби (возможно, потому что не все и сегодня любят делиться). Но жизнь требовала, и Гомер в «Илиаде» писал: «Ночи две части прошли и третья осталась частица». Символика чисел усложнилась, лишь избранные боги могли вести земной учёт и познавать пути светил на небесной сфере. Появились подобия позиционных систем счисления (для неискушённого нашего современника запись 2017 означает сумму двух тысяч с отсутствующими сотнями, одним десятком и семью единицами).

Можно строить различные гипотезы о происхождении основания таких систем. Не затрагивая происхождения подобных «сорока сорокам», упомянем восходящую к древним шумерам 60-ричную систему счисления. Библейский талант был равен 60 минам, а мина – 60 шекелям. До сих пор в картографии сохранилось деление круга на  $6 \cdot 60 = 360$  градусов, градуса – на 60 минут и минуты – на 60 секунд. Математики нашего времени подразумевают под символом  $\pi$  безразмерный эквивалент  $180^\circ$ .

Сохранилась до сих пор как подобие позиционной системы греко-римская символика: I (1), II (2), III (3), IV (4), V (5), VI (6), VII (7), VIII (8), IX (9), X (10), XI (11), ..., XIX (19), XX (20), ..., XXX (30), ..., XL (40), ..., L (50), ..., LX (60), ..., LXX (70), ..., LXXX (80), ..., XC (90), ..., C (100), ..., D (500), ..., M (1000), ..., MM (2000), ...

Изобретение позиционной десятичной системы счисления датируется VII веком до н. э. Её символика менялась в разных странах: использовались буквы родного алфавита (1 – *аз*, 2 – *буки*, 3 – *веди* и т. д.) или специальные знаки, примерами которых служат «арабские» цифры.

Сложилось так, что армия ислама за столетие после смерти пророка в 635 году завоевала просторы от Нила до Пиренеев. Примечательно, что первые халифы не уничтожали древние культуры, были веротерпимыми по отношению к иудаизму, христианству (религиям единобожия) и даже к некоторым языческим культам. Халифы покровительствовали наукам и учёным. Знаменитый Харун ар-Рашид устраивал в Багдаде школы и больницы. Его сын основал в Багдаде Академию, обсерваторию, призывая учёных из всех стран. В итоге процветали науки: архитектура, медицина, астрономия и математика (из той эпохи пришли к нам алгебра и алгоритм). До сих пор цивилизованный мир чтит имена

Авиценны, Аль-Хорезми, Улугбека. У Аль-Хорезми, знавшего индийский счёт, читаем: «Если при вычитании не остаётся ничего, то пишут маленький кружок, чтобы место не оставалось пустым» [3]. «Главная заслуга, оказанная арабами нашей культуре, не их самостоятельные приобретения, а в том, что они сохранили науку древних в период мрака и одичания начала средних веков, так что Европа могла усвоить её себе опять, когда прошли чёрные дни. Из их рук получила она назад своё наследственное сокровище – науку эллинов, вместе с индусской арифметикой и алгеброй ...» [4, с. 214].

В Европу, где ещё побивали камнями и жгли еретиков за знакомство с Аристотелем и Платоном, обогащённую греческую математику вернул знаменитый Леонардо Пизанский (Фибоначчи), посетивший Алжир, Сирию, Византию и ознакомившийся с итогами работ античных и индийских математиков в арабском переводе. Его труд «Книга абака» (*Liber abaci*, 1202 г.) принёс в Европу позиционную систему счисления, индийские (арабские) цифры и примеры решения практических задач, связанных с торговлей. Именно позиционная система позволила совершенствовать конструкцию и упростить процедуру работы на единственном вычислительном инструменте той эпохи – абаке, применявшемся с V века до н. э. [3].

Абак (от лат. *abacus*) – доска, разделённая на полосы, где размещались счётные камешки, косточки или другие предметы. В десятичном абаке сложение осуществлялось добавлением на очередную полосу нужного числа камней, при превышении 10 оставлялся избыток и в предыдущую (следующую) полосу добавлялся камешек. Применялись и хитрые приёмы для умножений и делений. Не бог весть что, но большое подспорье при попытках считать в уме.

Вершиной конструкции абака явились знаменитые русские счёты, которые применялись в торговле и бухгалтерии вплоть до конца XX века, когда продавцы на рынке уже обзавелись карманными калькуляторами, а старой гвардии виртуозов-бухгалтеров напомнили о существовании настольных компьютеров с хорошей программной начинкой (обратная сторона медали – при неверном ответе отговорка бухгалтера



*Леонардо Пизанский  
(Фибоначчи) (1170–1250)*

«машина так посчитала»), а студент для деления 10 на 3 включает компьютер).

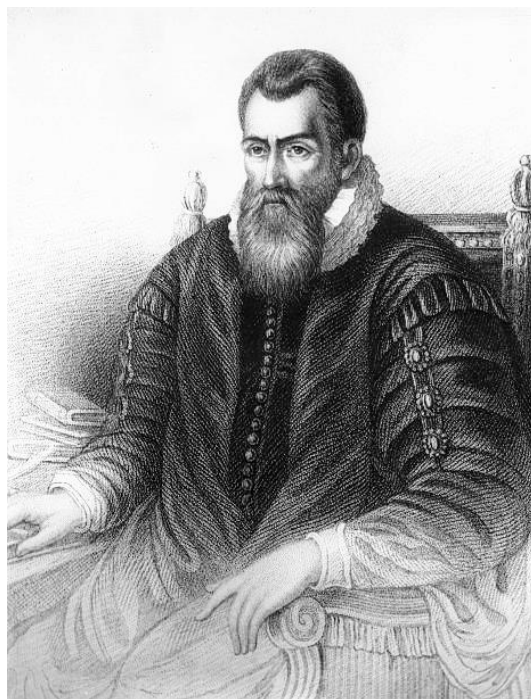


*Греческий абак и русские счёты*

Другим любопытным вычислительным устройством, дожившим до современного компьютера, была логарифмическая линейка.

### **1.3. Джон Непер и логарифмическая линейка**

О жизни этого шотландского математика известно из книги его потомка М. Непера «Биография Джона Непера из Мерчистона, его родословная, жизнь и время, с историей изобретения логарифмов», написанной в 1798 году. Его отец Арчибальд был образованным человеком, хорошо знал латынь, с 1576 года руководил финансами Шотландии в должности мастера Монетного двора. После окончания университета Джон совершил путешествие по Германии, Франции и Италии, где, как предполагают историки, мог общаться с такими крупными учёными, как Франсуа Виет. Вернувшись на родину в 1571 году, он поселился в родном замке и уже никогда не покидал Шотландию. Искренне верующий пуританин, он всё время посвящал занятиям богословием, астрологией и связанными с ней математическими расчётами.



*Джон Непер (1550–1617)*

В историю Непер вошёл как изобретатель замечательного вычислительного инструмента – логарифмов, облегчивших труд вычислителей. Лаплас говорил, что Непер своим

изобретением «продлил жизнь астрономов», упростив и ускорив их вычисления.

Очевидно, что действия умножения, деления, возведения в степень и извлечения корня не столь тривиальны по сравнению со сложением и вычитанием. Достоинство логарифмов в том, что

$$\log(x \cdot y) = \log(x) + \log(y),$$

$$\log(x / y) = \log(x) - \log(y),$$

$$\log(x^k) = k \log(x),$$

и указанные выше операции сводятся к логарифмированию, сложению найденных логарифмов и потенцированию (поиску числа, логарифм которого равен найденной сумме).

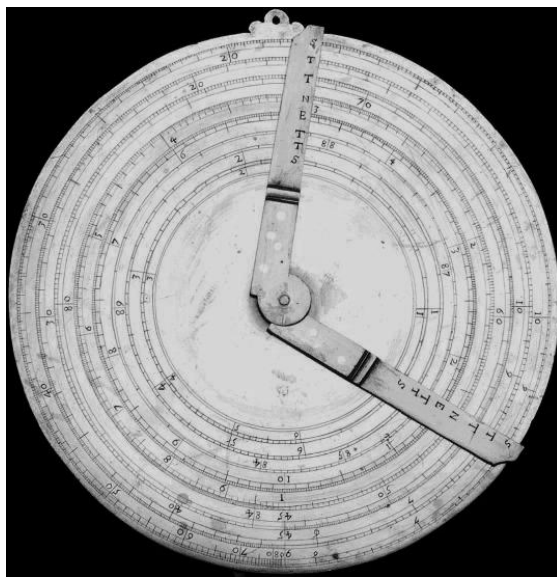
Такие действия потребовали создания так называемых логарифмических таблиц, при составлении и печатании которых допускались ошибки. Рассказывали, что один английский адмирал подарил последние, совершенные мореходные таблицы своему «другу» испанскому адмиралу, о котором больше никто не слышал.

Не вдаваясь в дискуссию о приоритете в создании логарифмической линейки, отметим идею Э. Гюнтера о логарифмической шкале.

Вариант линейки, близкий к современному, опубликовал в 1622 году Уильям Отред в трактате «Круги пропорций». Первая линейка Отреда была круговой, но в 1633 году опубликовано и описание прямоугольной линейки.



*Уильям Отред (1574–1660)*

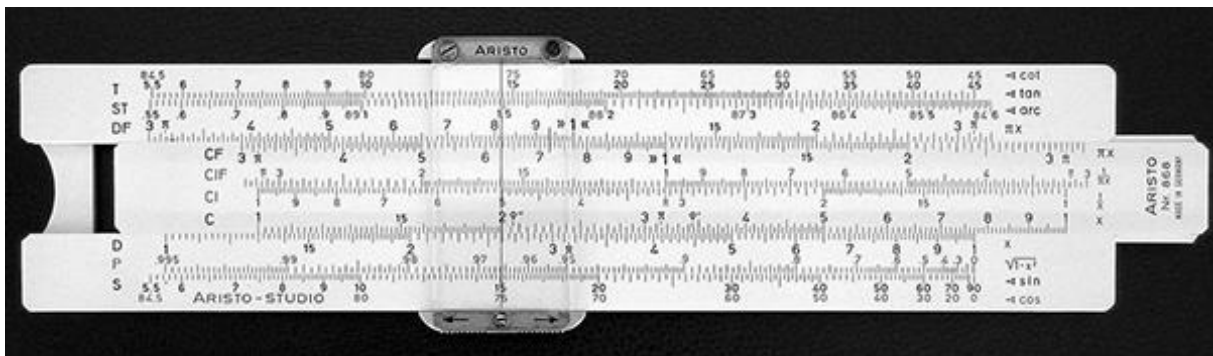


*Круговая логарифмическая линейка  
У. Отреда*

Простейшая линейка состоит из двух шкал в логарифмическом масштабе, сдвигаемых относительно друг друга. Более сложные линейки содержат дополнительные шкалы и прозрачный бегунок с несколькими рисками (визирными линиями). На обратной стороне, как правило,

находились какие-то справочные таблицы. Чтобы перемножить два числа, начало или конец подвижной шкалы совмещают с первым множителем на неподвижной шкале, а на подвижной шкале находят второй множитель. Напротив него на неподвижной шкале находится результат умножения. Для деления на подвижной шкале находят делитель и совмещают его с делимым на неподвижной шкале. Начало (или конец) подвижной шкалы указывает на результат.

Обычная линейка обеспечивает точность порядка двух – трёх десятичных знаков. Поэтому для чисел вне диапазона  $[1, 10]$  выполняют действия над мантиссой числа, порядок вычисляют в уме.



*Современная логарифмическая линейка с бегунком*

Сорок лет назад невозможно было представить советского (и не только) инженера без 30-сантиметровой логарифмической линейки. Именем Непера часто называют натуральные логарифмы (логарифмы по основанию  $e = 2,718281828\dots$ ), хотя не он их придумал.

В литературе с понятием натурального логарифма связывают публикацию «Техника логарифмирования» Николаса Меркатора в 1668 году и составленные в 1619 году Джоном Спайделлом таблицы натуральных логарифмов.

## Глава 2. ДОКОМПЬЮТЕРНАЯ ЭПОХА

### 2.1. Эпоха Возрождения



*«Он заглянул за край Земли»*

Возрождение Европы после средневековой спячки знаменовали шедевры Леонардо да Винчи, Микеланджело Буонарроти и Рафаэля, «Божественная комедия» Данте Алигьери и «Декамерон» Джованни Боккаччо. Галилей, Дж. Бруно и Коперник, вослед древнегреческим мыслителям, осмелились заявить о вращении Земли вокруг Солнца. Магеллан доказал, что Земля подобна шару, и мы слышим в исполненных романтикой замечательных стихах А. М. Городницкого, что «...без питья и хлеба, забытые в веках, атланты держат небо на каменных руках».

Марко Поло и последовавшие за ним папские легаты добрались до Каракарума (ставки наследников Чингиз-Хана) и Китая. Генуэзские и венецианские купцы расширили торговые связи с Востоком. Банки



*«Атланты держат небо на каменных руках»*



Ломбардии и конкуренты ссужали деньгами королей, занятых расширением своих владений, и феодалов, которые любили дорогостоящие пряности, благовония и шелка и не могли уже грабить под предлогом освобождения Святой земли. Ганзейские купцы монополизировали торговлю севера Европы.

Вчерашний «свободный» землепашец попал в крепостную зависимость монастырей и феодалов и не мог уклониться от нарастающей лавины налогов. Платили налоги (дань, подати) богатые города Фландрии и ещё свободный Новгород.

Усложнение финансовой деятельности, скорость и масса денежного оборота нуждались в технических вычислительных устройствах. Кто их создаст? Очевидно, что не богословы Сорбонны и Амстердама или алхимики саксонских королей.

Ваше слово, любители натурфилософии.

## 2.2. Блез Паскаль

Блез Паскаль, выдающийся французский математик, физик, механик, родился 19 июня 1623 года в Клермон-Ферран – центре французской провинции Овернь.

Его отец Этьен Паскаль – председатель налоговой палаты клермонского парламента (парламентами в то время назывались судебные учреждения, иногда противоречащие королевской власти, где должности покупались и от покупателя требовалась хотя бы некоторая правовая компетентность и знание латыни). Этьен Паскаль хорошо разбирался в математике, переписывался с Пьером Ферма, дружил с известными математиками М. Мерсенном\* и Ж. Дезаргом, особенно после переезда в Париж в 1631 году, и даже открыл алгебраическую кривую, названную улиткой Паскаля.



*Блез Паскаль (1623–1662)*

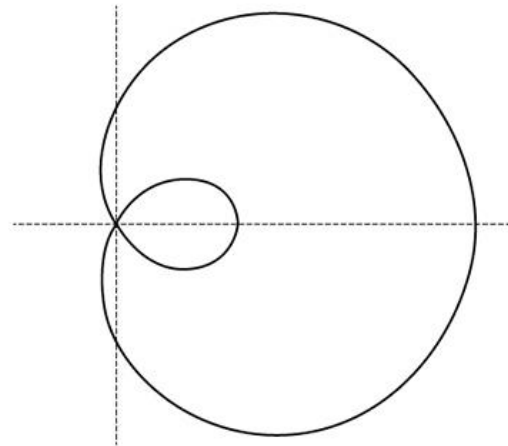
Несмотря на стремление отца ограничить ребёнка изучением латыни и греческого языка, в восьмилетнем возрасте Блез прочёл «Начала» Евклида, а в 16 лет напечатал своё исследование о конических сече-

---

\* Марн Мерсенн (1588–1648) – французский математик (числа Мерсенна  $M_n = 2^n - 1$ ), физик, нестандартный монах-францисканец, благодаря обширным связям названный «генеральным секретарём учёной Европы».

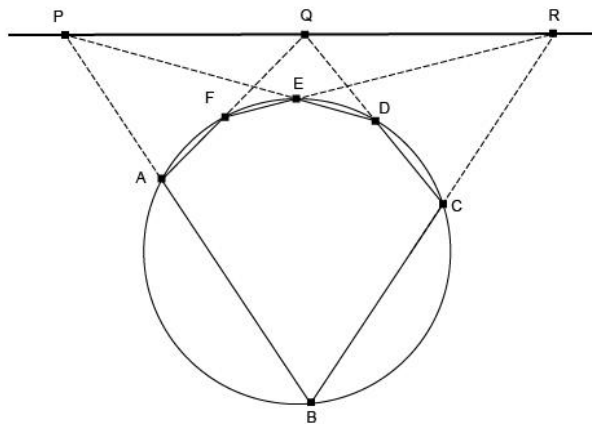
ниях (кривых, возникающих при сечении двуполого кругового конуса плоскостью), содержащее доказательство фундаментальной теоремы будущей проективной геометрии (если шесть любых точек конического сечения принять за вершины шестиугольника, то три точки пересечения противоположных сторон лежат на одной прямой).

Впереди были работы в сфере зарождающейся теории вероятностей, знаменитый треугольник Паскаля, основной закон гидростатики и, если бы не длительные уходы в область религиозной философии (в католической Европе ещё процветал орден иезуитов, в России боролись с раскольниками, после убийства Генриха IV во Франции возобновилась травля гугенотов), Пас-



*Улитка Паскаля*

$$(x^2 + y^2 + 2ax)^2 - 4a^2(x^2 + y^2) = 0$$



*Теорема Паскаля*

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	3	6	10	15	21	28	36		
1	4	10	20	35	56	84			
1	5	15	35	70	126				
1	6	21	56	126					
1	7	28	84						
1	8	36							
1	9								
1									

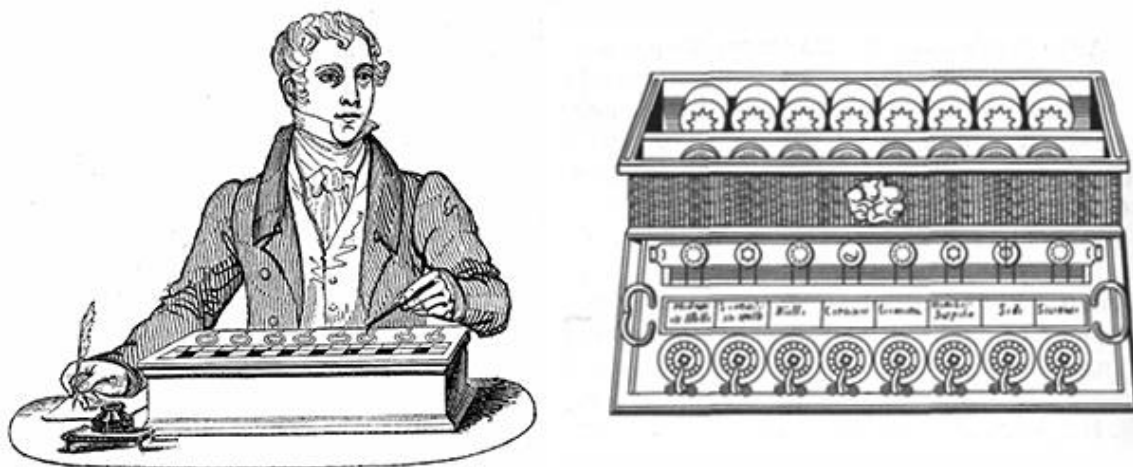
*Треугольник Паскаля*

каль стал бы основоположником интегрального исчисления.

Каков же вклад Паскаля в ту область, которую сегодня называют информатикой? В 1638 году Этьен Паскаль оказался замешанным в протесте держателей государственных рент, выплата которых прекратилась, и ему грозила Бастилия. Но всеильному кардиналу Арману Ришелье, ныне известному как персонаж романа А. Дюма, покровителю наук (только не для крестьян и солдат), автору трагедий для театра, пришла в голову фантазия, чтобы молоденькие девушки сыграли для него комедию с участием мадемуазель де Скюдери. Тринадцатилетняя сестра Блеза Жаклин, игравшая в спектакле, получила возможность обратиться

к кардиналу с просьбой простить отца. Милостивый Ришелье призвал того вместе с детьми и дал ему пост интенданта генеральства в Руане.

В 1640 году семья Паскалей переезжает в Руан, где отец Блеза занимался утомительными расчётами по распределению налогов. Помогаящий ему сын, осознавший неудобность традиционных способов вычислений, решил создать механическое устройство для упрощения расчётов. В 1642 году девятнадцатилетний Паскаль приступил к созданию суммирующей машины, а уже в 1645 представил канцлеру Сегье (поклонники Дюма помнят, что именно ему Людовик XIII поручал обыск Анны Австрийской) готовую модель машины и в 1649 году получил королевскую привилегию на счётную машину. В 1652 году в Малом Люксембургском дворце герцогини д'Эгийон на подобию научной конференции Паскаль продемонстрировал публике свою «паскалину». Уже месяц спустя поступила даже просьба от просвещённой шведской королевы Христины прислать экземпляр машины.



*Сумматор Паскаля*

В машину Паскаля, внешне выглядевшую как ящик с многочисленными связанными друг с другом шестерёнками, ввод слагаемых и вычитаемых значений проводился поворотом счётных колёс, на которых были нанесены деления от 0 до 9. Так при суммировании превышение цифры 9 обозначалось сдвигом соседнего колеса на 1 позицию. Увы, машина стоила довольно дорого и не сделала Паскаля богачом. К тому же она незначительно упростила финансовые расчёты. Дело в том, что заложенная в ней десятичная система счисления наткнулась на действовавшую во Франции систему расчётов в ливрах, су и денье (1 ливр = 20 су, 1 су = 12 денье).

Тот же хаос смешения многообразия систем счисления (не только в финансах, измерениях в пространстве и времени) наблюдался во всём мире. Так до сих пор при измерении расстояний используется не только

принятый в 1799 году во Франции эталон метра, но и миля, морская миля, ярд, фут, дюйм, а в финансах – смесь доллара, фунта стерлингов, шиллинга, гинеи и др.

Имя Паскаля увековечено не только благодарными представителями классической математики и физики. Его именем назван один из известных языков программирования, созданный Никлаусом Виртом (1969) и используемый для обучения молодёжи азам программирования, «способствующий хорошему стилю программирования, использующему структурное программирование и структурированные данные».

### 2.3. Готфрид Вильгельм Лейбниц

Готфрид Вильгельм Лейбниц – немецкий математик, физик, механик, совмещавший эту деятельность с занятиями философией, дипломатией и др.



*Готфрид Вильгельм Лейбниц  
(1646–1716)*

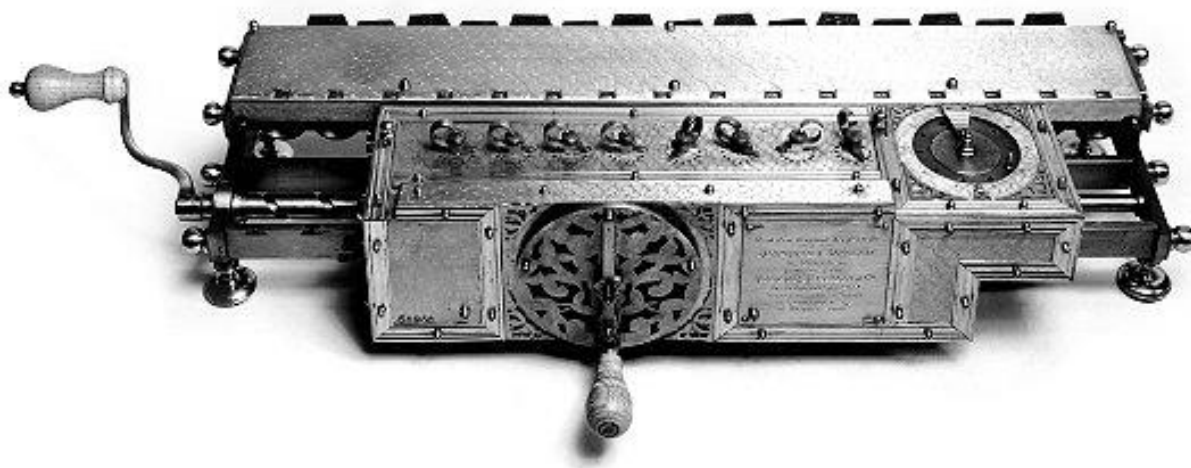
Если в эпоху Паскаля учёный мир общался друг с другом неформально и в переписке, то на пороге XVIII века возникли официальные Берлинская и Французская академии наук, Британское Королевское общество и др. Декартом, Паскалем, Ферма и другими великими математиками было подготовлено Высокое Возрождение не только в искусстве, но и в точных и естественных науках.

Но в истории имя Лейбница ассоциируется не с оформлением комбинаторики как науки, не с законом сохранения энергии и кинетической энергией, формальной логикой, а с математическим анализом – дифференциальным и интегральным исчислением (в 1676 году, одновременно и независимо от Исаака Ньютона). Примечательно, что последующие поколения и современный мир науки и образования пользуются удобной символикой и терминологией именно Лейбница, а не Ньютона.

Утверждают, что идея создания вычислительной машины появилась у Лейбница после знакомства с математиком и астрономом Христианом Гюйгенсом. Колоссальный объём вычислений, выполняемый им и его коллегами, подвинул Лейбница на создание устройства, облегча-

ющего такие расчёты: «... недостойно таких замечательных людей, подобно рабам, терять время на вычислительную работу, которую можно было бы доверить кому угодно при использовании машины».

В 1673 году на заседании Лондонского Королевского общества Лейбниц продемонстрировал собственную конструкцию арифмометра. Как и у Паскаля, сложение десятичных чисел выполнялось при помощи взаимосвязанных колёс. Добавленные здесь движущаяся часть и специальная рукоятка позволили ускорить повторяющиеся сложения и упростить умножение и деление. Можно было задавать и число повторных сложений. Конструктивно (ступенчатый валик и подвижная каретка) машина Лейбница превосходила машину Паскаля и служила образцом арифмометров вплоть до XX века. Что же касается заявлений в современной литературе о возможности элементарной механизации извлечения квадратных и кубических корней, то оставим их на совести авто-ров...



*Арифмометр Лейбница*

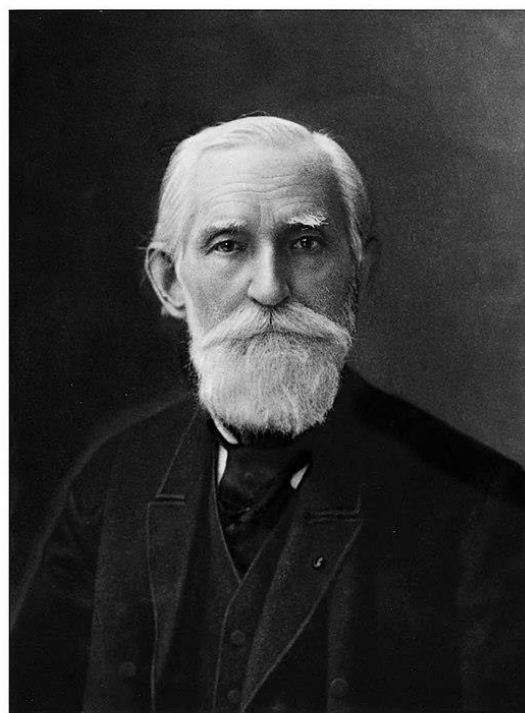
Любопытно, что эта машина послужила поводом для знакомства Лейбница с российским императором Петром Великим. Их мимолётное знакомство состоялось в 1697 году, когда Петр лишь помышлял об «окне в Европу», становлении наук и образования в стране. Поражение под Нарвой вызвало насмешки над «русским медведем» (в том числе и у Лейбница), но уже в 1711 году на свадьбе наследника престола Алексея Петровича с принцессой Брауншвейгской состоялась вторая встреча и год спустя, в итоге продолжительных встреч с Петром, Лейбниц получил титул тайного советника и солидный пенсион. Здесь была одобрена идея создания Петербургской Академии наук, организации научных исследований по европейскому образцу и распространения

наук в России. Такое общение продолжалось до смерти Лейбница в 1716 году.

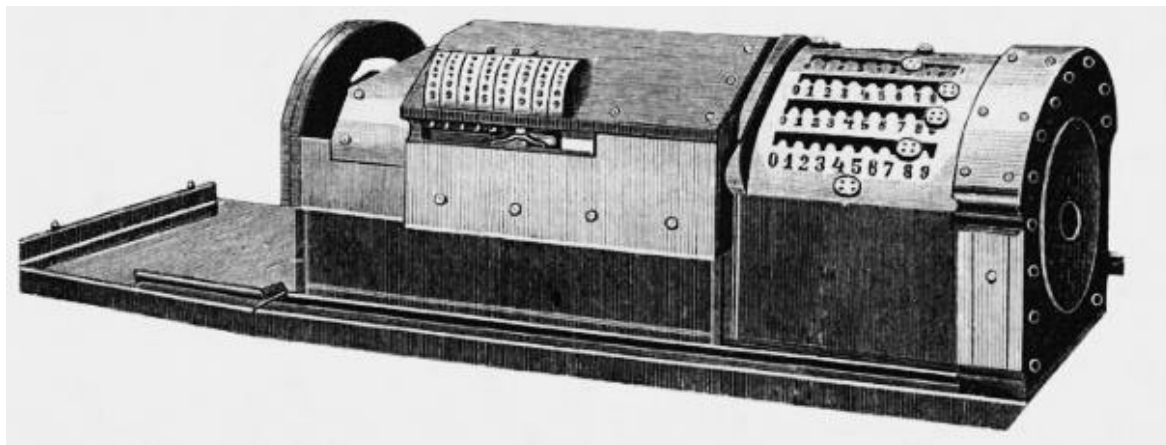
Любопытный факт. Один экземпляр арифмометра Лейбница был подарен (?) Петру Алексеевичу, который отправил его в подарок китайскому императору, желая удивить европейскими техническими достижениями. Какова судьба этого подарка, история умалчивает.

## 2.4. Пафнутий Львович Чебышёв

П. Л. Чебышёв, выдающийся русский математик и механик, занимал видное место не только в российской, но и мировой науке (удостоен членства в Парижской и Берлинской академиях наук, Лондонском Королевском обществе и других европейских научных обществах). Получив лишь домашнее образование, в шестнадцать лет он поступает на физико-математический факультет Московского университета и с 1841 года начинает свой путь в большой науке – магистерская диссертация «О теории вероятности» (1845), докторская диссертация «Об интегрировании иррациональных дифференциалов» (1849), карьера от приват-доцента до ординарного академика. Имя Чебышёва знакомо практически всем математикам и механикам.



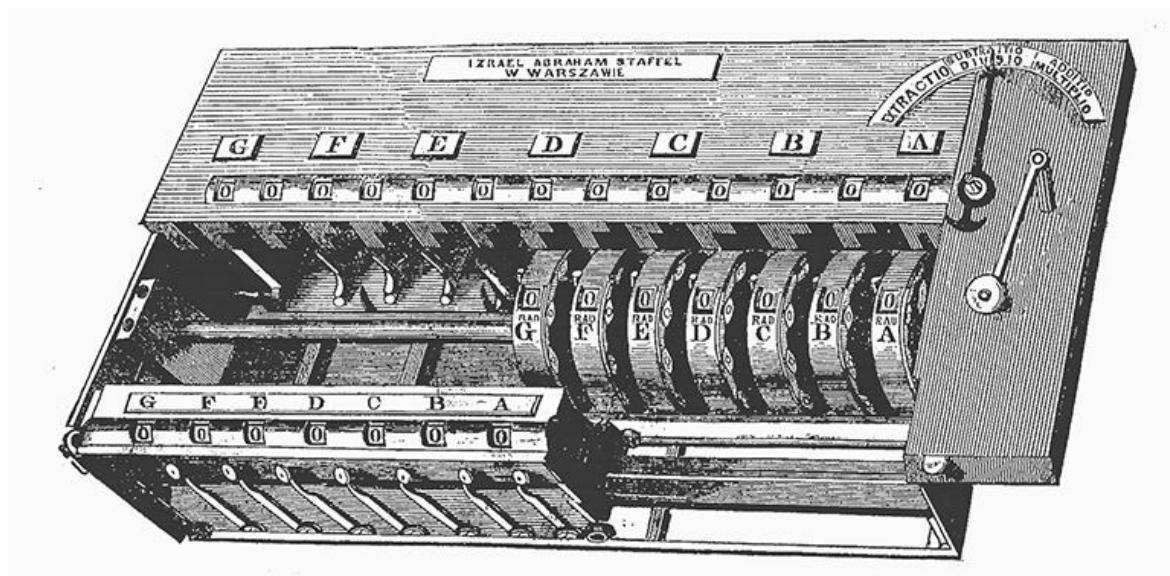
*Пафнутий Львович Чебышёв*  
Пафнутий Львович Чебышёв  
(1821–1894)



*Арифмометр Чебышёва*

Не забывая о значительных работах в алгебре («Теория сравнения»), в прикладном математическом анализе (ортогональные многочлены Чебышёва, квадратурная формула Чебышёва, способ интерполирования), следует заметить интерес к чисто прикладным задачам математики и механики: «О черчении географических карт», «О центробежных уравнивателях», «О зубчатых колесах», «О механических параллелограммах», раскрой тканей, механизм для преобразования прямолинейного движения во вращательное (полёт снаряда) и «суммирующий аппарат с непрерывной передачей десятков» с приставкой (1881) для умножения и деления, где впервые была достигнута автоматизация выполнения всех арифметических действий (арифмометр Чебышёва).

Вообще XIX век не страдал отсутствием инженерной мысли в сфере механизации вычислений. В 1845 году на промышленной выставке в Варшаве и год спустя в Санкт-Петербургской академии наук была продемонстрирована механическая вычислительная машина часового мастера Израэля Штаффеля (1814–1884), возможности которой ограничивались только сложением и вычитанием. По рекомендации известных математика В. Я. Буняковского и изобретателя буквопечатающего телеграфного аппарата Б. С. Якоби машина была удостоена Демидовской премии, и император Николай I приказал выдать автору 1500 рублей серебром. На Первой Всемирной промышленной выставке в Лондоне был удостоен медали и модернизированный вариант машины Штаффеля. Это уже была тринадцатиразрядная машина, выполнявшая все арифметические действия, возводившая числа в степень и извлекавшая квадратный корень.



*Машина Штаффеля*

В истории отечественной вычислительной техники заслуживают упоминания «самосчёты» В. Я. Буняковского – своеобразная попытка усовершенствования русских счётов. В этом приборе допускалось сложение большого числа двузначных слагаемых, не превышающих четырнадцати. Прибор состоит из вращающегося латунного диска, укрепленного на доске, и неподвижного кольца с  $n$  числами (от 1 до 99). Прибор получил широкую известность скорее всего благодаря авторитету его изобретателя – академика В. Я. Буняковского.



*Виктор Яковлевич Буняковский  
(1804–1889)*

## **2.5. Вильгодт Теофилович Однер**

В. Т. Однер, швед по национальности, сотрудник Санкт-Петербургской экспедиции ценных бумаг, был автором многих любопытных изобретений (машинка для набивания папирос, турникеты, механический способ нумерации денежных знаков, механический ящик для тайного голосования), но едва ли его имя сохранилось бы в истории России.



*Вильгодт Теофилович Однер  
(1846–1906)*

Арифмометр уже не вызывал того восторга публики, характерного для суммирующей машины Паскаля. Деловая Россия, наряду с русскими счётами, вооружилась арифмометрами системы К. Томаса. Но они, как и все их предшественники (не уникальные экземпляры, а итоги серийного производства), были тяжеловесны и не отличались

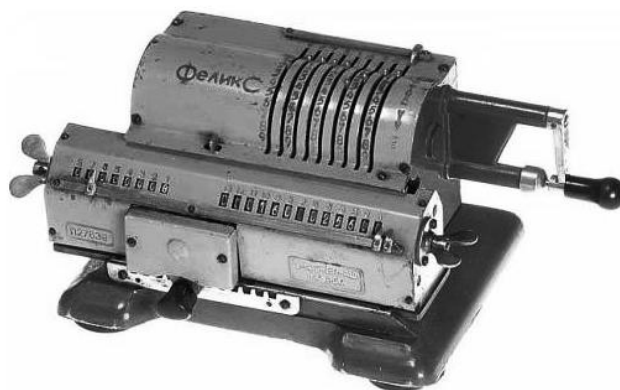
надёжностью в работе. Хотя в 1875 году конструкция уже была готова, организовать массовый её выпуск Однер смог только в 1890 году (с 1987 года клеймо «Механический завод В. Т. Однер, С.Петербург»). В новом арифмометре применялись зубчатые колёса с переменным числом зуб-



цов (колесо Однера) вместо ступенчатых валиков Лейбница. Упростилась его конструкция и уменьшились габариты. Вершиной признания заслуг Однера была медаль Всемирной выставки в Париже (1900) и тот факт, что до 1917 года было выпущено свыше 20 000 его арифмометров.



*Арифмометр Однера*



*Арифмометр «Феликс»*

Естественно, что после революции завод-изготовитель был национализирован, наследники Однера эмигрировали и производство арифмометров прекратилось. Возобновилось же оно в 1929 году на механическом заводе имени Ф. Э. Дзержинского в Москве под маркой «Оригинал Однер», а с 1931 года – под маркой «Феликс». Эта счётная машина (модификация арифмометра Однера) работала с набором из чисел, состоящих, максимум, из девяти знаков (ввод перемещением рычажков вверх-вниз), и тринадцатизначными ответами (до восьми знаков для частного при делении). Исключительная надёжность и неприхотливость «Феликса» (имеются тысячи примеров работоспособности до сего дня этих машин довоенного выпуска) обеспечила его выпуск заводами счётных машин в городах Курске, Пензе и Москве до 1978 года в количестве несколько миллионов.

## **2.6. Электромеханические арифмометры**

На смену механическому арифмометру в тридцатые годы начали приходить электромеханические. Одной из первых ласточек была немецкая *полноклавишная электромеханическая вычислительная машина Rheinmetall*. Это был уже не скромный «Феликс», а солидная настольная машина, предназначенная для сложения, вычитания, автоматического умножения и полуавтоматического деления. На памяти самого старшего из авторов, у этой великолепной по удобству и сверхнадёжности машины был «маленький недостаток» – когда она работала на третьем этаже Томского университета, её слышали на первом.

Б. А. Гладких [2] вспоминает: «Особое впечатление произвела немецкая Zoemtron тем, что она совершенно самостоятельно, с ужасающим треском и лязганьем, производила деление многозначных чисел. Любимым занятием было заставить её делить на нуль и посмотреть, что из этого получится. Машина не замечала подвоха и продолжала греметь шестерёнками до тех пор, пока нажатием специальной клавиши не останавливали это пустое занятие». Старший из авторов, принимавший участие на таких занятиях в разных качествах, вспоминает, что это доставляло удовольствие студентам, но не преподавателям, ведущим практически занятия.

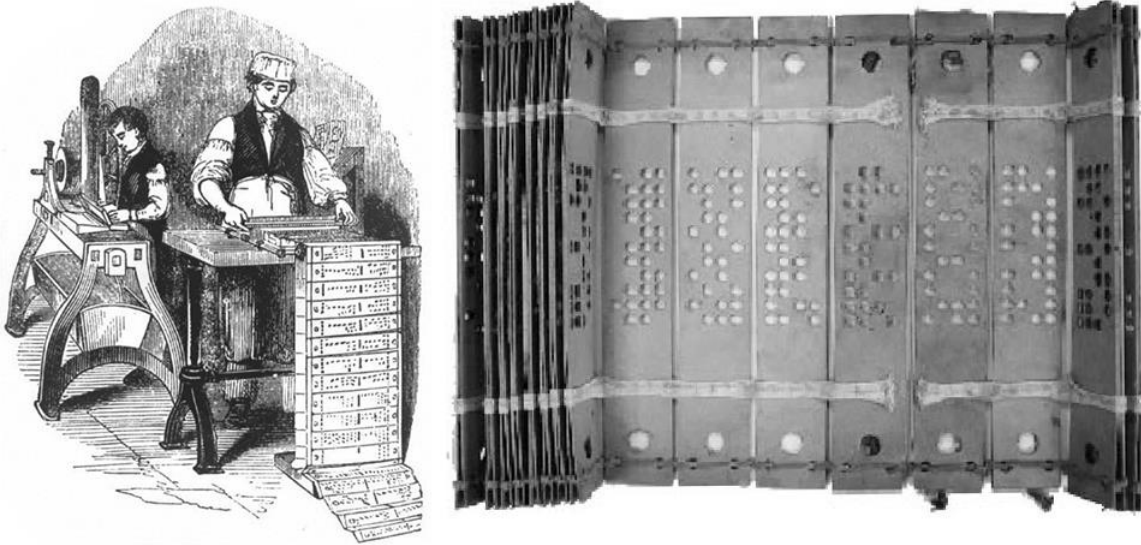


*Вычислительная машина Rheinmetall*

При всём уважении к отечественному производителю, за годы знакомства с докомпьютерной техникой от «Суперметалла» (постоянное заедание каретки) до бесшумной ВК-3 (требовавшей для обслуживания штат ремонтников) самому старшему автору этих строк не довелось встретить сопоставимые по надёжности с «Феликсом» и «Rheinmetall».

Современный калькулятор сменил свою начинку, стал электронным, «похудел» до карманного, но не избавил пользователей от необходимости при нетривиальных вычислениях записывать промежуточные результаты на бумагу.

## Глава 3. НА ПУТИ К АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫЧИСЛЕНИЯМ



*Перфокарты Жаккарда*

Начало XIX века знаменовалось не только Французской революцией и победами Наполеона, но и взлётом интереса к науке, началом академического образования, свободного от рамок религии, уникальным рывком в развитии математической мысли (французская математическая школа создала ей колоссальный задел на столетие), первыми паровозами и пароходами. Продолжалось совершенствование конструкции и возможностей арифмометров. Не было идеи, которая позволила бы перейти от последовательности отдельных операций к автоматическому её выполнению без человеческого фактора. Идея пришла неожиданно, из другой сферы науки и техники.

### 3.1. Перфокарты Жаккарда

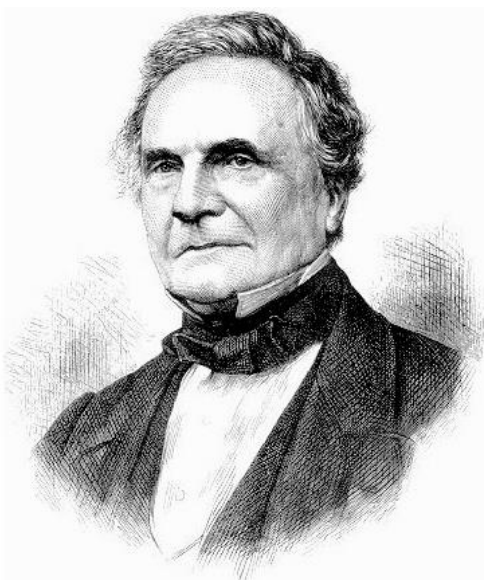
Французский изобретатель Ж. М. Жаккард придумал способ автоматического контроля за нитью при работе на ткацком станке. Использовались специальные карточки с просверленными в нужных местах (в зависимости от узора, наносимого на ткань) отверстиями. Работа программировалась при помощи колоды перфокарт, каждая из которых управляла одним ходом челнока.



*Жозеф Мари Жаккард  
(1752–1834)*

### 3.2. Чарльз Бэббидж и проект АЦВМ будущего

Идея программного управления вычислительным процессом принадлежит английскому математику Чарльзу Бэббиджу. Как утверждают



*Чарльз Бэббидж  
(1791–1871)*

историки, Чарльз Бэббидж был разносторонним человеком. Среди его изобретений – тахометр (прибор для измерения частоты вращения деталей), спидометр, офтальмоскоп, сейсмограф, устройство для наведения орудий, оборудование для обработки металла, приспособление для сброса случайных предметов с железнодорожного пути. Он был одним из основателей Лондонского статистического общества, составил первые надёжные страховые таблицы, занимался исследованием электромагнетизма, шифрованием, оптикой. Именно Ч. Бэббидж определил, что ширина колец на спиле дерева зависит от погодных условий.

За работу «Экономика технологий и производств» (*Economy of Machines and Manufactures*, 1834) наши современники объявляют его чуть ли не творцом науки «исследования операций». Ч. Бэббидж – инициатор реформы математического образования в Кембридже, где проработал двенадцать лет профессором математических наук (убедившись в низком уровне английского образования в этой сфере), и в других университетах Британии. Член различных научных обществ и даже иностранный член-корреспондент Петербургской Императорской академии наук (1832). В круге общения Бэббиджа были знаменитые учёные Джон Гершель, Фуко, Александр Гумбольдт, Юнг, Фурье, Пуассон, Бессель, Чарльз Дарвин и др.

Вместе с тем, Бэббидж получил известность и своей вздорной борьбой против уличных музыкантов. Занимался он попытками математического доказательства существования Бога и божественным происхождением живых существ (по-видимому, в пику современнику Чарльзу Дарвину).

Но безусловную известность и память среди потомков Ч. Бэббиджу принесла разработка вычислительных машин. Идея механизма для автоматизации сложных вычислений посетила его в 1812 году. Возможно, что на эту мысль его натолкнуло знакомство с популярными, но не отличавшимися большой точностью таблицами логарифмов с их многочисленными ошибками. Тем более занятия астрономией, извест-

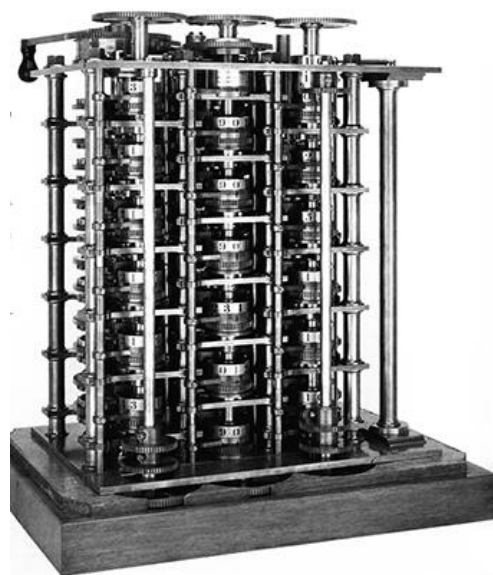
ной сложной расчётной базой, привели его в 1819–1822 гг. к созданию так называемой малой разностной машины.

Машина была механической, состояла из валиков и шестерёнок, вращаемых вручную, оперировала восемнадцатиразрядными десятичными числами с точностью до восьми знаков после запятой и обеспечивала скорость вычислений двенадцать членов последовательности в минуту. Математическая база машины использовала аппроксимацию функций алгебраическими многочленами до шестого порядка с использованием конечных разностей. Хотя за создание малой разностной машины Ч. Бэббидж был удостоен золотой медали Астрономического общества, эта машина была лишь экспериментальной и непригодной для больших вычислений. Поэтому в 1822 году Бэббидж задумал создать большую разностную машину и получил от Королевского и Астрономического обществ субсидию в 1500 фунтов стерлингов. Но технические возможности того времени таковы, что уже к 1827 году эти королевские и личные (более 1000 фунтов) деньги были потрачены. И только в 1830 году Бэббидж получил от правительства ещё 9000 фунтов. Приостановленные в 1834 году в ожидании финансирования работы были окончательно прерваны в 1842 году, машина так и не была достроена (в 1854 году шведский изобретатель Георг Шутц по чертежам Бэббиджа построил несколько разностных машин).

В 1834 году Бэббидж задумал проект аналитической машины для решения широкого ряда задач (прообраз современного компьютера). В аналитической машине Бэббидж предусмотрел склад (store), мельницу (mill), управляющий элемент (control) и устройства ввода-вывода.

Склад (ныне именуется *памятью*) предназначался для хранения как значений входной числовой информации, так и результатов выполнения операций (до тысячи тридцатизначных чисел).

Мельница, фабрика (*арифметическое устройство*, часть современного процессора) служила для производства операций над переменными (здесь появилась идея регистров для хранения промежуточных результатов без отправки в память).



*Разностная машина  
Ч. Бэббиджа (реконструкция)*

Контроллер управлял последовательностью выполнения операций, отправкой информации в склад и обратно и выводом результатов. Последовательность выполнения операций и числовые данные считывались с перфокарт (операционных и карт переменных).

По замыслу Ч. Бэббиджа, аналитическая машина должна была иметь печатающее устройство и устройство вывода на перфокарты.

Все перечисленные устройства послужили идеологической базой для конструкторов первых ЭВМ, из которых, благодаря простой и гениальной идее Джона фон Неймана хранения программы в памяти машины, выросли современные компьютеры.

Движущей силой предполагался паровой двигатель. Проектные размеры машины были солидны (30 м в длину, 10 м в ширину и 4,5 м в высоту). Справедливости ради, заметим, что габариты наших первых ЭВМ лишь немного отличались от неё (при первом взгляде на любимую поколением первых советских программистов ЭВМ «Стрела» в машинном зале МГУ зрителя охватывало чувство трепета и восторга).

Аналитическая машина при жизни Ч. Бэббиджа не была построена. В 1851 году Бэббидж писал: «Все разработки, связанные с аналитической машиной, выполнены за мой счёт. Я провёл целый ряд экспериментов и дошёл до черты, за которой моих возможностей не хватает. В связи с этим я вынужден отказаться от дальнейшей работы». После его смерти сын, Генри Бэббидж, в 1906 году построил по чертежам отца действующую модель аналитической машины, включающую арифметическое устройство и устройство для печати результатов.

### 3.3. Ада Лавлейс

5 июня 1833 года состоялось знакомство Ч. Бэббиджа с Адой Лавлейс, которая стала его другом, помощником и единственным единомышленником. Именно ей мы обязаны знакомством с конструкцией аналитической машины.

Ада Августа Кинг графиня Лавлейс (дочь Джорджа Байрона, так и не увидевшая отца после развода родителей в 1816 году) унаследовала от матери своё увлечение математикой. Даже выйдя замуж и будучи матерью трёх детей, она не отрёклась от этого необычного для леди увлечения.



*Ада Августа Лавлейс  
(1815–1852)*

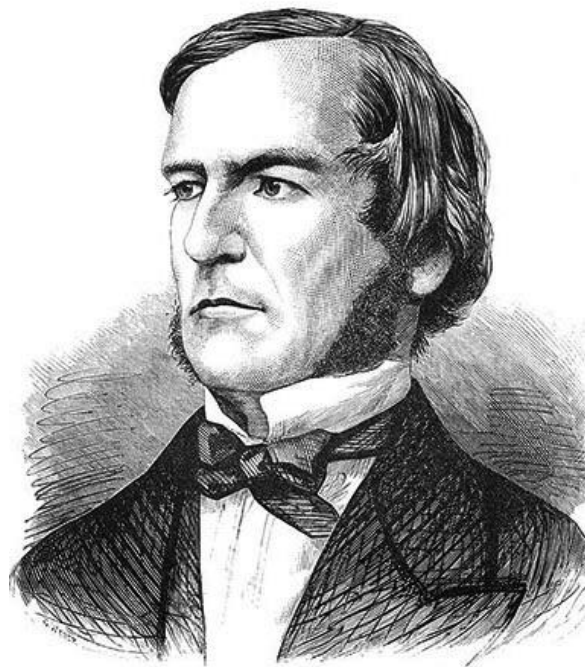
В 1842 году Бэббидж по приглашению математика Джованни Плана из Туринского университета рассказал о своей аналитической машине. Прочитанную лекцию молодой инженер Луиджи Менабреа (будущий премьер-министр Италии) записал и опубликовал на французском языке. По просьбе друга Бэббиджа Ч. Уитстона графиня Лавлейс не только перевела эти записи на английский, но и сопровождала публикацию пятьюдесятью двумя страницами комментариев. Описав в этой работе алгоритм вычисления чисел Бернулли на аналитической машине, она стала автором первой в истории компьютерной программы. У неё впервые появились термины «цикл» и «рабочая ячейка» и предвидение, что аналитическая машина будет способна создавать алгебраические формулы, в перспективе – писать музыку, рисовать картины, «укажет науке такие пути, какие нам и не снились».

В 1975 году Министерство обороны США приняло решение о начале разработки универсального языка программирования, стандарт которого получил имя «АДА».

### 3.4. Джордж Буль, символическая логика и Э. Л. Войнич

Среди имен математиков, физиков, изобретателей XIX века, подготовивших научно-технический рывок следующего столетия, особое место занимает скромный английский математик и логик, профессор математики Королевского колледжа Корка Джордж Буль.

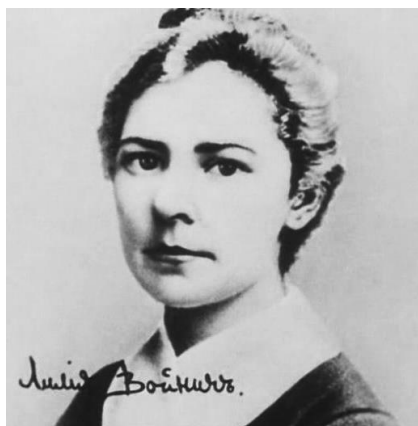
Джордж Буль родился и вырос в семье небогатого ремесленника, увлечённого наукой, но заведомо неспособного обеспечить сына кругом интеллектуалов, подобных родителям Б. Паскаля или Ч. Бэббиджа. Только к семнадцати годам Буль дошёл до высшей математики, уже работая помощником учителя в частной школе. Его частная жизнь не представляет особого интереса для широкой публики. Можно



*Джордж Буль (1815–1864)*

лишь заметить, что его жена Мэри Эверест была племянницей знаменитого географа Джорджа Эвереста (его именем названа вершина Гималаев), а пятая дочь стала замечательной английской писательницей Этель Лилиан Войнич. Позволив себе «лирическое отступление», напомним

читателю, кем была известнейшая в царской России и Советском Союзе (и не только) эта женщина.



*Этель Лилиан Войнич  
(1864–1960)*

Не испытав особых радостей в детстве (мать, после смерти мужа, воспитывала пятерых дочерей), в 1882 году Этель начала изучать музыку в берлинской консерватории как пианистка. Вернувшись в Лондон, она присутствовала на собраниях русских эмигрантов, среди которых был революционер-народоволец, писатель и публицист Сергей Степняк-Кравчинский (1851–1895), убивший кинжалом в 1878 году шефа жандармов Мезенцова и много рассказывавший ей о своей родине. В 1887 году Этель поехала туда и два года проработала в России гувернанткой и преподавательницей музыки и английского языка в семье Веневитиновых в Воронежской губернии.

В 1902 году она вышла замуж за бежавшего из сибирской ссылки народовольца М. В. Войнича.

В итоге общения с Кравчинским и знакомства с биографиями великих итальянских патриотов Джузеппе Гарибальди и Джузеппе Мадзини Войнич написала свой всемирно известный роман «Овод». В 1897 году он был издан в США и Англии, а в следующем году в России, где имел грандиозный успех. В последующие годы Войнич написала другие книги, в том числе «Прерванная дружба» («Овод в изгнании»), переводила Гоголя, Лермонтова, Шевченко, Гаршина и других писателей, создала несколько музыкальных произведений. В 1945 году она написала свою последнюю книгу «Сними обувь твою».

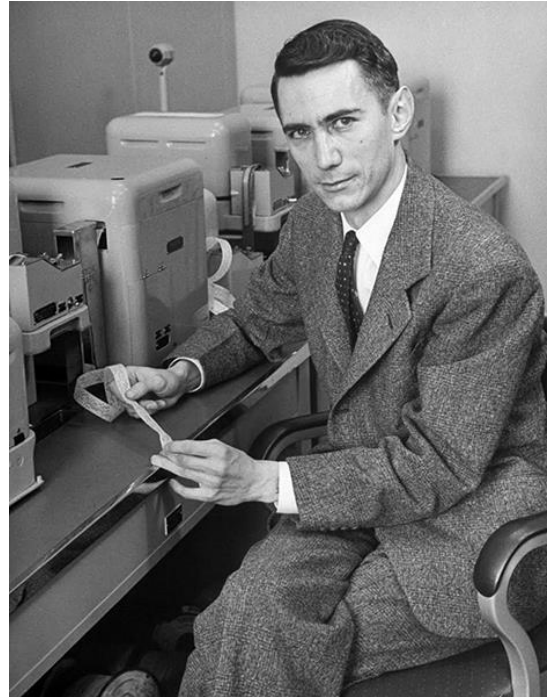
В 1931 году Войнич поселилась в США и не ведала о популярности «Овода» в СССР, огромных тиражах, замечательном кинофильме, о том, что его читают миллионы советских школьников. И с восторгом узнали советские читатели только в 1957 году, что легендарная Войнич жива, из очерка «Наш друг Этель Лилиан Войнич» в библиотеке «Огонька», написанного разыскавшей её в США Евгенией Таратутой (1912–2005), замечательным литературоведом и журналистом. Невероятный случай, но по предложению Союза писателей и Министерства культуры ЦК КПСС принял решение о выплате гонорара в сумме 15000 долларов проживающей в США писательнице за многочисленные издания «Овода» в СССР.

Возвращаясь к рассказу о Джордже Буле, заметим, что он был автором многочисленных работ, о тематике которых можно судить по заголовку трактата «Исследование законов мышления, на которых осно-



выводятся математические теории логики и вероятностей» (1854). Буль увидел аналогию между символическим методом алгебры и символическим методом представления логических конструкций, возможность вывода из множества высказываний некоторого следствия путём чисто символических преобразований. Тем самым он стал творцом символической (математической) логики (булевой алгебры).

Буль с гордостью говорил, что он изобрёл такую абстрактную и изящную алгебру, которая никогда не будет востребована для практических задач. Но он ошибся. Много лет спустя Клод Шеннон, создатель теории информации, в магистерской работе «Символический анализ релейных и переключательных схем» (1940) показал возможность реализации логических вычислений в электрических цепях с использованием



*Клод Элвуд Шеннон  
(1916–2001)*

использованием булевой алгебры при проектировании цифровых схем.

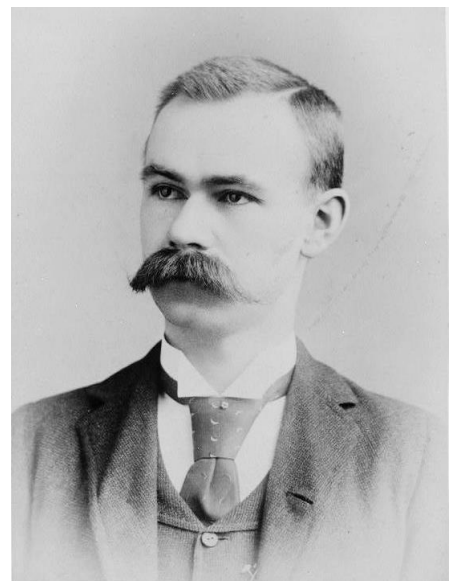


*Виктор Иванович  
Шестаков (1907–1987)*

Поскольку цифровые цепи составляют основу современной вычислительной техники, то алгебра Буля послужила одним из краеугольных камней в фундаменте кибернетики.

Независимо от Шеннона, при разработке своей теории релейно-контактных схем советский логик и электротехник-теоретик Виктор Шестаков из МГУ в 1935 году в тех же целях использовал булеву алгебру (защита диссертации состоялась в 1938 году, а публикация статьи, излагавшей его идею, лишь в 1941 году) [5].

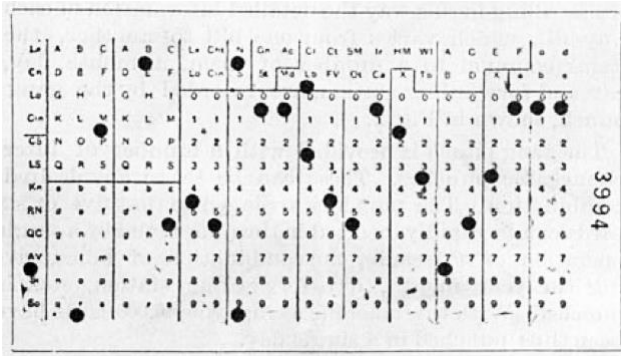
Независимо от Шеннона, при разработке своей теории релейно-контактных схем советский логик и электротехник-теоретик Виктор Шестаков из МГУ в 1935 году в тех же целях использовал булеву алгебру (защита диссертации состоялась в 1938 году, а публикация статьи, излагавшей его идею, лишь в 1941 году) [5].



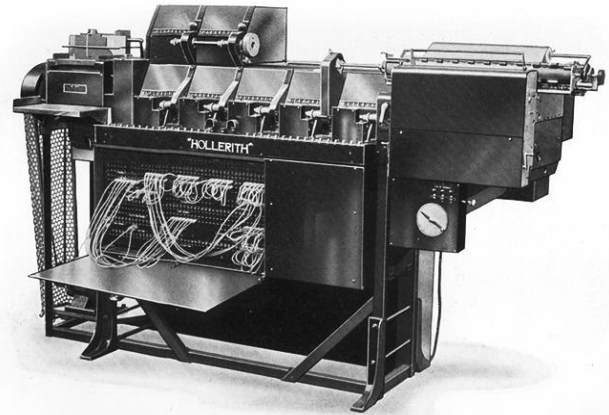
*Герман Холлерит (1860–1929)*

### 3.5. Герман Холлерит и табулятор

Другой знаковой фигурой в истории вычислительной техники был американский инженер Герман Холлерит, получивший в 1884 году патент «на машину для переписи населения» с представлением данных на перфокартах. С помощью этой машины проводилась перепись населения США в 1890–1900 годах.

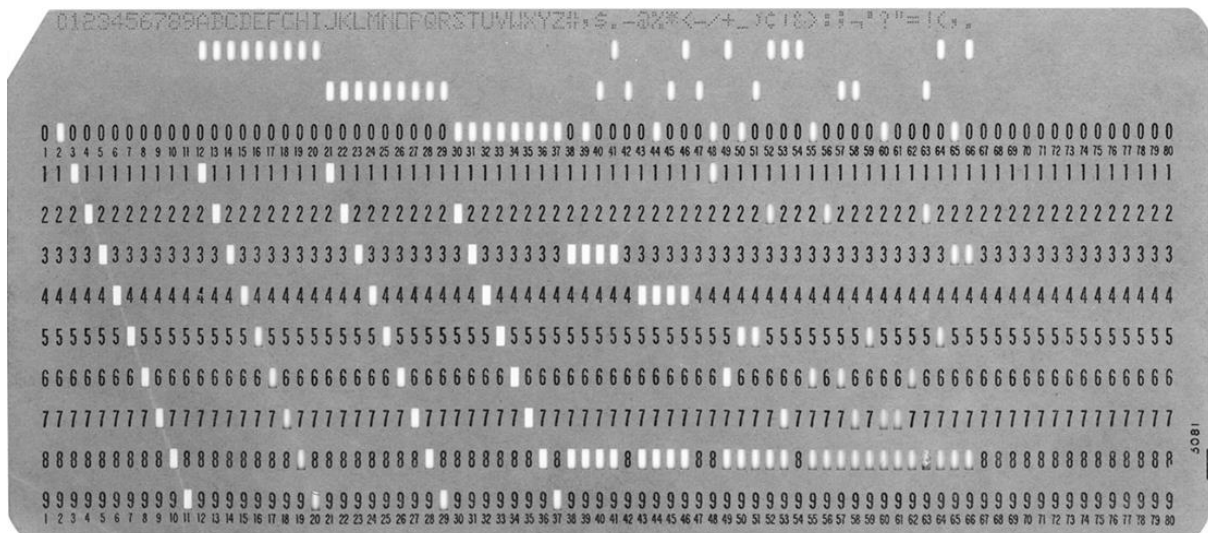


*Перфокарта Холлерита*



*Табулятор Холлерита*

Машина представляла собой электрическую табулирующую систему – сортировальную машину, выполняющую сортировку пакета перфокарт с информацией в виде перфораций по заданной группе признаков. Табулятор принимал карты, где было двенадцать рядов по двадцать позиций в каждом. При считывании информации с перфокарты двести сорок игл пронизывали её, и там, где игла попадала в отверстие, замыкался электрический контакт, и соответствующий счётчик увеличивался на единицу.



*80-колодная перфокарта для ЭВМ*

Идея использования перфокарт как носителя цифровой информации сохранялась столетие до появления ЭВМ с дисплеем и прямым доступом к памяти с клавиатуры. До шестидесятых годов XX столетия та-

булятор Холлерита использовался в структуре машинно-счётных бюро всего мира. Созданная в 1896 году Холлеритом фирма (с 1924 года известна под именем IBM – International Business Machines) станет одним из крупнейших в мире производителей аппаратного и программного обеспечения.

«Никакая электроника сама по себе ничего нового не даёт, так как в калькуляторах (механических или электронных) не реализован фундаментальный принцип, который собственно и превратил калькулятор в компьютер, – принцип программного управления» [2]. Осознание этого принципа Бэббиджем не было подкреплено надлежащим уровнем технической базы, перфокарта оказалась полезной находкой для ограниченного круга вычислений, да и не сразу была осознана необходимость его расширения. Было ещё далеко до фантастического взлёта техники вычислений и её производных уровня середины XX века, дискуссий на тему «Может ли машина думать» и науки, которую называли информатикой.

### **3.6. Наука и общество**

Развитие искусств, наук и техники неотделимо от состояния общества, уровня образованности и, в значительной мере, отношения власти имущих к их потребностям.

Рафаэль не явил бы миру «Сикстинскую мадонну» без финансового покровительства римского папы Юлия II.

Эйлер едва ли смог столь плодотворно работать без поддержки недолголюбивавшего его Фридриха II и русских императриц Елизаветы Петровны и Екатерины II.

Неизвестно, кто бы первым создал атомную бомбу, если бы не своевременное обращение А. Эйнштейна к Рузвельту и наличие в США европейских учёных, бежавших от фашизма.

Почему Передняя Азия за столетия не явила миру ни одного значимого математика или скульптора?

Почему на страницах этой книги читатель видит многократные упоминания имён французских математиков, редко российских и никогда испанских? Почему, согласно доносам, в Томском университете в 1948 году профессор П. П. Куфарев и доцент Г. А. Бюлер в лекциях на мехмате излишне часто ссылались на французских математиков?

Сделаем краткий экскурс в историю Европы и Северной Америки XIX и начала XX веков, определивших научно-технический прогресс, приведший нас к благам и бедам наших дней. Экскурс в обстановку, потребовавшую и обеспечившую развитие вычислительной техники.

## Глава 4. НА ГРАНИ ВЕКОВ

### 4.1. Исторические факты

У Стефана Цвейга (1881–1942) есть изумительный сборник новелл «Звёздные часы человечества», рассказывающий о завоевании Византии турками (1453), борьбе за Южный полюс между Р. Амундсенем и капитаном Р. Скоттом (1912), золотой лихорадке в Калифорнии (1848), битве при Ватерлоо (1815), возвращении в Россию В. Ленина (1917), начале телеграфной связи между Европой и Америкой (1854) и других событиях, изменивших ход истории.

XIX век и канун XX насыщены событиями, быть может, не всегда звёздными, прозаическими для современников, но определившими жизнь человечества в наши дни. Наш современник летит из Москвы в Буэнос-Айрес в комфортабельном самолёте, смотрит по телевизору биржевые новости, по телефону общается с исполнительным директором своего концерна и возлюбленной, даёт указание организовать хакерскую атаку на конкурента. Его знакомые совершенствуют электронную начинку истребителя нового поколения или организацию защиты АЭС, передают метеопрогноз телевизионщикам, дешифруют сообщения враждебных и дружественных разведок, ищут оптимальную траекторию спуска космического корабля, ведут 1С:Бухгалтерию небольшой фирмы для пополнения скудного основного заработка в сфере образования или попросту набирают этот текст на клавиатуре персонального компьютера. Откуда появились эти возможности? Кто в этом виноват? Кто-Где-Когда-Зачем?

Замечательный советский писатель и литературовед Ю. Н. Тынянов (1894–1943), автор романов «Кюхля» (о В. Кюхельбекере), «Смерть Вазир-Мухтара» (о А. С. Грибоедове) и «Пушкин», повести «Подпоручик Киж» и других исторических повестей о России первой четверти XIX века, писал, что «документ даёт лишь толчок, побуждение к развитию авторского вымысла». И, тем не менее, здесь факты, только факты, которые читатель, способный отделить факты от спекуляций в угоду текущему моменту, может найти в многотомных исторических документах.

Большинство приведённых ниже фактов связано с историей Государства Российского, ибо, как писал В. Маяковский («Прощанье», 1925), «Я хотел бы жить и умереть в Париже, если б не было такой земли — Москва».

## 4.2. XIX век начинается

О стыд! О ужас наших дней!  
Как звери, вторглись янычары!..  
Падут бесславные удары...  
Погиб увенчанный злодей.  
*А. С. Пушкин. Вольность. 1817*

12 марта 1801 года «Умолк рёв Норда сиповатый, Закрылся грозный, страшный взгляд» (по Державину). Заговорщики во главе с графом Паленом, Беннигсеном, братьями Зубовыми, к удовольствию английского посла, наносят «апоплексический удар» императору Павлу I, оскорблённому предательством австрийцев и предложившему Людовику XVIII со свитой искать пристанища вне России, и приказывают его старшему сыну Александру: «Довольно ребячиться, идите царствовать».

На троне воспитанник республиканца Ф. Лагарпа. Обещания либеральных реформ. «Выскочке» и «поповскому сыну» М. М. Сперанскому, к негодованию «высшего света», в 1806 году поручается выработать план государственного преобразования законодательных, судебных и исполнительных административных учреждений.

Министерство народного образования. Университетский устав 1804 года (светское образование, внесословность, бесплатность обучения, деление на четыре факультета: физико-математический (!), медицинский, историко-филологический, юридический). Новые университеты: Харьковский (1803) и Казанский (1804). Уровень образования, не уступающий европейскому. Царскосельский лицей (1811), первый выпуск которого в 1817 году дал России будущих основоположника русского литературного языка А. С. Пушкина, «великого канцлера» А. М. Горчакова, декабристов В. К. Кюхельбекера и И. И. Пущина, мореплавателя Ф. Ф. Матюшкина. Увы, ни одного математика или физика.

Тем временем утихли страсти Французской революции. Её генералы (дети бондарей и сапожников) под лозунгом «Пусть дрожат коронованные тираны, пронесём наши знамёна над Европой! Священна к Родине любовь!» разгромили армии враждебных коалиций. Римский папа Пий VII возлагает корону на голову прославленного генерала Наполеона



*Александр I и Наполеон.  
Гравюра 1808 года*

Бонапарта (1804). Сенатским указом «управление республикой поручается императору».

Австрийские и английские «друзья» привлекают Россию к антифранцузской коалиции, закончившейся Аустерлицем (1805), избавившим Александра от иллюзии обладания полководческим талантом. Полный разгром Пруссии, королева Луиза умоляет Наполеона о милосердии. Тильзитский мир (1807) и свидание в Эрфурте (1809). Франко-русский союз. Битва при Ваграме (1809) – очередное фиаско Австрии, не желающей быть третьесортной державой, и германских «государств», число которых Наполеон уменьшил с 1900 до 39. Континентальная блокада Англии и недовольство крупных буржуа обеих сторон.

Изобретатель парохода Р. Фултон предлагает Наполеону оснастить корабли паровыми машинами: «Великий человек, если Вы окажете мне поддержку,... Вы сможете иметь самый большой и могущественный флот в мире» (1804). С подачи учёных скептиков Наполеон отвергает предложение, и флоты великих держав долго оставались парусными (в 1813 году Александр I даёт Фултону право на постройку пароходов в России, но и спустя сорок лет военный флот страны был парусным).

Наследие Паскаля, Декарта, Ферма и других прославленных учёных – французская физико-математическая школа продолжила своё славное существование. Основанная Г. Монжем\* и Л. Карно\*\* в 1794 году знаменитая Политехническая школа для подготовки инженеров с сильным математическим уклоном становится символом прогресса и образцом для европейской высшей школы на столетия [6]. По её примеру и указу Наполеона в последующие годы точные науки во Франции стали приоритетными в системе образования. Профессорам указано «читать лекции стоя, не по запискам, допускать вопросы от обучаемых, но не превращать лекцию в бесполезные обсуждения».

В школе работал и Жан Батист Фурье. С итогами его трудов сегодня имеет дело каждый прикладной математик (преобразование Фурье, аппроксимация по Фурье). Первыми учениками школы были знаменитые учёные: математик С. Пуассон, физик О. Френель, химик Л. Гей-Люссак, астроном Ф. Араго. Хотя воспитанники школы подчас вступали

---

\* Гаспар Монж (1746–1818) – французский математик, создатель начертательной геометрии – инструмента для инженеров на все времена, по воле времени министр военно-морского флота и колоний (1792), республиканец, участник Египетского похода, «человек, к которому Наполеон относился с бескорыстной и выдержанной дружбой».

\*\* Лазар Карно (1753–1823) – организатор побед армии Революции, «честный республиканец», военный инженер, в свободное время математик, обосновавший разумность ввода в математику понятия комплексного числа.

с ним в политическую оппозицию, Наполеон, с уважением относящийся к учёным и массовому образованию, сохраняет школу под девизом «За Родину, Науку и Славу». В 1816 году вернувшиеся Бурбоны (по словам Талейрана, «они ничего не забыли и ничему не научились») увольняют Монжа и пытаются закрыть школу.



*Жан Батист Фурье*  
(1768–1830)



*Гаспар Монж*  
(1746–1818)



*Лазар Карно*  
(1753–1823)

Справедливости ради заметим, что в эти годы в Геттингене работал «король математиков» Карл Фридрих Гаусс, в круг интересов которого



*Карл Фридрих Гаусс*  
(1777–1855)

входили математика, механика, физика, астрономия и геодезия. Сегодня прикладная математика неотделима от гауссовой кривизны, метода Гаусса для решения систем линейных уравнений, интерполяционной формулы Гаусса, численного интегрирования по Гауссу, нормального (гауссова) распределения в теории вероятностей, гипергеометрической функции Гаусса в комбинаторике и др. Объём его вычислительных работ даже в век компьютеров фантастичен.

Безумный поход наполеоновской армии в Россию (1812). Отечественная война. Битва под Лейпцигом. Отречение Наполеона. Уставшие от войны парижане вполне радушно принимают русскую армию и с ненавистью – пруссаков. Сто дней. Ватерлоо. Венский конгресс (1815). Русские офицеры (часто говорящие на французском лучше, чем на русском) не испытывают ненависти к побеждённым, восхищены благородством наполеоновского маршала Нея, командовавшего своим расстрелом (солдаты отказались стрелять).

«Священный союз» России, Пруссии и Австрии для поддержания миропорядка в Европе (без участия Англии, добившейся своего, и нехристианской Турции). Ещё какое-то время звучат обещания даровать конституцию, но уже не России, а Царству Польскому. В 1817 году всё переменялось: аракчеевщина, гонения на просвещение, военные поселения, расправа над Семёновским полком, восставшим против изуверства командира. Пушкин мечтает о «звезде пленительного счастья» и призывает царское окружение: «Льстецы! Старайтесь сохранить и в самой подлости осанку благородства».

Впоследствии, в письме из Петропавловской крепости Николаю I писатель-романтик декабрист А. Бестужев-Марлинский, сосланный после восстания в Якутск и затем «милостью государя» на Кавказ, где он погиб, пишет: «Ещё война длилась, ко-



*Александр  
Бестужев-Марлинский  
(1797–1837)*

гда ратники, возвратясь в дома, первые разнесли ропот в классе народа. «Мы проливали кровь, говорили они, а нас опять заставляют потеть на барщине. Мы избавили родину от тирана, а нас опять тиранят господа». Войска от генералов до солдат, пришедши назад, только и толковали, как хорошо в чужих землях. Сравнение со своим, естественно, произвело вопрос, почему же не так у нас?».

«Таинственная» смерть Александра I в Таганроге. Междувластие. «Без лести преданный» Аракчеев занят расправой над дворовыми людьми, убившими его «фаворитку», превысившую все пределы измывательства

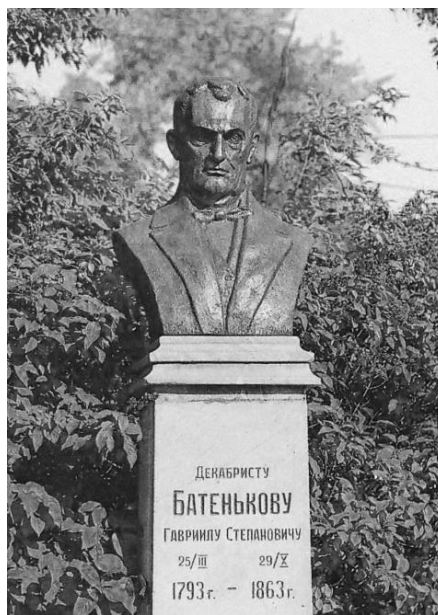


*Г. С. Батеньков (1793–1863)*

над людьми, забывший, что Александр I поручил ему разобраться с доносами о заговоре 14 декабря 1825 года.



Среди «преступников» (прославленных героев 1812 года, молодых офицеров и литераторов) Гавриил Степанович Батеньков. Участник заграничного похода русской армии (1813–1814), десять штыковых ран и плен, экзамен в Институте Корпуса инженеров путей сообщения (1816), возглавляемом учеником Монжа А. Бетанкурром (1758–1824), по просьбе генерал-губернатора Сибири в марте 1817 года возглавил инженерно-технические работы в Томске (улицы, водопровод, мост через реку Ушайку); по аттестации томского губернатора, «уж очень умён и самоволен этот петербургский инженер и взятку не берёт». Помощник М. М. Сперанского по управлению Сибирью (1819–1821). Одиночная камера Алексеевского рavelина Петропавловской крепости (1827–1846).



*Памятник  
Г. С. Батенькову  
в г. Томске*

Император Николай I. Расстрел на Сенатской площади и Черниговского полка на юге, аресты, казни, каторга, под пули горцев на Кавказ. Корпус жандармов, Третье отделение Кабинета Его величества, слежка за всеми, от старообрядцев до А. Пушкина.

Быть может, за хребтом Кавказа  
Укроюсь от твоих царей,  
От их всевидящего глаза,  
От их всеслышащих ушей.

*М. Ю. Лермонтов. Прощай, немытая Россия*

Претензия на звание «жандарма Европы», подавление восстания в Венгрии (1849) по просьбе австрийского императора, готовность души революцию 1848 года во всей Европе.

Первый паровоз демидовских крепостных братьев Черепановых и железная дорога длиной 3,5 км (1833). Единственный математик с мировым именем Н. И. Лобачевский, автор неэвклидовой геометрии (1830). Первая в стране пассажирская Царскосельская железная дорога (1836). Железная дорога Петербург – Москва (1851).

Открываются Петербургский технологический институт (1831) и Киевский университет (1834). Новый университетский Устав (1835) – ректоры, проректоры и профессора университетов теперь не избираются, а назначаются. Обучение в вузах платное, обязательные предметы: церковное право, богословие и церковная история, остальные – допол-

нительные. Деление школ на приходские, уездные и гимназии согласно сословиям, Новая концепция образования – «православие, самодержавие и народность». Благонамеренное ханжество – персонаж пушкинской сказки в посмертной публикации превращается в купца Остолопа. В целом, «мне нужны не умники, а верноподданные».

Государственный аппарат при Николае I вырос вдвое до 100000 человек с иерархией 14 классов, где первые 8 состояли из потомственных дворян. Многие ведомства возглавляют генералы, не знающие предмета управления (по данным III отделения лишь 3 из 50 губернаторов Европейской России не берут взятки). Типичное для аппарата – масса циркуляров и правило, никому не отказывая, топить проект или жалобу в многолетнем потоке бумаг по инстанциям.

Развязали кошли пилигримы,  
Но швейцар не пустил, скудной лепты не взяв,  
И пошли они, солнцем палимы,  
Повторяя: «Суди его Бог!».

...

Назови мне такую обитель,  
Я такого угла не видал,  
Где бы сеятель твой и хранитель,  
Где бы русский мужик не стонал?

*Н. А. Некрасов. Размышления у парадного подъезда. 1858*

От телесных наказаний освобождены дворяне, духовенство, почётные граждане, купцы первой и второй гильдий. Упраздняется битьё кнутом (1845), но остались плети, розги и шпицрутены (от 100 до 5000 ударов – отменены в 1864 году). Мордобой в армии и на флоте.

Двадцатилетний будущий выдающийся математик и механик М. В. Остроградский (1801–1861) совершенствуется в Париже (Коллежде-Франс, Сорбонна), заслуживает уважение французских математиков. Зимой 1827–1828 гг., не имея финансовых возможностей, пешком проделал путь от Парижа до Петербурга, попал под надзор полиции, опубликовал знаменитую формулу Остроградского – Гаусса для расчётов в области термодинамики, преподавал в военно-учебных заведениях России, фактически возглавляя русскую математическую школу.

Крымская война. Героическая оборона Севастополя (как итог царской политики, отсутствие парового флота, телеграфная воздушная проводная линия от Москвы лишь до Киева, гладкоствольные ружья против английских штуцеров, воровство интендантов).

В то же время солдаты и матросы под началом военного губернатора Камчатки адмирала В. С. Завойко отвечают на попытки взятия Петропавловска так, что командующий англо-французской эскадрой контр-

адмирал Прайс застрелился во избежание позора. Заслуга в этом успехе и генерал-губернатора Восточной Сибири Н. Н. Муравьева (Амурского), ещё в 1849 году предвидевшего вторжение англичан, «положивших глаз» на Авачинскую бухту, и укрепившего гарнизон города (редкое исключение среди чиновных тупиц; именно ему Россия благодарна за Амур и Приморский край). Не удалось интервентам уничтожить русскую эскадру, встреченную в заливе Де-Кастри и «исчезнувшую» отсюда, благодаря тому, что «дерзостью, достойной разжалования в матросы», исследователь Дальнего Востока капитан Г. И. Невельской доказал, что устье Амура судоходно и Сахалин – остров.

Приходит во власть Александр II, которому приходится расхлёбывать последствия политики отца: унижение на Парижском конгрессе (1856), территориальные уступки, «режим демилитаризации Чёрного моря» (отменён в 1871 году). Своеобразная *оттепель* – отмена крепостного права, ударившая «одним концом по барину, другим по мужику», свобода без земли, крестьянские восстания.

Знаковая фигура начала царствования – Д. А. Милютин (1816–1912). Боевой генерал, военный историк, убеждённый сторонник обновления страны в духе всеобщей справедливости и равенства, военный министр (1861–1881), пользовавшийся поддержкой императора, отменяет шпицрутены, плети, розги, клеймение и другие одиозные наказания, применяемые только в азиатских деспотиях. Реформируется судопроизводство в духе всеобщей гласности и состязательности сторон. Введение всеобщей воинской повинности (1874, для обладателей университетских дипломов только трёхмесячный срок службы).

Совершенствование системы воинского образования. В преддверии войны трёхгодичные учебные команды, ротные школы, юнкерские училища, военные гимназии, офицерские собрания, обновлённая Академия Генштаба, попытка реформирования санитарной и интендантской служб, женские врачебные курсы. Отслужившие и познавшие грамоту солдаты несут азы образования в неграмотную деревню.

Пруссия, разгромившая в 1866 году Австрию, вступает в войну с Францией (1870). Французские генералы, доблестно расстреливавшие баррикады Парижа, во главе с «маленьким Наполеоном» (так его презрительно называл Виктор Гюго) позорно капитулируют. Парижская коммуна и её поражение (1871): расстрелы и ссылка тысяч коммунаров на каторги Новой Каледонии и Кайенны.

Многолетняя борьба легендарного Джузеппе Гарибальди против австрийских и папских властей за объединение Италии завершена (1870). Римский папа удаляется в Ватикан.

Волнения славян на многострадальных Балканах против турецкой власти. Вырезано 15000 болгар. Сербия начинает войну (командует армией отставной русский генерал М. Г. Черняев). Терпение русского царя в переговорах с Англией и Австрией иссякает, посол в Турции граф Н. П. Игнатьев\* предьявляет султану ультиматум.

Русско-турецкая война (1877–1878). Герои Шипки и Плевны у ворот Стамбула. Капитуляция турок. Мирный договор в Сан-Стефано. Берлинский трактат: плоды русских побед достаются англичанам и немцам, независимость Болгарии, Карс и Батум входят в состав России, Босния и Герцеговина – протекторат не воевавшей Австро-Венгрии!? По подсказке супруги царя, на троне православной Болгарии её племянник Александр Гессенский, и отныне Болгария, возглавляемая иноземцами, надолго в стане врагов России. Реальная невозможность обращения к закону и индивидуальный террор. «Народная воля». Яростное сопротивление окружения будущего Александра III и торможение реформ. Цареубийство (1881).

Последний жест Александра II – основание единственного на долгие годы в Сибири Томского университета в составе медицинского, юридического, историко-филологического и физико-математического факультетов (1878). Финансовую поддержку обеспечили русские промышленники П. Г. Демидов, А. М. Сибиряков и другие. В фонд будущей Научной библиотеки поступили книжные собрания Строгановых и Голицыных, поэта В. А. Жуковского, цензора А. В. Никитенко и др. Десять лет спустя был открыт медицинский факультет, в 1898 году – юридический, остальные поставщики «крамолы» дождались 1917 года.

На смену убитому императору Александру II приходит Александр III, укрывшийся от террористов в Гатчине, известный в истории русификацией обмундирования армии, отменой либеральных реформ отца в сфере образования и, по мнению современников, излишним потреблением спиртного. Знаковая фигура – главный идеолог контрреформ, обер-

---

\* Интересная личность в истории русской дипломатии. Выпускник Академии Генштаба. Военный атташе в Лондоне, «нечаянно» положивший в карман военную новинку – унитарный ружейный патрон. Во главе казачьего конвоя в Бухаре, где эмир подписывает вассальный договор с Россией (1858). В Пекине получает подтверждение русских прав на тихоокеанское побережье (1860). Автор мирного договора с турками в Сан-Стефано (1878). Идеолог «русского парламентаризма». В итоге записка от государя: «...я пришёл к убеждению, что вместе мы служить России не можем. Александр» (1883).

прокурор Синода Победоносцев, вернувший приходские школы в ведение Синода, ставя их первоочередной целью усвоение начал веры и нравственности, верности царю и отечеству. По словам министра В. Н. Ламсдорфа\*, император был «возмущён наглостью министра финансов Витте, предложившего перевести деньги царской семьи из иностранных банков в Россию с большей выгодой» (как это знакомо в наши дни!). «Развитие капитализма в России», сдерживаемое чиновничьим произволом и неграмотностью населения.

По другую сторону от Гринвича тысячи американцев от густо заселённых берегов Атлантики, получивших в 1776 году независимость от британской короны (при поддержке добровольцев из Франции и откровенном сочувствии России, в отличие от германских князей, отказавшей продавать своих солдат для подавления смутьянов), в поиске свободных земель устремляются на запад от Миссисипи. На землях Великих равнин жили индейцы, не желавшие даже за «огненную воду» их уступать, но переселенцам из Южных Штатов, где процветало рабство, они были не нужны, и всеми способами их уничтожали или загоняли в резервации на вымирание.

В отличие от чопорных англичан и гордых испанцев, деловые американцы не стеснялись в средствах приобретения новых территорий. В 1803 году Наполеон вынужден продать США уже освоенную Луизиану, в 1819 США «покупают» у Испании Флориду. В 1845 году, к восторгу рабовладельцев, к США присоединяется *новорождённая* республика Техас. Негодующая Мексика в 1847 терпит поражение и отдаёт новые территории, в том числе Калифорнию, где год спустя обнаружено золото, начало «золотой лихорадки». В 1853 году Мексика опять продаёт часть земель, через которые в 1869 году проходит трансконтинентальная железная дорога (уникальная оперативность!).

В 1866 году владельцы Русской Америки (Русско-Американская компания) объявляют её нерентабельной – морских котиков и других обитателей тех берегов уже варварски уничтожили; умных правителей Аляски и Форта Росс А. А. Баранова и И. А. Кускова, озаботившихся даже открытием школы для детей алеутов на этом краю Земли, заменили «носители мундиров»; не нашлось денег на хотя бы один военный корабль для защиты от «бостонских хищников». В 1876 году за 7,2 млн долларов Россия продаёт Аляску США, сомневающимся в разумности этой покупки. В августе 1896 года трое старателей в районе реки Клондайк (имя, ставшее символом) обнаруживают золото, и уже в июле 1897

---

\* Ламсдорф, В. М. Дневник 1894–1896. – М. : Международные отношения, 1991.

года в Сан-Франциско и Сиэтл приходит груз весом более тонны металла!

В 1861–1865 гг. гражданская война между аграрным рабовладельческим Югом и промышленным Севером, где хотя бы законодательно негры были признаны людьми (даже соседняя Мексика отменила рабство в 1831 году и вынуждена была ограничить иммиграцию из США). 30 декабря 1862 года президент Авраам Линкольн подписал «Прокламацию об освобождении» рабов.

В США приходит университетское образование, европейских учёных соблазняют материальными благами, «владельцы заводов, газет, пароходов» и просто богатые меценаты содержат университеты и лаборатории. Несмотря на наличие «благородных жуликов» (см. О. Генри «Кафедра филантроматематики»), многие американские инженеры и учёные приобретают заслуженную известность и влияние в Европе [8]. Американская литература (Марк Твен, Гарриет Бичер-Стоу, Эдгар По) выходит на мировую арену.

Вернёмся в Европу, где образование и науки закладывали фундамент цивилизации наших дней [6].

Как ни прискорбно, но многие открытия на пути прогресса человечества связаны с совершенствованием средств уничтожения людей. Первым европейским изобретателем пороха считается химик (колдун?!) францисканец монах Бертольд Шварц (XIV век). Этим адским порошком снаряжали мушкеты эпохи Ришелье, самопалы казаков Ермака и пушки при Полтаве.

Сегодня имя А. Лавуазье (1743–1794) знакомо лишь из школьного учебника химии в сочетании с названиями методов и формул (увы, как и многих творцов науки). Для историков он из богачей – жертв Французской революции (увы, всякую революцию сопровождают демагоги и недоумки, заявляющие «Родина не нуждается в учёных»). Для немногих он гениальный учёный, основоположник современной химии. Конец теории флогистона, горение – реакция присоединения кислорода. Руководство Управлением порохов и селитр, удвоение производства пороха во Франции (пушки американских колонистов стреляют в англичан французским порохом, сделанным по рецептуре Лавуазье).

Клод Луи Бертолле (1748–1822), медик по образованию (создатель теорий химического равновесия и химического сходства), вместе с Лавуазье разработал основы современной химической терминологии. Пропуская хлор через горячий раствор щёлочи, получил бертолетову соль и использовал её при изготовлении пороха вместо селитры (1788). Метод дешёвого беления тканей при помощи хлора (1789) – переворот в текстильном производстве. Способ долгого хранения пресной воды

в трюмах кораблей. Бессребреник, получивший вместе с Монжем греческое серебро. Морская блокада, «пороховые годы» защиты отечества, дефицит селитры и новые способы получения пороха. В отличие от казнённого друга, в наполеоновской Франции бескорыстному Клоду Бертолле предстояли славные годы (промышленное производство соды, научные путешествия в Италию и Египет, всеобщий почёт) [6].

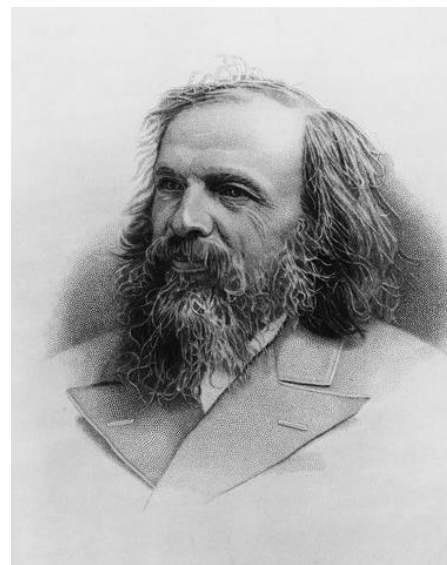
В 1884 году во Франции получен сравнительно безопасный пироксилиновый порох, в 1888 в Швеции – так называемый баллиститный порох А. Нобеля, в 1891 Менделеев создал пироколлоидный порох, в 1893 адмирал С. О. Макаров подтвердил пригодность нового «бездымного зелья» для орудий всех калибров. Но в русско-японской войне (1904–1905) батареи Порт-Артура продолжали выдавать себя дымом после выстрелов.

Сопутствующее порохам развитие химической науки продолжалось нарастающим темпом. Шведский химик и минералог Й. Я. Берцелиус (1779–1848) открывает церий (1803), селен (1817) и торий (1828), получает в чистом виде кремний, титан и цирконий, незаменимые в будущей электротехнике. В 1886 году немецким химиком К. Винклером открыт германий, кристаллы которого используются сегодня в качестве полупроводников в компьютерах, часах и других электронных устройствах.

Закончив в 1869 году работу над «Опытом системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве», уникальный русский учёный-энциклопедист Д. И. Менделеев открывает миру периодический закон химических элементов, благодаря которому в будущем были открыты десятки новых элементов.

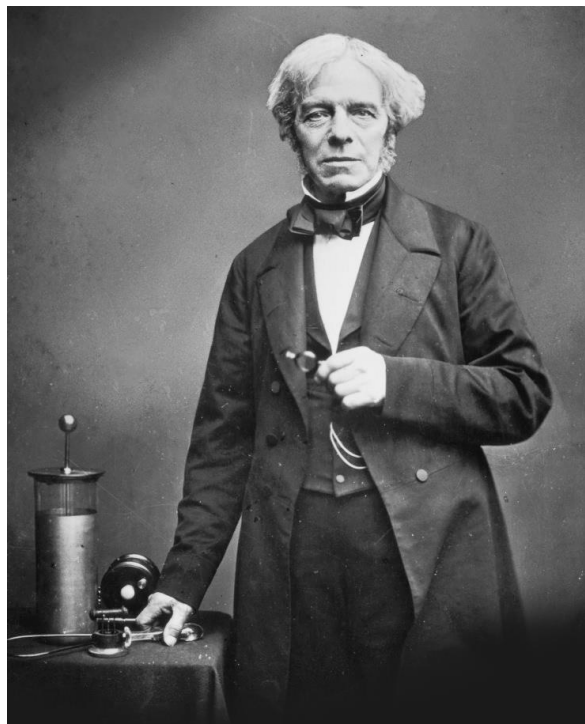
На смену парусным изящным «чайным клиперам» и боевым фрегатам приходят канонерки, миноносцы, крейсера и неповоротливые броненосцы. Железные дороги вышли за пределы Европы. Нужен качественный металл. Россия выходит в лидеры производства качественной стали и чугуна.

Потребность в совершенных средствах связи в XIX веке достигла критического уровня. Если для крошечных германских княжеств не нужен был даже оптический телеграф, то в России «хоть три года скачи, ни до какого государства не доедешь» (Н. В. Гоголь. Ревизор. 1836). Адмиралы Г. Нельсон и Ф. Ушаков управляли эскадрами через сигнальщиков.



*Д. И. Менделеев  
(1834–1907)*

О дальних морских походах становилось известно спустя годы. 25 июня 1807 года шлюп «Диана» под командой В. М. Головнина ушёл



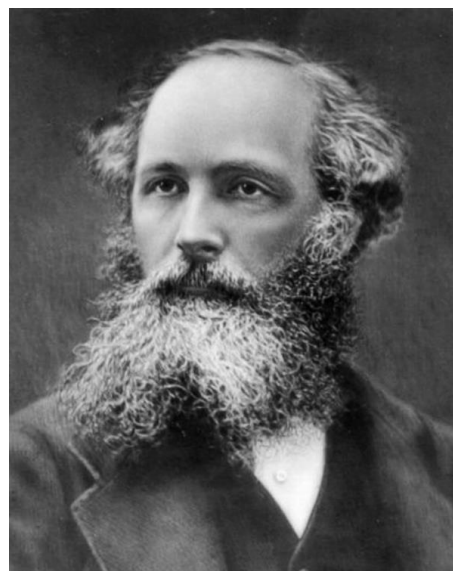
*Майкл Фарадей (1791–1867)*

в кругосветку к берегам Камчатки и спустя 19 месяцев достиг мыса Доброй Надежды, где был задержан англичанами под предлогом войны между Россией и Англией, более года ожидавшими указаний из Лондона. Его помощник П. И. Рикорд в зимнюю стужу скакал из Охотска в Петербург с сообщением о захвате Головнина японцами. О пожаре Москвы и исходе Наполеона поселенцы Русской Америки узнали спустя десять месяцев от испанского вице-короля Калифорнии.

Этапным было создание первого электромагнитного телеграфа российским учёным П. Л. Шиллингом

(1832), за которым последовали конструкции К. Гаусса и В. Вебера (1833) в Германии и С. Морзе (1840) в США. Весь мир стал использовать телеграфный код Морзе, где буквы алфавита были представлены комбинацией коротких и длинных сигналов (морзянка, «точки» и «тире»). В 1850 году Б. С. Якоби создаёт буквопечатающий телеграфный аппарат, доступ к телеграфу получают простые смертные без знания кода. В 1858 году установлена трансатлантическая телеграфная связь, в 1870 году – прямая связь Лондона с Бомбеем (через станции в Египте и на Мальте).

Эпохальными для прогресса человечества были работы учёных и инженеров многих стран по электричеству. В 1820 году Г. Эрстед обнаруживает, что электрический ток отклоняет магнитную стрелку. А. Ампер в том же году обнаруживает аналогичное взаимодействие двух токов.



*Джеймс Клерк  
Максвелл (1831–1879)*



Но принципиальную роль в анализе и использовании явлений электромагнетизма сыграли М. Фарадей и Д. Максвелл.

Майкл Фарадей – английский физик-экспериментатор и химик, член десятков авторитетных научных обществ, в том числе и Петербургской АН (1830), один из титанов, «державших на плечах храм естественных наук», кому мы обязаны благами современной цивилизации.

В отличие от многих известных учёных, обеспеченных с детства хотя бы куском хлеба, Фарадей родился в семье кузнеца, доходы которой не позволили ему окончить среднюю школу и вынудили поступить учеником к владельцу книжной лавки и переплётной мастерской, где он пробыл десять лет, занимаясь самообразованием и на скромные шиллинги, получаемые от брата, посещал по вечерам частные лекции по физике. Волею случая один из клиентов мастерской помог ему попасть на лекции выдающегося физика и химика Гемфри Дэви (одного из создателей электрохимии). В 1813 году Дэви пригласил самоучку Фарадея ассистентом в Королевский институт. В двухгодичной поездке по научным центрам Европы, вместе с Дэви, он познакомился с такими учёными, как А. Ампер и Л. Гей-Люссак. Вернувшись в Королевский институт, он до 1821 года (как говорят, «дорвался» до науки) публикует около 40 научных работ, в основном по химии. Не забывая о химии (получил жидкий хлор), с 1822 года после открытия Эрстеда Фарадей увлечён проблемой превращения магнетизма в электричество и 29 августа 1831 года открывает фундамент будущей электротехники – явление электромагнитной индукции (порождение электрического поля переменным магнитным полем). Будучи уже известным учёным, Фарадей в последующие годы открывает законы электролиза, устанавливает факт связи между оптикой и электромагнетизмом, явления диамагнетизма и парамагнетизма, вводит понятие физического поля, неких силовых линий и предсказывает электромагнитные волны.

В отличие от Фарадея с его нелёгким путём в науку, Д. К. Максвелл принадлежал к старинному шотландскому роду и имел возможность получить так называемое классическое образование (латынь, греческий и Библия), увлекаться геометрией (что сейчас называют кривыми второго порядка), окончил Эдинбургский университет, на итоговом экзамене по математике в Тринити-колледже решил задачу, связанную с доказательством знаменитой теоремы Д. Г. Стокса (1819–1903) (уравнения Навье – Стокса гидродинамики вязкой жидкости), получил интересные результаты в теории цветов, всю жизнь продолжал заниматься кинетической теорией газов, понимая газ как множества идеально упругих шариков, хаотически движущихся и сталкивающихся друг с другом.

Лишь в 1854 году он обратился к сфере науки, принёсшей ему мировую известность, – проблеме электричества.

Отвергнув концепцию Ампера, рассматривавшего электромагнитные силы как аналог гравитационного притяжения двух удалённых тел, Максвелл перешёл на позиции Фарадея, отказавшись считать силовые линии чисто математической абстракцией и построив гидродинамическую модель силовых линий. Придя к выводу о вихревой природе магнетизма и поступательной электрического тока, он строит механическую модель их взаимодействия («правило буравчика»).

В «Трактате об электричестве и магнетизме» (1873) были предложены уравнения электромагнитного поля (уравнения Максвелла, с которыми современник знакомится в модификации Г. Герца и О. Хевисайда), без восторга принятые его современниками. Их подтверждение, в частности, дано русскими физиками Н. Умовым и А. Столетовым. О величии вклада Максвелла в физику писал основоположник квантовой физики Макс Планк. Альберт Эйнштейн признавал, что «теория относительности обязана возникновением уравнениям Максвелла». Необходимость и сложность решения уравнений Максвелла, как и многих других уравнений математической физики, явились в будущем одним из стимулов создания вычислительных машин XX столетия.

Первая динамо-машина Грамма (1870). Первый трансформатор (1885). Лампы накаливания Яблочкова (1875), осветившие улицы Парижа, и Эдисона (1879) для освещения квартир. Первые аккумуляторы. Предпосылки строительства гидроэлектростанций. Телефон эксперта в области акустики Г. Белла (1876) и микрофон Д. Юза (1878). В 1885 году П. М. Голубицкий предлагает новую схему работы телефонной станции – не от своей электрической розетки, а от центрального источника, что позволило создавать телефонные станции с десятками тысяч абонентов. Г. Герц обнаруживает отражение и преломление электрических лучей.

Математики второй половины XIX века занимались внутренними проблемами, не забывая и о приложениях (в частности, в сфере математической физики). В России формируется своя математическая школа, внесшая значительный вклад в мировую науку.

П. Л. Чебышёв (1821–1894) – автор фундаментальных работ в теории вероятностей, ортогональных многочленов, равномерных приближений, создал теорию синтеза механизмов и известный арифмометр.

А. М. Ляпунов (1857–1918) своей докторской диссертацией «Общая задача об устойчивости движения» стал основоположником теории устойчивости движения систем (устойчивость по Ляпунову).

А. А. Марков (1856–1922), наряду с блестящими результатами в теории вероятностей, создал теорию марковских случайных процессов.

В. А. Стеклов (1863–1926) – автор научных трудов в области механики и математической физики. Организатор и первый директор Физико-математического института, названного после смерти его именем.

Софья Ковалевская (1850–1891) – первая в мире женщина – про-



Почтовая марка СССР  
(1951)

фессор математики. Так как доступ женщин в вузы России был запрещён, она, вступив в фиктивный брак с В. О. Ковалевским, смогла уехать в Европу\*. Училась в Гейдельберге, а затем в Берлинском университете у выдающегося математика К. Вейерштрасса. По правилам университета женщины не могли слушать лекции, но Вейерштрасс, заметивший её математические способности, сам руководил её занятиями. В 1874 году в Геттингенском университете С. Ковалевская защищает диссертацию «К теории дифференциальных уравнений» и получает степень доктора философии. В 1884 году Вейерштрассу удаётся выхлопотать ей место профессора кафедры математики в Стокгольмском

университете. Работала и в области теории потенциала, математической физики, небесной механики. В 1888 году лауреат премии Парижской академии наук за решение одной из задач вращения твёрдого тела вокруг неподвижной точки, год спустя премия Шведской академии наук и избрание член-корреспондентом физико-математического отделения Российской академии наук. Сочувствовала революционной борьбе, автор повестей «Нигилистка» (1884), «Воспоминания детства» и др.

7 мая 1895 года А. С. Попов (1859–1905) демонстрировал свой «грозоотметчик» – первый в мире радиоприёмник. В 1900 году, благодаря радиостанциям, построенным под его руководством на острове Го-

---

\* В 1878 году для женщин России с гимназической подготовкой в Петербурге были открыты Высшие женские курсы с историко-филологическим и физико-математическим отделениями с университетской программой, названные «бестужевскими» по фамилии первого директора, профессора К. Н. Бестужева-Рюмина, несмотря на постоянные ограничения, сыгравшие колоссальную роль в образовании страны и признании за женщиной права мыслить.

гланд и на военно-морской базе в Котке, выполнены спасательные работы на борту «Генерал-адмирала Апраксина», севшего на мель у острова.

Повторяя конструкцию Попова, описанную в европейских журналах, в Англии в 1896 году итальянец Г. Маркони патентует свой «аппарат беспроводной телеграфии» и в 1901 году добивается устойчивой передачи сигнала через Атлантику (буквы S).

Уже в начале следующего века, благодаря изобретённым в 1904 году двухэлектродной, а в 1906 году трёхэлектродной лампам, стал возможным переход от азбуки Морзе к радиотелефону – передаче человеческого голоса. Оставались считанные годы до завершения многочисленных первых опытов самолётостроения, первого реального управляемого полёта человека на аппарате братьев Райт (1903) и создания Н. Е. Жуковским (1847–1921) новой науки – аэродинамики. Завершался XIX век.

Латинская и Южная Америки ушли из-под власти одряхлевших Испании и Португалии, породив множество «самостоятельных» монархий и республик. Япония, отвергавшая европейцев, реформируется и вооружается с помощью английских инструкторов. Китай, по милости вездесущей Англии и других держав, стал подобием государства.

Россия присоединила Среднюю Азию практически без значительного сопротивления. Англия, Франция, Бельгия и «опоздавшая к дележу пирога» Германия поделили Африку, кроме Эфиопии и двух бурских республик (Трансвааль и Оранжевая), населённых выходцами из Голландии. Разумеется, они «несли цивилизацию» туземцам.

В Судане Мухаммед ибн Абдалла провозглашает себя в 1881 году «Махди» (мессией), создаёт так называемую «Империю дервишей», объявляет бесчеловечный джихад против европейцев, турок и всех иначе понимающих Коран. Только в 1898 году созданное им государство было уничтожено англо-египетскими войсками\*.

Великие державы демонстрируют приверженность к миру и, в меру своих возможностей и традиций, вооружаются. Как бы встречая новый век, Англия, к негодованию мировой общественности, в 1899 году начинает войну с бурами. Даже английский лейтенант, военный корре-

---

\* Махдизм имел предшественником порождённую в 1691 году в Саудовской Аравии секту ваххабитов. Не признавая никаких святынь, они в 1803 году овладели Мединой и Меккой, разграбив часовни и гробницы святых и даже храм на гробнице Магомета. Только в 1818 году их лидер Ибн-Абд-эль-Ваххаб был обезглавлен турками и ваххабизм как политическая сила скончался [6, т. 6, с. 126–127], возродившись 200 лет спустя как символ варварства.

спондент и будущий премьер-министр Англии Уинстон Черчилль не мог понять, зачем она была объявлена\*.

XIX век оставил следующим поколениям шедевры мировой культуры: творения А. Пушкина и П. Мериме, М. Лермонтова и О. Бальзака, Л. Толстого и Ч. Диккенса, Л. Бетховена и М. Глинки, К. Брюллова и Ж. Давида. XIX век явил примеры благородства и гуманизма на фоне стяжательства и мракобесия. Революции века послужили предупреждением о неприемлемости абсолютизма (увы, осознанную не всеми монархами) и показали, что даже в мире капитала нельзя доводить эксплуатацию до предела. XIX век продемонстрировал необходимость массового светского образования и сформулировал требования к его содержанию, балансу между гуманитарными, естественными и точными науками. XIX век сделал науку интернациональным (увы, лишь в пределах Европы и Северной Америки) двигателем прогресса на всю последующую жизнь человечества. XIX век показал всеислие научной мысли в её попытках познать тайны мироздания, чему ещё в большей степени способствовал XX век.

В России начала XX века продолжается противостояние самодержавия и его противников. Новый «хозяин земли Русской» Александр II предупреждает «представителей всех сословий о бессмысленности мечтаний об участии представителей земства в делах внутреннего управления», обязуясь «охранять начало самодержавия так же твёрдо и неуклонно, как охранял его покойный Родитель». Годы спустя А. Керенский, глава Временного правительства в 1917 году, не страдавший избытком революционности, вспоминал о своём выступлении в Думе: «... исторической задачей русского народа в настоящий момент является уничтожение средневекового режима. Как можно законными средствами бороться с теми, кто сам закон превратил в оружие издевательства над народом?»\*\*. Это мнение разделяли и многие представители русской интеллигенции. Когда в 1878 году Вера Засулич стреляла в петербургского градоначальника Трепова, незаконно подвергнувшего порке не снявшего перед ним шапку студента-народника, вместо приговора на 15 лет судом присяжных под председательством А. Ф. Кони она была оправдана.

Отстрел эсерами одиозных министров продолжался и четверть века спустя. В 1901 году расстрелян министр народного образования Н. Боголепов, сдававший участников студенческих беспорядков в солдаты и ненавидимый студентами и профессорами Московского и Петербургского университетов. В 1902 году вынесен смертный приговор ми-

---

\* Черчилль, У. С. Индия, Судан, Южная Африка. Походы Британской армии 1897–1900. – М. : Эксмо, 2004.

\*\* Трояновский, О. Через годы и расстояния. – М. : Вагриус, 1997.

нистру внутренних дел Д. Сипягину, которому даже Витте не смог внушить вредность чересчур жестоких мер. Лишь случайно остался в живых одиозный министр народного образования Л. Кассо, отказавший в расширении Томскому и Саратовскому университетам, нарушавший даже Временное положение об университетах 1905 года, против действий которого в 1912 году Совет Петербургского университета возбуждал дело перед Сенатом. В 1904 году эсером Е. С. Сазоновым убит министр внутренних дел и шеф жандармов, организатор полицейского террора и карательных экспедиций в районы крестьянских волнений В. Плеве.

В 1901 году китайские власти допустили нападения на посольства великих держав и выходящей на арену экспансии Японии. Под этим предлогом те ввели в Китай свои войска и получили отдельные ключевые территории в аренду на 25 лет. России достался Квантунский полуостров, где начали строить город Дальний и крепость Порт-Артур. Интересы России и Японии столкнулись в Манчжурии.

В ночь с 8 на 9 февраля 1904 года японские миноносцы неожиданно (любимый термин генералов и политиков!) напали на русскую эскадру, стоявшую на внешнем рейде Порт-Артура. Японская разведка заведомо знала состояние русской армии и флота, кто из воинского начальства попросту глуп и кого можно купить. Первым делом без боя японцам был сдан Дальний со всеми портовыми сооружениями, складами, запасами угля и грузовыми судами. Японцы получили плацдарм для базирования десанта и миноносцев. Порт-Артур как база флота был не достроен, не было доков и мастерских. Подорвался на mine броненосец «Петропавловск», и погибли адмирал, разработчик теории непотопляемости полярный исследователь С. О. Макаров и приехавший с ним художник В. В. Верещагин. Выплыли приехавшие с ними «за крестами» великие князья. Флот, запертый в бухте и защищаемый крепостной артиллерией, послал своих матросов на сухопутные форты Порт-Артура, в бетоне инженерных сооружений которых обнаружилось отсутствие цемента. Гибель начальника сухопутных сил крепости генерала Р. И. Кондратенко помогла начальнику Квантунского укрепрайона Стесселю сдать героически сражавшийся (по признанию самих японцев) Порт-Артур японцам.

Манчжурская армия была к войне не готова, привязана к недостроенной в районе Байкала железной дороге, первые месяцы её основу составляли забайкальские и другие сибирские некомплектные полки. Командующие корпусами и дивизиями грызлись друг с другом и с главным командующим Куропаткиным, боявшимся флангового обхода японцев. Не было полевых телефонов и тем более раций. Не было карт местности:

солдаты вместо одной деревни атаквали другую, блуждали в зарослях гаоляна, артиллерия становилась бесполезной (тем более при нехватке боекомплекта). Постоянное отступление с неразберихой бессмысленных атак на существующих и мнимых японцев изматывали солдат, которых на родине ждали объявления, подобные при входе в Летний сад Петербурга: «Собакам и нижним чинам вход запрещён». Тихоокеанская эскадра З. П. Рожественского из нескольких быстроходных крейсеров и миноносцев и неповоротливых устаревших броненосцев, идущая из Балтики, гибнет при Цусиме.

Спустя год армия пополнилась (не за счёт гвардии и верноподданных казаков, которые занялись подавлением революции), японцы тоже устали, и С. Ю. Витте был уполномочен заключить Портсмутский мир (уже после этого японцы захватили Южный Сахалин).

А в Петербурге 9 декабря 1905 года (Кровавое воскресенье) расстреляна демонстрация петербургских рабочих, шедшая с челобитной к царю-батюшке Николаю II с просьбами экономического характера и созыва народного представительства (Учредительного собрания).

4 февраля 1905 года в Москве эсер И. П. Каляев бомбой убил одного из вдохновителей этого расстрела великого князя Сергея Александровича (днём раньше он не стал бросать бомбу, чтобы не пострадали жена и дети князя). В октябре в Москве началась Всероссийская политическая стачка, бастовали свыше 2 миллионов рабочих. 17 октября объявляется Манифест, составленный С. Ю. Витте (немногий из умных и ненавидимых дворцовой камарильей представителей власти), обещавший разделение законодательной власти между царём и Государственной Думой, оставляя за царём право распускать её, блокировать её решения и назначать правительство. Провозглашались свободы совести, слова, собраний и др. Манифесту не верил никто – от социал-демократов и либералов до безземельных неграмотных крестьян, от безысходности начавших жечь помещичьи усадьбы. Подливают масла в огонь и вести о Порт-Артуре. В защиту монарха возникает черносотенный «Союз русского народа», основанный на идеях монархизма, шовинизма, антисемитизма и радикального православия.

Одни долго обсуждают достаточность и надёжность царских милостей. Другие организуют сотни еврейских погромов и бьют «сицилистов», «скубентов», «антилигентов» и прочих смутьянов.

В Томске 20 октября черносотенная толпа при поддержке казаков, с одобрения архиепископа Макария, губернатора Азанчеевского-Азанчеева и невмешательстве полиции поджигает здание Управления железной дороги, где заседали её служащие, избивает выскакивающих из огня людей и ещё два дня ловит подозрительных студентов Универ-

ситета и Технологического института (официально 66 погибших и 126 раненых). То же самое происходит на всём пространстве от Варшавы до Владивостока.

К 1907 году революция подавлена, «конструктивная оппозиция» (кадеты) в периодически разгоняемой Думе противостоит черносотенцам и продолжает просить монарха об «ответственном правительстве», но судьба монархии, расстрелявшей веру, предрешена.



*Восстановленное здание Управления Сибирской железной дороги.  
Томский электромеханический институт инженеров  
железнодорожного транспорта (1932–1962)*

В Нечерноземье обладатели крохотных земельных наделов по-прежнему уходят на заработки или пополняют рабочий класс, который тешит себя мечтами о восьмичасовом рабочем дне и хозяйской справедливости в системе штрафов. В Донбассе растёт добыча угля и на деньги «иностранных инвесторов» зажигаются домны. Металл идёт в Тулу, Петербург и Англию. Процвечают винокуренные заводы и заводики – водка популярна в стране, а спирт нужен и на пороховых заводах. В Уссурийской тайге китайцы нелегально копают женьшень, моют золото и гибнут от ножей хунхузов. На английских Ленских приисках в каторжных условиях моют золото. Моют золото в Мариинской тайге на Золотом Китате. В Мартайге (Тисульский район Западной Сибири) началась активная добыча рудного золота. Благодаря электрооборудова-



нию, привезённому из Германии, кайло и обушок сменили перфораторы. Фирма Зингер наводняет страну отличными швейными машинами, не уступающими производимым в наши дни (непременный атрибут приданого тогдашних невест). Процветает текстильное производство. Рябушинские, Путиловы, Мамонтовы создают банки, строят заводы и фабрики, успешно конкурируя с иностранцами. Русско-Балтийский вагонный завод в Риге производит вагоны и российские автомобили.

Часть активного крестьянства из Нечерноземья (потом их назовут кулаками) уже не на лошадаках, а по железке едет в Сибирь. Как правило, они не доезжают до Приморья и строят свои хутора и заимки на свободных землях юга Западной Сибири и Алтая. Сибирский хлеб избавляет Россию от периодического голода в Европейской части и способствует обширным не всегда выгодным поставкам в Германию. Торговая кооперация организует поставку масла в Данию, откуда оно в более изящной таре под названием датского идёт в Британию (в некоторых семьях долго хранились медали выставок в Париже). В преддверии зимы торговцы сплавляются в низовья Оби, откуда потом везут мороженую рыбу в города.

В обстановке запретов активизируются в Сибири наука и образование. В более или менее состоятельных многодетных семьях (даже за пределами университетского Томска) считается нужным дать гимназическое образование хотя бы дочерям. Увы, мальчишка, приехавший учиться в Томск из черты осёдлости, при появлении близ дома квартального надзирателя вынужден выскакать в окно и возвращаться в село Каргат, ограничившись четырьмя классами начальной школы. Его ровесник будущий маршал Г. К. Жуков в двенадцать лет, окончив три класса церковно-приходской школы, трудится в скорняжной мастерской по пятнадцать часов в сутки, но ухитряется посещать вечерние общеобразовательные курсы (это была Москва, а не захудалая провинция). Даже в годы Отечественной войны оставались женщины, которые просили ребятишек прочесть «треугольнички» – письма с фронта.

Транссиб, угольные копи Кузбасса, геологоразведка требуют грамотных инженеров и поисковиков.

В Томске с подачи С. Витте открывается первый в Сибири Технологический институт, среди профессоров которого знаменитый путешественник и писатель В. А. Обручев, его ученик геолог М. А. Усов, математик Ф. Э. Молин, ботаник и географ В. В. Сапожников.

С 1885 года работает в Томском университете уроженец Сибири, «учёный садовник», доктор ботаники Казанского университета Порфирий Никитич Крылов (1850–1931), который на лошадях зимой вёз са-

женцы растений от Казани до Томска, основал первый за Уралом Ботанический сад, Гербарий, создал любимые поколениями студенчества



*Томский университет  
им. В. В. Куйбышева  
(фото 1956 года;  
ныне памятника нет)*

Университетскую рошу и Городской сад. Его ученица Лидия Палладиевна Сергиевская с 1920 года более полувека посвятила сохранению и созиданию Гербария и Ботанического сада, завершению начатого учителем издания многотомной «Флоры Западной Сибири» [15]. Воспитанные в тридцатые годы их ученицы А. В. Положий и Н. Н. Карташева, «любимые бабушки» студенток шестидесятых годов, даже в годы лысенковщины и борьбы с вейсманизмом-морганизмом сохраняли верность науке генетике.

Растёт и крупнейшая в Сибири Научная библиотека Томского университета. Один из авторов в шестидесятые годы, читая повесть И. Эренбурга «День второй», столкнулся с конкретным именем её хранителя Натальи Петровны Горбачёвой, которая в 1918 году спасала библиотеку от красноармейцев с самокрутками и «щеголевых офицеров, не отличавших казарму от строгановской библиотеки»; в голодные и холодные двадцатые-тридцатые боялась, что книги погибнут от сырости, что «приедут люди из Москвы и увезут самые ценные книги». Благодаря таким «библиотекаршам», не имевшим никогда материальных благ, не увековеченным на мемориальных досках, библиотека остаётся одним из ценнейших в стране хранилищ научного знания и свидетельств Истории [15].



*Научная библиотека ТГУ*

В 1905 году докладами Н. Е. Жуковского (1847–1921) «О присоединённых вихрях» и методах определения подъёмной силы крыла открываются новые науки – аэродинамика и аэромеханика. В 1909 году Жуковским созданы аэродинамическая лаборатория в МВТУ и Центральный аэрогидродинамический институт (знаменитый ЦАГИ). Из воздухоплавательного кружка МВТУ впоследствии вышли многие известные авиастроители (в том числе А. Н. Туполев). Но пока русские авиаторы летают на импортных самолётах.

Столыпинская аграрная реформа в Европейской части России способствует процветанию одной и обнищанию другой части крестьянства. «Бояться грамоты и просвещения, бояться света нельзя. Образование народа, правильно и разумно поставленное, никогда не приведёт к анархии...» (П. А. Столыпин). Недовольство царя попытками политических реформ. Эсер Богров стреляет (1911) в Столыпина (при помощи царской охранки?!).

Мир в Европе близится к концу. В разговорах о мире строятся подводные лодки, Англия и Германия стремятся к доминированию на море. Болгария, Сербия Греция против Турции. Сербия, Греция, Румыния, Турция против Болгарии. Италия воюет в Триполитании (символическая картина – офицер выскакивает из окопа с криком «Вперёд», солдаты кричат «Браво, капитан» и остаются в окопах).

Выстрел в Сараево. Сербия, Россия, Франция, Англия объявляют войну Германии, Австро-Венгрии и Османской империи (Турции).

Петербург называют Петроградом, русские генералы Мантейфели становятся Николаевыми, толпа бьёт витрины немецких магазинов.

Битва на Марне – французы останавливают немцев. Артиллерия становится богом войны. Армия Самсонова вторгается в Пруссию с оголенными флангами и гибнет, не поддержанная армией Ренненкампа. Успехи на австрийском фронте, немцы спасают австрийцев от разгрома, и русская армия уходит из Галиции.

Недоумки и мошенники в военных ведомствах (наряду с зенитными орудиями, самолётами и снарядами заказывают во Франции верёвки и алюминий для борьбы с бездорожьём?!). Германофильское окружение царя. Успехи немецкого шпионажа (только флотская контрразведка успешно противостоит ему). Капиталисты всех стран соревнуются в наживе на военных поставках. Распутин.

Николай II отстраняет великого князя Николая Николаевича и объявляет себя главнокомандующим. Мнение военных: «Каким бы ни был самодуром Николай Николаевич, успевший уложить в лобовых атаках в Галиции цвет русской гвардии, до какого безумия мог дойти царь, этот

полковник с кругозором командира батальона, чтобы возомнить себя полководцем, внести в работу Ставки атмосферу дворцовых интриг»\*.

Война становится мировой (Италия, Болгария, Румыния, США и др.). Русские бригады под Верденом и Галлиполи (Дарданелльская операция). Брусиловский прорыв. Окопная война надоела всем солдатам, цели войны им чужды.

Франция 1789 года повторяется в России? Демонстрации в Петрограде (хлеб в России есть, но железные дороги не справляются с его доставкой). Февральская революция и отречение Николая II. Временное правительство, благие намерения и неспособность решить земельный вопрос. Оппозиция слева и справа. Октябрьский переворот. Декреты о земле и мире. Отказ от уплаты царских долгов. Армия покидает окопы. Немцы на Украине. Крах интервенции, французские моряки в Одессе отказываются стрелять в красноармейцев, английские докеры заявляют: «Руки прочь от России». Гражданская война со всеми её ужасами.

Франция выстояла в борьбе с германцами. Компьенское перемирие. Революция в Германии и Веймарская республика. Распад Австро-Венгрии и Османской империи. В России генералы с лозунгом «единой и неделимой», поляки, японцы, махновцы, басмачи терпят поражение. Разруха, военный коммунизм, голод.

Новая экономическая политика как вынужденное, но временное отступление. Образец международной рабочей солидарности – Автономная индустриальная колония «Кузбасс», организация угледобычи, пуск коксохимического завода, канатная дорога через Томь, городское строительство, библиотека (увы, три года спустя колонию ликвидируют по инициативе чиновников с партбилетами и избытком самомнения).

Германия, приговорённая к репарациям, разорена, голодает и ищет спасения в «дружбе» с Советской Россией. Пятикратное падение франка. Забастовка английских горняков. Доллар диктует на чёрном рынке Европы и субсидирует магнатов Рура.

Когда говорят пушки, музы молчат. В новой России условия для занятий наукой далеки от идеальных, но...

В 1923 году в Петрограде Борис Львович Розинг (1869–1933) публикует книгу «Электрическая телескопия (видение на расстоянии). Ближайшие задачи и достижения», в которой описаны первые опыты «дальновидения», прерванные в 1931–1932 гг. арестом и ссылкой по ложному обвинению в помощи контрреволюции.

---

\* Игнатъев, А. А. Пятьдесят лет в строю. Т. 2. – М. : ГИХЛ, 1959.

Владимир Козьмич Зворыкин (1888–1982), ученик Б. Л. Розинга и Поля Ланжевена (1872–1946), один из изобретателей современного телевидения, после поражения Колчака эмигрирует в США, где в 1929 году разрабатывает телевизионную приёмную трубку (кинескоп), а затем передающую трубку (иконоскоп). Зворыкин консультирует создание систем телевидения в Европе и СССР (в 1938 году в Москве освоено производство телевизоров «ТК-1» с кинескопом Зворыкина), в 1940 годы он создаёт цветное телевидение.

Успешно продолжают начатые Н. Г. Жуковским работы в области аэродинамики и аэромеханики под руководством С. А. Чаплыгина (1869–1942), возглавившего ЦАГИ и её семинар, где начинали будущие главный теоретик космонавтики и президент АН СССР М. В. Келдыш, создатель Сибирского отделения АН СССР М. А. Лаврентьев, академики С. А. Христианович, Л. И. Седов и другие звёзды советской и мировой науки.

Продолжаются конструкторские работы в области авиастроения. Уже известный авиаконструктор, создатель пассажирского самолёта «Илья Муромец» (1914) и первых тяжёлых бомбардировщиков Игорь Сикорский (1889–1972) в 1918 году уезжает из России в Европу и США, где до 1939 года занимается самолётостроением, а затем возвращается к конструированию вертолётостроению, прославивших его имя.

Вступают в соревнование с европейскими В. Мессершмиттом, Э. Хейнкелем, Д. Капрони оставшиеся на родине советские авиаконструкторы А. Н. Туполев, С. В. Ильюшин, С. А. Лавочкин, В. М. Петляков, Н. Н. Поликарпов, А. С. Яковлев. Одержимость в науке и естественное желание быть первыми, даже при безграмотности карательных органов, сочетаются с необходимостью создавать оружие для защиты Родины.

В НИИ и СКБ трещат тысячи «Феликсов», и сотни инженеров не расстаются с логарифмической линейкой.

К власти в Италии приходят фашисты Муссолини. В Германии в пивных путчах готовится приход к власти нацистов. В США делается всё, чтобы купить верхушку профсоюзов. Япония готова к вторжению в Китай. В Англии ищут следы Коминтерна.

## Глава 5. ТРИУМФ НАУКИ И ТРАГЕДИЯ ЦИВИЛИЗАЦИИ

XIX век, этапный в истории физики и химии, подготовил научно-техническую революцию, затронувшую жизнь человечества нашего времени на всех широтах и меридианах Земли. Науки и технику теперь уже двигали не случайные открытия и гений Ньютонов и Менделеевых, а систематический поиск в оснащённых лабораториях. Самым значимым фактором этой революции явилось открытие радиоактивности.

Немецкий физик В. Рентген в 1895 году, включив ток в катодной трубке, закрытой со всех сторон чёрным картоном, обнаружил невидимое глазу излучение, способное проникать сквозь непрозрачные материалы без отражения и преломления, заставляя светиться кристаллы каменной соли, стекло и ряд других материалов, ионизируя окружающий воздух. Сегодня весь мир осторожно пользуется этим открытием, а в те времена законодатели штата Нью-Джерси всерьёз обсуждали вопрос о запрещении рентгеновских лучей, позволяющих «проникать в душу человека».

В 1896 году французский физик Антуан Анри Беккерель (1852–1908), занявшийся исследованием лучей Рентгена, положил в карман флюоресцирующий материал (уранилсульфат калия), завернув его в бумагу вместе с фотопластинками, и обнаружил, что они были засвечены. В 1903 году первооткрыватель радиоактивности Беккерель, совместно с Пьером и Марией Кюри, стал лауреатом Нобелевской премии по физике «в знак признания его выдающихся заслуг, выразившихся в открытии самопроизвольной радиоактивности».

Мария Кюри-Склодовская (1867–1934) – легендарная женщина – учёный XX века, единственная в истории дважды лауреат Нобелевской премии, одна из создателей учения о радиоактивности, первой попыталась поставить мирный атом на службу человеку, применяя радиоактивное излучение в медицинских целях.

Отец маленькой Мани (младшей в дружной небогатой семье) – выпускник Петербургского университета, гимназический преподаватель математики и физики в Варшаве. Дочь Марии Ева в своей книге<sup>\*</sup>, изданной в 1937 году в Париже и выдержавшей сотни изданий на десятках языков, пишет, что средней из сестёр Броне было «скучно учить азбуку в одиночку, тогда она решила «играть в учительницу» с четырёхлетней Маней». Когда однажды Маня бегло прочитала какой-то текст и увидела изумлённые лица родителей, она расплакалась: «Простите... Я не нарочно. Броня тоже не виновата». Все три сестры, свободно владевшие русским языком, с отличием учились в гимназии, где русские инспекторы

---

<sup>\*</sup> Кюри, Е. Мария Кюри : пер. с фр. – М. : Атомиздат, 1967.

(с немецкими фамилиями) требовали знания правил именования русских царей, «Отче наш» на русском языке, сетовали, что «Николай I, так любивший Польшу, умер от горя, удручённый неблагодарностью поляков». Были учителя – патриоты Польши, их ученица навсегда сохранила преданность делу борьбы за польскую независимость.

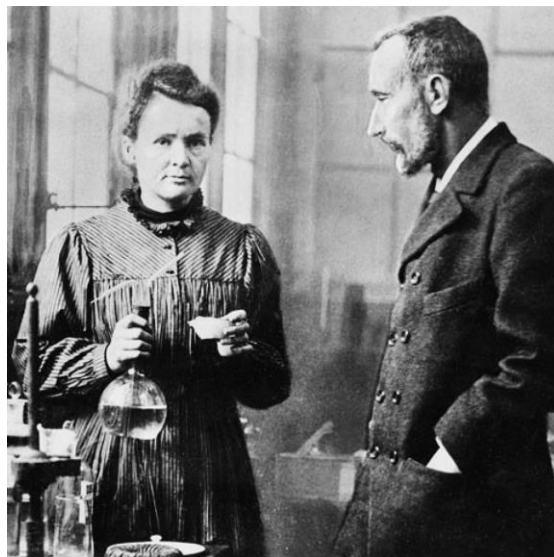
Приём женщин в Варшавский университет был запрещён, а семейный бюджет не позволял сёстрам ехать в Париж. Они разработали очередность: Броня получает медицинское образование в Париже при финансовой поддержке сестры, а потом, став врачом, берёт на себя расходы на высшее образование Марии. Пять лет Мария даёт частные уроки, работает гувернанткой и пытается заниматься науками. В 1891 году вышедшая замуж сестра пригласила её к себе. На факультете естественных наук Сорбонны появилась Мари Склодовска.

Полунищенское существование – надо платить за жильё, иногда за питание («многие недели чай и хлеб с маслом и, когда хочется пировать, два яйца»), за право посещать лекции и работать в лаборатории.

В 1893 году, окончив курс лучшей, Мари получила степень лиценциата Сорбонны по физике (эквивалент нашего магистра). Через год она стала лиценциатом по математике.

В том же году в доме польского эмигранта, профессора физики во Фрейбурге Ковальского, Мари, выполняющая заказ по исследованию магнитных свойств сталей, встретила Пьера Кюри (1859–1906), руководителя лаборатории Института промышленной физики и химии. Уже известный учёный в области физики кристаллов и зависимости магнитных свойств веществ от температуры (в 1895 году защитил докторскую диссертацию), он дал возможность Мари поработать в своей лаборатории. Через год Мари и Пьер вступили в брак.

Изучая загадочное происхождение урановых лучей Беккереля, явление, названное впоследствии Мари «радиоактивностью», супруги Кюри обнаружили при анализе так называемой урановой смолки, что она более радиоактивна, чем можно было ожидать, и в 1898 году пришли к выводу о существовании двух неизвестных элементов – полония и радия. Переработав тонну урановой смолки, полученной из Богемии, в 1902 году они выделили дециграмм чистого радия (белый тусклый порошок,



*Мари и Пьер Кюри (1894)*

напоминающий поваренную соль), определили его атомный вес и место в таблице Менделеева (металлический радий получен в 1910 году совместно с А. Дебьерном – Нобелевская премия по химии, 1911).

Современный лаборант убежал бы в ужасе из лаборатории, где работали супруги. Она находилась в сарае, «отличающемся отсутствием каких-либо удобств и признанном непригодным даже для хранения мертвецов». И так четыре года подряд «одна заря сменить другую спешит, дав ночи полчаса» (А. С. Пушкин. Медный всадник).

В то же время на предложение промышленников из США запатентовать радий Пьер ответил: «Нельзя. Это противно духу науки». И в дальнейшем супруги отказывались от орденов, знакомств с королями, просьб об избрании в Академию.

В 1901 году Анри Беккерель ворвался в квартиру Кюри, сообщив, что на его теле образовался ожог там, где он носил пробирку с радием. Пьер Кюри привязал к предплечью такую же пробирку и через 10 часов обнаружил ожог (рана зажила только через два месяца). Так началась новая наука – радиобиология.

Ещё не было осознано, что большие дозы радиации порождают лучевую болезнь. Работы с радием велись вручную. Внутренность сарая, где работали супруги, светилась. Даже в 1958 году на выставке в Брюсселе «негодовал» счётчик радиоактивности рядом с записной книжкой Мари Кюри. Жертвами лучевой болезни стала не только она, но и сотни тех, кто создавал атомную бомбу в США и СССР.

После трагической гибели мужа Мари до конца своих дней не оставляла научный поиск, впервые применив радиоактивное излучение в медицине и создав Институт радия.

Её дочь Ирен (1897–1956) с мужем Фредериком Жолио (1900–1958)\* в 1935 году стали лауреатами Нобелевской премии по химии «за выполненный синтез новых радиоактивных элементов».

Другим ярчайшим представителем, именуемым «отцом» ядерной физики, был уроженец Новой Зеландии Э. Резерфорд\*\*. С отличием окончив школу (580 баллов из 600) и получив немаловажную для бюджета семьи премию в 50 фунтов, он продолжил учёбу и в 1894 году окончил местный университет. Итогом учёбы была работа, связанная

---

\* Фредерик Жолио-Кюри – не только выдающийся французский физик, но и общественный деятель, в годы Второй мировой войны активный участник Сопротивления, в 1942 году становится членом Французской компартии, один из основателей и лидеров Всемирного Движения сторонников мира и Пагуошского движения учёных.

\*\* Воистину, в физике грани XIX–XX веков, почти по выражению В. Маяковского, «Что ни страница, то лев или львица».



с обнаружением высокочастотных радиоволн, и магнитный детектор — один из первых приёмников таких волн.



*Ирен и Фредерик Жолио-Кюри*

Поработав преподавателем в средней школе и воспользовавшись стипендией, назначаемой раз в два года самым одарённым молодым подданным Великобритании, проживавшим в колониях, в 1895 году Резерфорд после долгого морского круиза прибывает в Англию в Кавендишскую лабораторию Кембриджа под начало её директора Дж. Томсона (здесь в одной комнате он жил с будущим выдающимся французским физиком, антифашистом и коммунистом (1944) Полем Ланжевенем).

Он планировал заниматься детектором радиоволн, но финансировавшая эту тему государственная почта Великобритании отказалась от услуг Кавендишской лаборатории и передала деньги умельцу создавать рекламу Маркони. Стипендии не хватало, Резерфорд начинает работу ассистентом у Дж. Томсона по изучению процесса ионизации газов под действием рентгеновских лучей.

В 1898 году он открывает альфа- и бета-излучения и делает первые шаги в исследовании только что открытого явления радиоактивности.

Осенью Резерфорд становится профессором университета в Монреале (Канада) и в 1903 году в сотрудничестве с будущим нобелевским



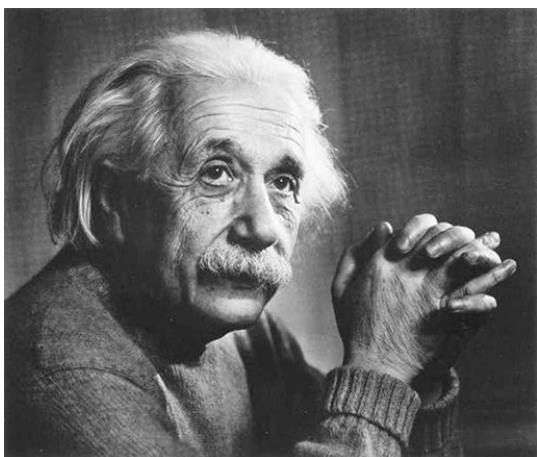
*Эрнест Резерфорд  
(1871–1937)*

лауреатом по химии (1921) Ф. Содди даёт обоснование идее о преобразовании элементов в процессе радиоактивного распада.

Примечательно, что в 1905 году из Германии в Монреаль к Резерфорду приезжал на годичную стажировку Отто Ган (1879–1968), будущий пионер в области радиохимии и нобелевский лауреат (1944).

В 1907 году Резерфорд покидает Канаду и становится профессором Манчестерского университета. В 1908 году ему была присуждена Нобелевская премия по химии «за проведённые исследования в области распада элементов в химии радиоактивных веществ». В 1911 году своим опытом рассеяния альфа-частиц он доказал существование в атоме положительно заряженных частиц – протонов (ядра) и отрицательно заряженных электронов, открытых Томпсоном, создав планетарную модель атома. В 1919 году, обстреляв азот альфа-частицами, он обнаружил появление кислорода и тем самым показал возможность превращения элементов\*. Выкачав из пробирки с радием воздух, Резерфорд обнаруживает его радиоактивность, открыв новый элемент, названный эманацией радия, – радон.

Воистину, почти по Пушкину: «О, сколько нам открытий чудных готовит просвещенья век...».



*Альберт Эйнштейн  
(1879–1955)*

В 1902 году на заборах г. Берна попадалось объявление: «Альберт Эйнштейн, окончивший политехникум, даёт уроки физики желающим по 3 франка в час». «Счастье улыбнулось» – и он получает место эксперта третьего класса в Бернском патентном бюро. В 1905 году в «Анналах физики» появляется его статья «К электродинамике движущихся тел» – родилась теория относительности. В том же году появляется и *формула атомного века*  $E = m \cdot c^2$ ,

устанавливающая связь между веществом и энергией.

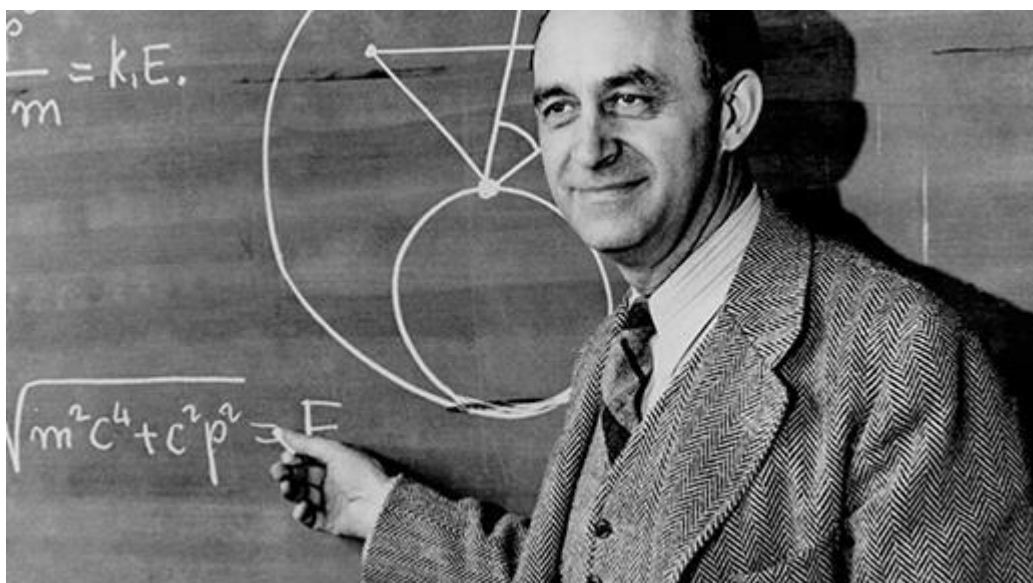
Основоположник квантовой физики Макс Планк (будущий нобелевский лауреат, 1918) называет Эйнштейна «величайшим физиком нашего времени». Лекции в университетах Берна, Цюриха, Праги, Берлина (1908–1933). Работы над общей теорией относительности, кванто-

---

\* Его учениками были советские академики П. Л. Капица, Ю. Б. Харитон и А. И. Лейпунский.

вой теорией. Нобелевская премия (1922). Неприятие «истинно германского духа». Почётный академик АН СССР (1926). Переезд в США. Принстонский Институт перспективных исследований.

Затишье перед бурей [31]. Обстрел атома положительно заряженными альфа-частицами не даёт значимого эффекта (одинаковые заряды мешают попаданию в ядро). Странность – число протонов в ядре не совпадает с атомным весом. Немецкие физики Боте и Беккер, обстреливая бериллий, обнаруживают излучение большой проникающей мощности. Джеймс Чедвик открывает новую частицу – нейтрон (1932). Ирен и Фредерик Жолио-Кюри создают радиоактивные изотопы (1934), начинается эра искусственной радиоактивности. Энрико Ферми и его друзья по Римскому университету обстреливают уран нейтронами в надежде получить следующий девяносто третий элемент таблицы Менделеева и обнаруживают в итоге десяток разных элементов. Независимо друг от друга Ирен и Фредерик Жолио-Кюри, Отто Фриш и Лиза Мейтнер говорят о возможности взрывного расщепления ядер урана под действием нейтронов, о цепной реакции (нейтрон, расщепив ядро, порождает новые нейтроны, и выделяется колоссальная энергия). Но почему в лаборатории при облучении куска урана нейтронами нет взрыва?



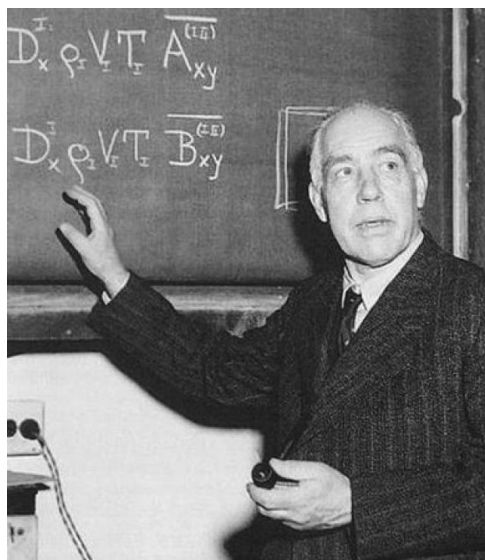
*Энрико Ферми (1901–1954)*

Ответ на этот вопрос прозвучал в 1940 году в статьях советских физиков Я. Зельдовича и Ю. Харитона [31], где прозвучало понятие критической массы. Какова она? Как управлять цепной реакцией?



*Яков Борисович Зельдович (1914–1987)  
и Юлий Борисович Харитон (1904–1996)*

Атомная физика была предметом интереса физиков всей Европы – от Урала до Франции, но наступил момент Исхода (см. «Ветхий завет»). В 1933 году в Германии, заражённой вирусом «Deutschland über alles», приходят к власти нацисты с идеологией государственного антисемитизма и антикоммунизма. Уезжают от фашистской чумы не только Эрих Ремарк, Стефан Цвейг, Лион Фейхтвангер и другие деятели литературы и искусства. Уехала из Германии в США элита естественных наук: Лиза Мейтнер и А. Эйнштейн, из Венгрии – Джон фон Нейман, Лео Силард и Эдвард Теллер, из Италии – Энрико Ферми и Бруно Понтекорво. В Англию едут Отто Фриш и Рудольф Пайерлс, из оккупированной Дании уезжает лауреат Нобелевской премии по физике (1922), один из создателей современной физики Нильс Бор.



*Нильс Бор (1885–1962)*

В Испании Гитлер и Муссолини испытали своё оружие против республиканцев и легендарных Интернациональных бригад. Чемберлен и Даладье предали Чехословакию. Польша продолжает тешить свою ненависть к СССР. Началась Вторая мировая война.

В октябре 1941 года Бора посетил В. Гейзенберг с вопросом о моральности работы в военное время над атомной бомбой [32]. Бор понял, что в Германии, где оставались В. Гейзенберг, О. Ган, В. Боте (работали по доброй воле или вынужденно, но после войны протестовали против такого вооружения бундесвера), идёт такая работа.

Физики били тревогу, зная, что такое нацизм. 2 августа 1939 года, по инициативе Силарда и Теллера, А. Эйнштейн обращается с письмом к президенту ещё не воевавших США Франклину Делано Рузвельту об опасности создания Германией атомной бомбы с призывом к активизации атомных исследований в США. Несмотря на мощную оппозицию вступлению США в войну и сильное прогитлеровское лобби, пожалуй, самый мудрый среди президентов страны, выведший её из жесточайшего кризиса, благословляет так называемый Манхэттенский проект под научным руководством Роберта Оппенгеймера, в котором приняли участие именитые эмигранты из оккупированной Европы.

Решается проблема замедления цепной реакции – тяжёлая вода и графитовые стержни, отвергнутые Ганом. Гибнут от облучения молодые физики, ищущие критическую массу. 2 декабря 1942 года руководители проекта получают сообщение: «Итальянский мореплаватель добрался до Нового Света» – Энрико Ферми в Чикаго запустил первый атомный реактор на природном уране и графите в качестве замедлителя. К середине 1945 года первые бомбы готовы, но гитлеровская Германия повержена, а Япония готова к капитуляции.

От протестовавших против применения бомбы Оппенгеймера, Ферми, Бора, Эйнштейна больше уже ничего не зависело – бомба была в руках генерала Гровса и его соратников, а инициатора создания ООН как инструмента мира Ф. Д. Рузвельта сменил инициатор «холодной войны» с СССР Г. Трумен. Бомбы взорвались над Хиросимой и Нагасаки.

Разорённая Европа нуждалась в помощи. «Бесплатный сыр бывает только в мышеловке», план Маршалла, «спасительный» американский доллар и бомба завладели западным миром. Даже Франция, обязанная СССР своим авторитетом в послевоенном мире, в конечном счёте после ухода от власти главы Сопротивления генерала Шарля де Голля подчинилась американскому диктату.

В 1947 году сбылась мечта Махатмы Ганди, и в итоге его тактики ненасильственной борьбы за независимость от Великобритании Индия обретает свободу. Постепенно рождается наука, занимающая достойное место в мире.

В борьбе с Гоминьданом, возглавляемым Чан Кайши, и японской агрессией Чжу Дэ (соратник Мао-Цзедуна, порвавший с ним во время

пресловутой культурной революции) создаёт китайскую Красную армию. В 1949 году провозглашается Китайская народная республика, ещё 22 года не признаваемая США.

Ушло время проб и ошибок. Дороговато стало строить самолёты на авось – полетит или нет? Возможности физического моделирования методом подобия при строительстве гидросооружений, запуске ракет к Марсу, конструировании атомных станций или нефтяных вышек на Ямале весьма ограничены. Физики первыми стали прибегать к математическому моделированию физических явлений, породив так называемую математическую физику, доведение уравнений которой до числового ответа к середине XX оставалось задачей колоссальной трудоёмкости. Конечно, идея автоматизации вычислений была не нова, но попытка её реализации Чарльзом Бэббиджем на механической элементной базе оказалась дорогостоящей и ненадёжной (всегда находились деньги на пушки, но не на «развлечения учёных»), потому как по несовершенству элементной базы, так и по некритической потребности в вычислениях это дело застопорилось более чем на век.

Ричард Ф. Фейнман, один из участников Манхэттенского проекта и автор знаменитых «Фейнмановских лекций по физике», в своей известной книге [33] шутил по поводу расчётов американской атомной бомбы: «...Проблема, над которой я работал, была вот какой. Нам приходилось делать множество вычислений... У нас были ручные арифмометры. Нажимаешь на них, и они умножают, делят, прибавляют и т. д., но не так легко, как это делается сейчас. Это были механические приспособления, часто ломающиеся, их то и дело приходилось отсылать на фабрику для починки. Довольно быстро все оставались без машинок...».

При создании атомной бомбы в СССР [17] «думателем» и «вычислителем» был физик-теоретик Лев Ландау\*. Его соратник академик Исаак Халатников вспоминал, что задача, порученная ему Ландау, была связана с большим объёмом численных расчётов. Поэтому создали вычислительное бюро: 20–30 девушек, вооружённых немецкими электрическими арифмометрами Mercedes и Rheinmetall. А таких бюро в США и СССР появились сотни. Требовались большие деньги и много-много аккуратных девушек. Автоматизация вычислений стала одной из первоочередных задач.

---

\* Его десяти томный «Курс теоретической физики» для вузов (совместно с Е. М. Лифшицем), наряду с «Фейнмановскими лекциями по физике», до сих пор и по содержанию, и по стилю изложения остаётся шедевром учебного пособия.

## Глава 6. ЭРА ЧИСЛОВЫХ АВТОМАТОВ НАЧИНАЕТСЯ

### 6.1. Первая автоматическая вычислительная машина

Создание первой автоматической вычислительной машины (АВМ) связано с именем американского физика Говарда Эйкена (Howard Aiken) из Гарвардского университета [6], который в 1936 году при исследовании поведения заряженных частиц в вакуумной трубке столкнулся с проблемой численного решения обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений (и сегодня это требует значительного объёма вычислений). Предложенная им идея создания суперкалькулятора, который позволил бы решать подобные задачи автоматически, не нашла финансовой поддержки руководства вуза, и в 1937 году проект предполагаемой АВМ был представлен главе IBM Томасу Дж. Уотсону старшему. Автор говорил, что (для наших дней это азбучные истины) машина не только ускорит выполнение арифметических операций, но будет работать с отрицательными числами (!) и после установки начальных значений и пуска автоматически, без постороннего вмешательства, выполнять последовательность операций до завершения решения (ни арифмометры, ни табуляторы подобных итерационных процессов не допускали). Хотя Уотсон без восторга отнёсся к такому предложению, сомневаясь в достаточном количестве будущих покупателей, но обеспечил частичное финансирование проекта. Активным спонсором выступили ВМС США, сознававшие, что в случае войны морякам-артиллеристам потребуется оперативное создание баллистических таблиц (для наводки орудий с учётом расстояния, скорости ветра и др.).

Г. Эйкен выступал как идеолог разработки (разрядность, система кодирования входной информации, способы управления вычислительным процессом, вводом информации и выводом результатов и т. д.). Инженерная же команда IBM на опыте разработок счётно-перфорационной техники воплощала в жизнь его замыслы.

Реальное конструирование машины началось в 1939 году, а в январе 1943 года «Вычислительная машина с автоматическим управлением последовательностью операций» (Automatic Sequence Controlled Calculator, ASCC), или Harvard Mark I, выполнила тестовую программу



*Говард Гатуэй Эйкен  
(1900–1973)*

и после тестирования была передана Гарвардскому университету, а 14 августа 1944 года представлена прессе [5].



ASCC (IBM-ASCC-1944-1)

Размеры этого супергиганта были впечатляющими (15,5 м в длину; 2,4 м в высоту; 0,6 м в глубину; вес 35 т; свыше 750000 деталей; 800 км проводов).

Управление работой машины выполнялось с перфоленты (*sequence tape*), где команды задавались соответствующей группе перфораций-отверстий. Прочитанная с помощью контактных щёток совокупность электрических сигналов определяла очередное действие машины, и после завершения операции лента сдвигалась к следующей группе. Машина была двухадресной, команда задавалась тремя восьмипозиционными полями (адреса откуда-куда и код арифметической операции). Машина оперировала с 24-разрядными десятичными числами с фиксированной точкой (1 разряд на знак, 23 на дробную часть), хранившимися в 72 регистрах, реализованных на зубчатых колёсах, и 60 регистрах «постоянной памяти» с ручным вводом. Имелось устройство для вычисления логарифмов, антилогарифмов и синусов.

Не вдаваясь в технологию выполнения операций, заметим, что Эйкен находился под влиянием идей аналитической машины Бэббиджа, но, будучи незнаком с комментариями Ады Лавлейс, не включил в набор команд машины команду условного перехода. В 1946 году появилась специальная перфолента, которая могла возвращаться назад, и устройство считывания для организации ветвления.



Удивление современников вызывала элементная база машины. Норберт Винер писал: «Меня очень удивило, что Эйкен в качестве основных элементов своей машины выбрал сравнительно медленно действующие механические реле, не придав значения громадному увеличению скорости вычислений, которого можно было бы достигнуть с помощью электронных реле».



*Электромеханическое реле*

В самом деле, электромеханические реле за столетнюю историю (изобретены в 1831 году) зарекомендовали себя и составили элементную базу табуляторов, тогда как преимущества молодой ламповой техники вызывали сомнения Эйкена (почему-то он счёл, что «использование электронных реле – дело никому не нужное и морально нечистоplotное»). Верный этому суждению, Эйкен не перешёл на электронную элементную базу и в последующих машинах Mark II (1947), Mark III (1951) и Mark IV (1952).

Mark I был установлен в Гарвардском университете и во время войны вычислял баллистические таблицы по заданию ВМФ, под присмотром флотских офицеров. Как вспоминал один из разработчиков [6], «...эти офицеры с умным видом ходили вокруг машины, отдавая друг другу честь, и создавали впечатление, что управляют ею, стоя по стойке смирно. Лишь щёлканье контактов многочисленных реле нарушало тишину, и казалось, что множество старушек шелестят стальными спицами». Этот шелест продолжался до 1958 года.

Mark I, не оказав значимого влияния на развитие вычислительной техники, доказал возможность создания автоматического программно управляемого устройства, способного решать сложные научные задачи.

Mark I, не оказав значимого влияния на развитие вычислительной техники, доказал возможность создания автоматического программно управляемого устройства, способного решать сложные научные задачи.

## **6.2. Вторая женщина в истории АВМ**

Примечательно, что в создании Mark I и первых шагах в автоматизации программирования участвовала вторая в истории, после Ады Лавлейс, женщина-программист Грейс Хоппер.

Окончив Йельский университет в 1930 году со степенью магистра, в 1934 году там же она получила степень доктора математических наук под руководством норвежского математика, специалиста в области теории графов Ойстина Оре\* (1899–1968). Опубликовав диссертацию «Но-

---

\* Оре, О. Графы и их применение. – М. : Мир, 1965. – 174 с.

вые типы критериев неприводимости», она до 1943 года преподавала математику в колледже. Поступив на службу в ВМС в декабре 1943 года и с блеском окончив Школу курсантов резерва, Г. Хоппер в звании младшего лейтенанта была назначена в бюро артиллерийских вычислительных проектов при Гарвардском университете. Там она занималась программированием на компьютере Mark I под руководством Г. Эйкена. В 1949 году Хоппер как старший математик присоединилась к команде разработчиков UNIVAC I, которая в 1952 году выпустила первый в истории транслятор-компилятор «A Compiler», где обеспечивались не только арифметические операции, но и условный переход. В 1959–1961 гг. при её прямом участии в развитие концепции машинно-независимых языков программирования был создан язык COBOL, долго остававшийся наиболее распространённым языком для бизнеса. Как это ни удивительно для ВМС всех стран, при всей их предвзятости к женщинам, Г. Хоппер завершила свою службу во флоте в звании контр-адмирала.



*Грейс Хоппер (1906–1992) и Mark II*

Программистам и инженерам старших поколений знакомо слово *debuggin* как символ отладки – устранения неисправностей в технике или программном обеспечении. Утверждают, что когда в 1946 году реле Mark I оказались забиты мотыльками и «эксплуататоры машины» вылавливали пинцетами их останки, на вопрос начальства «чем они занимаются» Хоппер ответила этим термином («ловля насекомых»).

### 6.3. Релейные машины К. Цузе

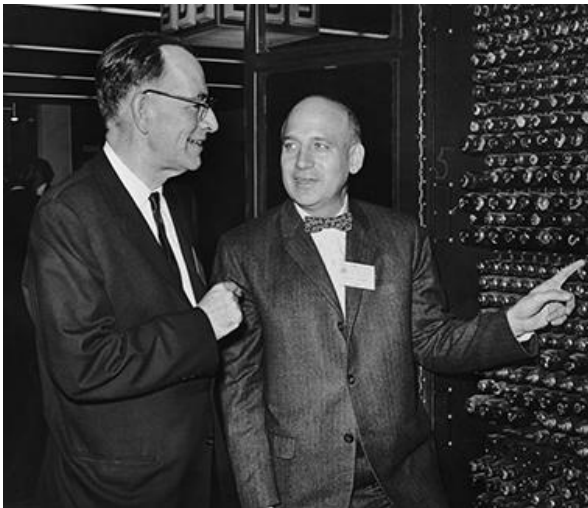
Поскольку сборка и ввод в эксплуатацию Mark I длились весьма долго, считают, что первенство в создании АВМ принадлежит К. Цузе, предложившему в 1941 году дешёвый в производстве релейный двоичный компьютер Z3.

В 1936 году Цузе занялся созданием программируемой счётной машины, в которой десятичной системе счисления предпочёл двоичную. В 1938 году появилась первая действующая экспериментальная модель Цузе Z1. В 1940 году он доработал первую версию как Z2 на основе телефонных реле и считывания инструкций с перфорированной киноплёнки. Наконец в 1941 году Цузе создал более совершенную получившую практическое применение модель Z3, где условный переход и циклы не предусматривались. Но все три машины были уничтожены при бомбардировке Берлина в 1944 году.

В сентябре 1950 года была закончена и реально заработала в Цюрихе первая в Европе модель Z4, на пять месяцев опередив Mark I.

### 6.4. Первая электронная вычислительная машина

Знаменитая машина ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer* – электронный цифровой интегратор и вычислитель), как и Mark I, предназначалась для создания трудоёмких баллистических



*Джон У. Мочли  
и Дж. Преспер Эккерт*

таблиц сотрудниками лаборатории министерства обороны США на Абердинском полигоне в штате Мэриленд. Поскольку лаборатория не справлялась с работой, в Высшем техническом училище Пенсильванского университета был создан вспомогательный вычислительный центр. Его сотрудники Д. У. Мочли (John William Mauchly, 1907–1980) и Д. П. Эккерт (1919–1995) вознамерились придумать что-то более эффективное вместо используемого для грубых расчётов дифференциального анализатора [5]. В августе 1942 года они выдвинули заявку о создании компьютера на электронных лампах, затерявшуюся в инстанциях. Услышавший об этой идее лейтенант Герман Голдстейн (1913–2004), военный представитель при училище, знающий о проблемах срочной подготовки баллистических таблиц для Экспедиционного

корпуса в Северной Африке, до войны преподававший математику в Мичиганском университете, сразу же оценил значение этого проекта и предпринял усилия к заключению в апреле 1943 года контракта армии с училищем [7].

В группе 50 разработчиков быстрый и общительный Мочли генерировал идеи, а сдержанный, хладнокровный и осторожный Эккерт подвергал эти идеи строгому анализу, желая убедиться, что они действительны. Чтобы машина была понятна человеку, Мочли предпочёл десятичную систему счисления, что требовало использования 17000 ламп, и Эккерту пришлось потрудиться, чтобы лампы выходили из строя не каждую секунду, а одна-две в неделю. Заметим, что Эккерт для контроля исправности аппаратуры разработал программу, создав прецедент для разработчиков всех последующих электронных вычислительных машин (ЭВМ).

Монтаж ENIAC был завершён в конце 1945 года, когда окончилась война, для нужд которой он создавался. Однако контрольная задача для её проверки была уже связана с расчётами принципиальной возможности создания водородной бомбы, предложенной «ястребом» Э. Теллером. Затем прогнозировалась погода в СССР для предсказания направления выпадения ядерных осадков в случае ядерной войны, создавались таблицы стрельбы (уже ядерными боеприпасами), решалась сложнейшая задача обтекания воздухом крыла сверхзвукового самолёта [8]. Компьютер был представлен публике 14 февраля 1946 года. Затем он был перевезён в Лабораторию баллистических исследований армии США, где проработал до октября 1955 года. Заметим, что, с подачи С. Улама, расчёты по термоядерному взрыву проводились методом Монте-Карло, который к настоящему времени стал основным методом при решении многомерных задач.

В 1949 году Джон фон Нейман использовал ENIAC для расчёта чисел  $\pi$  и  $e$  с точностью до 2000 знаков после запятой. Эта работа послужила базой создания датчиков случайных чисел (непрерывный элемент программного обеспечения всех ЭВМ).

Весной 1950 года, при участии Джона фон Неймана, был произведён первый успешный численный прогноз погоды. Но даже при упрощённых моделях атмосферных потоков прогноз на следующий день требовал 24 часа. Большая часть времени уходила на распечатку и сортировку перфокарт. Тем не менее, благодаря накопленному опыту моделирования, современные суперкомпьютеры сегодня обеспечивают оперативный прогноз погоды на дни, недели и месяцы.

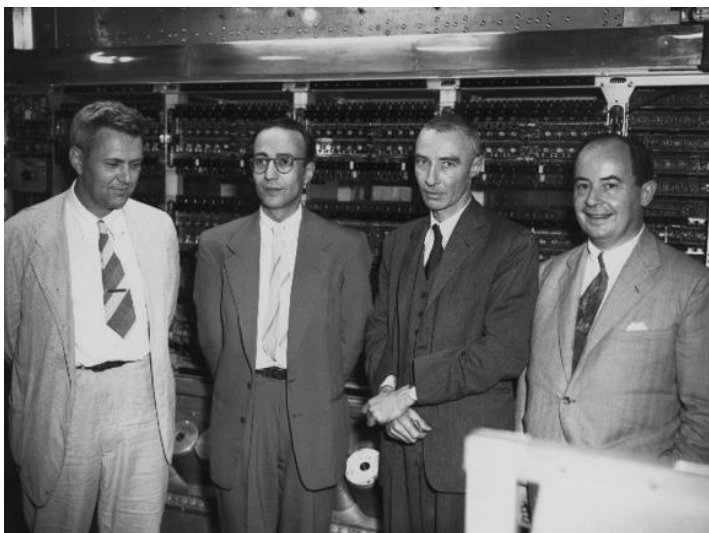
По габаритам ENIAC превосходил Mark I (первоначальный вариант весил 30 т, содержал 18000 электронных ламп), но тысячекратно

превосходил в быстродействии (около 5000 сложений или 360 умножений в секунду). Но...

Если первые годы он, в основном, использовался для выполнения однотипных баллистических расчётов, то при многообразии последующих задач возникли проблемы. Дело в том, что программа расчёта задавалась с помощью перекоммутации узлов машины, в отличие от Mark I и Z3, где программы считывались с перфоленты. Если требовалось перейти от вычислений баллистических таблиц к расчёту параметров аэродинамической трубы, приходилось бегать по комнате, пересоединять сотни контактов, как на ручном телефонном коммутаторе. В зависимости от сложности программы, такая работа занимала от нескольких часов до двух дней.

Другая проблема связана с тем, что внутренняя память машины была недостаточна для хранения используемых числовых данных.

В январе 1944 года Эккерт сделал первый набросок компьютера с более удобным дизайном, где программа не коммутировалась, а хранилась в памяти ЭВМ.



*Джулиан Бигелов, Герман Голдстайн,  
Роберт Оппенгеймер, Джон фон Нейман  
на фоне IAS*

Летом 1944 года военный куратор проекта Герман Голдстайн привлёк к работе над машиной знаменитого математика Джона фон Неймана [8]. На основе критического взгляда на архитектуру ENIAC и некоторых теоретических соображений Нейман предложил новые, очевидные для нашего современника, принципы создания компьютеров:

1) вся входная информация (входные сигналы) для ЭВМ кодируется в двоичной системе счисления;

2) программа (набор команд, выполняемый процессором ЭВМ автоматически друг за другом в определённой последовательности) хранится в оперативной памяти компьютера.

Так был создан теоретический и инженерный фундамент (1946) для следующей модели ЭВМ EDVAC (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*) с хранимой в памяти программой.

## 6.5. Джон фон Нейман – отец теории автоматов

Джон фон Нейман (1903–1957) принадлежит к тем немногим людям, которых справедливо называют гениями. Это был венгерско-американский математик, сделавший важный вклад в квантовую физику и логику, функциональный анализ, теорию множеств, теорию игр, исследование операций, экономику и другие отрасли науки [9].

Янош Нейман родился 3 декабря 1903 года в Будапеште. Ещё в 1913 году отец Неймана получил дворянский титул, и сын стал называться Янош фон Нейман или Нейман Маргиттай Янош Лайош, Иоганном в Германии и Джоном в США и всём мире.

Историки сообщают фантастические данные об этом ребёнке. Первым делом он полностью проштудировал 44-томную «Всемирную историю» так, что спустя годы цитировал любую её страницу, переводя на немецкий или английский, с некоторыми затруднениями – на французский или итальянский. В 6 лет Янош перемножал в уме шестизначные числа, а в 8 лет уже интересовался высшей математикой. В 10 лет Янош поступает в лютеранскую гимназию Будапешта, из стен которой вышли, помимо Неймана, многие выдающиеся учёные – лауреаты Нобелевской и других престижных премий, в том числе «отец» американской водородной бомбы Эдвард Теллер (1908–2003). Преподаватели замечают особые способности Неймана, приобщают его к лекциям и семинарам в университете, и в 18 лет он публикует первую научную работу.

В 1920 году Янош оканчивает гимназию и одновременно с математическим факультетом университета в Будапеште поступает в Технологический институт Цюриха (специальность – химическое машиностроение). Поскольку посещение лекций в обоих вузах не было обязательным, Нейман появляется в них на период экзаменов, посвящает остальное время занятиям математикой в Берлине и заслуживает похвалы знаменитого математика Германа Вейля.

В 1925 году Нейман получает в Цюрихе диплом инженера-химика и защищает докторскую диссертацию «Аксиоматическое построение теории множеств» в Будапеште. Он отправляется совершенствовать свои знания в Гёттинген, тогда физико-математическую столицу мира.



*Джон фон Нейман  
(1903–1957)*

Наряду с чисто математическими работами с великим Давидом Гильбертом и его сотрудниками Нейман, под влиянием бесед со стажировавшимся в Гёттингене будущим лауреатом Нобелевской премии по физике (1962) советским физиком-теоретиком Львом Давидовичем Ландау, в 1932 году издаёт книгу «Математические основы квантовой механики» и знакомится с идеями зарождавшейся тогда квантовой математики. На основе этих работ, с уклоном в физику, Нейман занимается теорией операторов. В 1927 году Нейман написал статью «К гильбертовой теории доказательства», где пытался обосновать непротиворечивость математики как теории в целом. Единственная неудача – в 1931 году Курт Гёдель опроверг это мнение, доказав, что если математическая теория построена на основе системы аксиом, то пользуясь только строгими правилами вывода, мы придём к противоречию!

В 1928 году Нейман статьёй «К теории стратегических игр» с доказательством знаменитой теоремы о минимаксе (существовании оптимальной стратегии в игре в двух игроков) открывает новую область математики – теорию игр. Вышедшая в 1944 году книга Неймана и Оскара Моргенштерна «Теория игр и экономическое поведение» (русский перевод в 1970 году) остаётся Библией экономистов и математиков, занимающихся экономикой.

К 1930 году Нейман понял, что в Венгрии адмирала Хорти и в Германии рвущихся к власти нацистов с провозглашаемым государственным антисемитизмом ему делать нечего, и принял приглашение на преподавательскую работу в Принстонский университет, где создавался Институт перспективных исследований. Здесь он работает рядом с А. Эйнштейном, К. Гёделем, Г. Вейлем, Р. Оппенгеймером. В 1936 году на два года в Принстон приезжал заниматься математической логикой Алан Тьюринг и опубликовал здесь знаменитую работу об универсальных вычислительных машинах. С начала войны Нейман считает себя обязанным принимать участие в борьбе с фашизмом. Он едет в Вашингтон, затем в Англию и с 1943 года разрабатывает методы оптимального бомбометания, участвует в работе созданных групп учёных, занятых тем, что впоследствии назовут теорией исследования операций.

Участвуя в Манхэттенском проекте по созданию атомной бомбы, Нейман математически доказал осуществимость взрывного способа детонации атомной бомбы и рациональность сбора бомбы из большего числа частей, а не единой массой.

В конце 1944 года Нейман был направлен в Пенсильванский университет консультантом в группу Мочли и Эккерта, разработчиков ENIAC. Здесь в 1946 году им был заложен теоретический и инженерный фундамент для следующей модели компьютера EDVAC с хранимой

в памяти программой. Он разработал общие принципы построения, архитектуры таких машин при любой физической реализации. Поэтому Неймана называют отцом теории автоматов – всего компьютерного направления в науке и технике.

«Предварительный доклад о машине EDVAC» в июле 1954 года с изложением принципов Неймана стал первой работой по цифровым ЭВМ, доступной учёному миру (некоторые источники датируют этот доклад июнем 1945 года).

Принципы параллельной обработки информации, заложенные фон Нейманом, обеспечили рывок быстродействия работы компьютерных сетей последних десятилетий.

Многие идеи фон Неймана так и не получили должного развития [9]. Например, идея существования критических уровней сложности системы, определяющих её вырождение или способность к самовоспроизведению. Не менее оригинальны его идеи построения надёжных устройств из ненадёжных элементов.

В 1955 году иностранец Нейман был назначен научным руководителем Комиссии США по атомной энергии. Но его подстерегла болезнь, от которой умер талантливый итальянский физик Энрико Ферми и многие другие участники Манхэттенского проекта, и 8 февраля 1957 года выдающийся учёный столетия Джон фон Нейман скончался.

### **6.6. Первые ЭВМ с манхэттенской архитектурой**

С 1948 года ENIAC стал компьютером с хранимой программой. Метод перекоммутации ушёл в прошлое. Более того, по предложению Неймана были использованы функциональные таблицы для хранения всех команд ENIAC, чтобы они вызывались как подпрограммы во время исполнения. В 1953 году к машине был подключён модуль памяти на магнитных сердечниках, шестикратно увеличивший объём оперативной памяти.

Следующая американская модель – машина EDVAC (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer* – электронный дискретный переменный компьютер), хотя и сильно отличалась от проекта Неймана, обладала существенными преимуществами над ENIAC. Использовались двоичная система счисления, память на ртутных линиях задержки: объём памяти составлял тысячу 44-битовых слов. Формат команды несколько необычный: четырёхадресный – два адреса источников, адрес результата и адрес следующей команды. Время операции сложения 864 мкс, умножения 2900 мкс. Имелось устройство чтения/записи с магнитной ленты и визуальное контролирующее устройство с осциллографом.

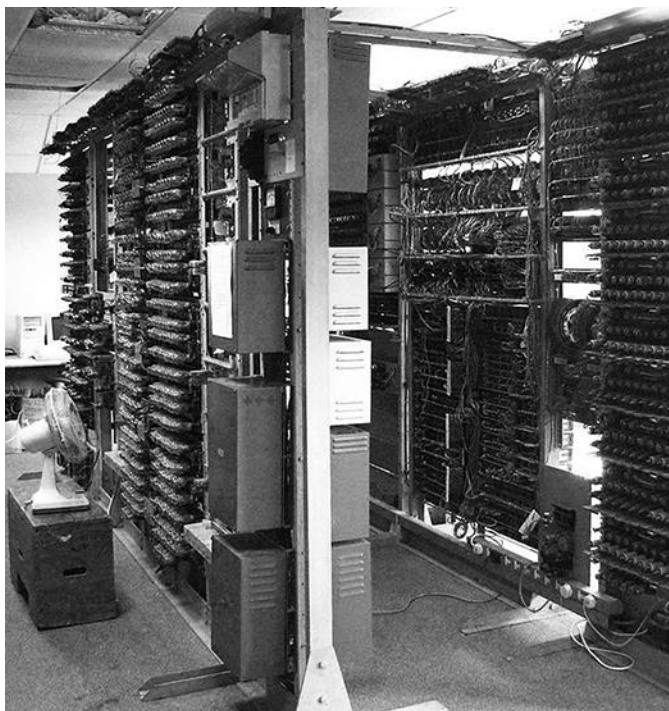


Установленный в 1949 году EDVAC реально приступил к работе в 1951 году и трудился до 1961.

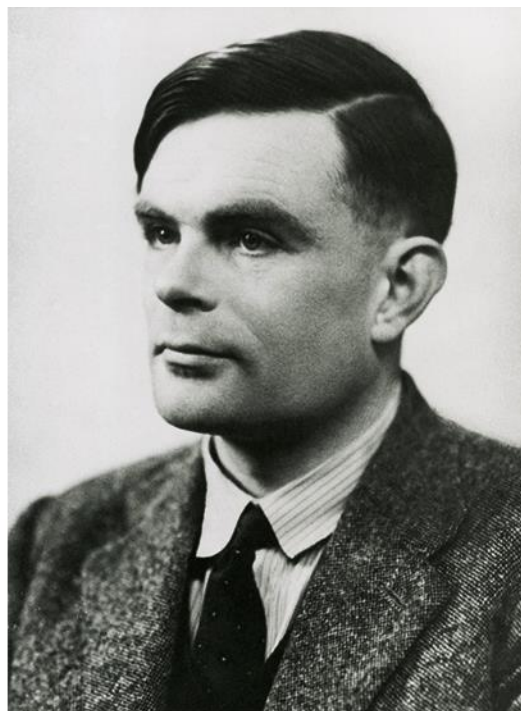
### 6.7. А. Тьюринг и британский Колосс

Достаточно давно, даже в нашей стране, было известно, что в университетах Великобритании создавались свои ЭВМ. Не представляла особого секрета разработка в Кембриджском университете группой во главе с М. Уилксом ЭВМ EDSAC (*Electronic Delay Storage Automatic Calculator*). Машина создавалась в соответствии с проектом EDVAC и была представлена публике в июне 1949 года, опередив американцев. Естественно, что обе ЭВМ создавались на средства военных ведомств.

Интересна предыстория первой программируемой британской ЭВМ Colossus (Колосс), остававшаяся секретом до 1975 года. Дата создания её моделей лежит в диапазоне 1943–1945 гг. Дело в том, что для англичан острой необходимостью была расшифровка перехваченных немецких радиосообщений, шифруемых с помощью систем ENIGMA и Lorenz SZ. Это было необходимо ради спасения морских конвоев от немецких подводных лодок, предупреждения тысяч мирных граждан о нападениях немецких бомбардировщиков и ФАУ). Утверждают, что в 1944 году удалось сократить время расшифровки перехвата с недель до часов. В решении этой задачи фантастической сложности, не потерявшей актуальности до наших дней, принимал участие А. Тьюринг (1912–1954), знаменитый математик, логик и криптограф, отец теории алгоритмов и основатель теории искусственного интеллекта.



*Colossus Mark II*



*Алан Мэтисон Тьюринг*

Тьюринг оказал существенное влияние на развитие информатики. Предложенная им в 1936 году абстрактная вычислительная «Машина Тьюринга» – модель компьютера универсального назначения позволила формализовать понятие алгоритма и до сих пор используется во множестве исследований.

Научные труды А. Тьюринга – общепризнанный вклад в теорию искусственного интеллекта. Во время войны Тьюринг занимался в Правительственной школе кодов и шифров. Он возглавлял группу, ответственную за криптоанализ сообщений военно-морского флота Германии. После войны Тьюринг проектировал компьютер с программой, хранимой в памяти, предложил «эмпирический тест Тьюринга для оценки искусственного интеллекта компьютера».

Один из его коллег заявлял: «Я не могу сказать, что мы выиграли войну благодаря Тьюрингу, но беру на себя смелость сказать, что без него мы могли её проиграть» [2, 5].

И сегодня тысячи специалистов занимаются проблемами помехозащищённости при передаче информации, её секретности и, увы, взлома её хранилищ.

## 6.8. Машины фон Неймана

Для воплощения своих идей Нейман в конце 1945 года, когда закончились работы над ENIAC и EDVAC существовал только в проекте, начал в Принстоне работу над ЭВМ IAS (IAS machine, машина Института перспективных исследований), которая была завершена в 1951 году. Заметим, что это была одноадресная ЭВМ, оперирующая 40-битовыми словами. Естественно, что использовался принцип совместного хранения команд и данных в памяти компьютера («Архитектура фон Неймана») и IAS стала образцом для компьютеростроения.

Другая совершенная ЭВМ MANIAC (*Mathematical Analyzer, Numerical Integrator and Computer or Mathematical Analyzer, Numerator, Integrator and Computer* – математический анализатор, числовой интегратор и компьютер или математический анализатор, нумератор, интегратор и компьютер), созданная под руководством Н. Метрополиса, работала в Лос-Аламосе в 1952–1957 гг. Оперативная память на электронно-лучевых трубках (трубках Вильямса) размером 1024 40-битовых слова дополнялась долговременной на магнитном барабане ёмкостью 10000 слов. Машина работала со скоростью 10000 операций в секунду.

Общеизвестно, что MANIAC использовалась для расчётов по водородной бомбе (и даже говорили, что эта бомба родилась под знаком «маньяка»). С её помощью решали задачи гидродинамики, пытались декодировать ДНК, выявляли возможности нового в вычислительной ма-

тематике метода Монте-Карло и, как повелось среди программистов всего мира, учили её решать шахматные задачи (варианты расстановки ферзей, эндшпили) и даже играть на усечённой шахматной доске размером  $6 \times 6$ .

За этой моделью последовали MANIAC II и MANIAC III.

Но все упомянутые машины были уникальны и использовались ограниченным кругом учёных.

### 6.9. UNIVAC – первая коммерческая машина

В 1947 году Мочли и Эккерт, создав свою компанию (в 1950 году куплена фирмой Remington Rand), при субсидировании ВВС США и Бюро переписи населения начали проектировать серийный компьютер UNIVAC (*UNIVersal Automatic Computer*). В отличие от своих предшественников ENIAC и EDVAC, UNIVAC задумывался как чисто коммерческий компьютер, не связанный с разработкой оружия, но уже второй экземпляр UNIVAC I был продан Пентагону. За период 1951–1958 гг. было создано и продано 46 экземпляров компьютера (не забывайте о серьёзной их стоимости и общепринятой аренде машинного времени).



*UNIVAC и Джон Мочли*

UNIVAC I имел существенные габариты: 5200 электровакуумных ламп, вес 13 т, площадь в  $35,5 \text{ м}^2$  и размеры  $4,3 \times 2,4$  при высоте 2,6 м. Вычислительные возможности – около 1905 операций в секунду, оперативная память из 1000 72-битовых слов, возможность подключения до 10 лентопротяжек, осциллограф и, что было приятно пользователям того времени, электрическую пишущую машинку.

Вызывает некоторое удивление нестандартное использование двоично-десятичной арифметики с 64-ричным основанием. Дело в том, что программисты машин первых поколений для представления десятичного числа либо переводили его в двоичную систему, либо представляли каждую цифру 4-битовым кодом (5 – 0101, 9 – 1001) и использовали перевод в двоичную систему и обратно при вводе-выводе. 64-ричное основание требовало 6 бит на цифру. 72-битовое слово для чисел между  $-1$

и +1 представлялось одиннадцатью знаками после запятой: 0,25 – 025000000000 в кодировке UNIVAC.

При вводе использовалась восьмидорожечная лента (шесть дорожек для данных, одна – для контроля чётности и одна – для синхронизации) – широкая или узкая бронзовая с никелевым покрытием (в последующих моделях заменена на пластмассовую).

### **6.10. IBM выходит на большую дорогу**

Известная фирма, созданная Г. Холлеритом, уже полвека не испытывала финансовых трудностей, поставляя свои табуляторы всему миру. Даже после прихода Гитлера к власти она открыла завод в Берлине и продолжала снабжать фашистов качественными счётными машинами для статистики по концлагерям (Code 8 – евреи, Code 11 – цыгане, Code 001 – Освенцим, Бухенвальд и так далее). Разумеется, «ничего преступного и аморального, это просто бизнес. Чем мы хуже Генри Форда, в 1940 году снабжавшего Третий Рейх автомобилями, автопокрышками, авиамоторами, или «Стандарт Ойл», снабжавшей нефтью и родную армию, и фашистов».

Однако с появлением Mark I фирма осознала перспективы производства ЭВМ и сопутствующего оборудования, приступив к разорению конкурентов и скупая «мозги» (к середине семидесятых IBM контролировала свыше 70 % рынка ЭВМ). Немало этому способствовал заказ армии США на выполнение большого проекта SAGE – компьютерной континентальной системы защиты от воздушных атак.

В 1952 году была уже выпущена модель IBM-701. Это была одноадресная машина, команды которой представлялись словами длиной 18 бит (6 – код операции, 12 – адрес), числа с фиксированной точкой длиной 36 или 18 бит, режим с плавающей точкой не поддерживался. Это была серия ламповых ЭВМ. В последующей серии IBM 7000 лампы сменились транзисторами, что и знаменовало переход ко второму поколению ЭВМ. Здесь уже фигурировали режим с плавающей точкой, идеи мультипрограммирования, способы обработки прерываний, память на магнитных сердечниках, быстродействие порядка сотен операций в секунду и т. д. Но и стоимость машины исчислялась десятками миллионов долларов. Хотя по этой причине серия была снята с производства, другие упомянутые новшества были реализованы в 1964 году в знаменитой IBM-360, открывшей серию третьего поколения ЭВМ.

### **6.11. Зарубежные конкуренты IBM**

Заслуживает внимания возникшая в конкуренции с IBM-709 французская ЭВМ Gamma 60 (компания Bull, 1957–1960). Структура машины

предусматривала возможность параллельной работы отдельных устройств. Особое внимание было уделено возможности обработки информации, представленной кодами произвольной длины [20]. Машина работала под управлением операционной системы GGZ-распределителя программ на магнитной ленте, содержащей интерпретатор команд оператора, обработчик ошибок, загрузчик.

Исключительной популярностью в литературе шестидесятых годов пользовался разработанный в Манчестерском университете (Великобритания) в рамках ядерной программы и введённый в эксплуатацию в декабре 1962 года один из первых суперкомпьютеров Atlas, в тот момент один из самых производительных компьютеров в мире, сопоставимый с самым быстрым суперкомпьютером IBM-7030 Stretch. Целью этой разработки было создание компьютера с быстродействием порядка миллиона операций в секунду. Размеры хранилищ для компьютера характеризовались следующими параметрами: 1) 48-разрядные слова (числа с плавающей запятой, два 24-битных адреса или целых числа со знаком, либо восемь 6-битных символов); 2) 24-битные адресные пространства (2 миллиона машинных слов, 16 миллионов символов), охватывающие хранилище супервизора, хранилище V (набор регистров для связи с устройствами ввода/вывода), фиксированное (только для чтения) хранилище и пользовательское хранилище; 3) 16 Кбайт машинных слов памяти на магнитных сердечниках (эквивалентно 96 килобайтам); 4) 96 Кбайт машинных слов памяти на четырёх магнитных барабанах (эквивалентно 576 килобайтам), объединённых с памятью на магнитных сердечниках в общее хранилище с поддержкой виртуальной памяти; 5) 128 24-битных быстродействующих регистров, которые могли быть использованы как индексные для модификации адреса операнда (в инструкции могут быть указаны два индексных регистра).

На Atlas впервые была представлена первая современная операционная система – супервизор Atlas.

Одним из первых высокоуровневых языков программирования для компьютера стал Автокод Atlas. Также для Atlas были созданы трансляторы-компиляторы языков Algol, Fortran и Cobol.

## **6.12. IBM-360 и третье поколение ЭВМ**

В 1964 году компания IBM объявила об успешном завершении продолжавшегося несколько лет в секрете проекта, стоившего компании около 5 млрд долл., и выпуске принципиально новой серии ЭВМ [2]. Была использована новая элементная база – интегральные микросхемы. Имел место отказ от тихоходных магнитных лент с последовательным доступом и переход к магнитным дискам ёмкостью 7,25 Мбайт с быст-

рым прямым доступом. При вводе-выводе информации использована новинка – алфавитно-цифровые дисплеи. Использован принцип микропрограммного управления, где каждая машинная команда реализуется последовательностью микрокоманд, хранящихся в сверхбыстрой памяти. Это дало возможность разным по мощности и комплектации процессорам иметь общий машинный язык.

Для IBM-360 было разработано многообразие периферийных устройств – жёсткие диски, накопители на магнитных лентах, оборудование для работы с перфокартами, различные коммуникационные интерфейсы и даже устройства распознавания текстов.

Ещё одна важная новинка – неограниченное виртуальное пространство. Если ранее пользователь присутствовал в машинном зале или доверял прохождению задачи некоторой управляющей программе, то здесь он получал терминал – отдельные монитор и клавиатуру, подключённые к одному центральному компьютеру (поддерживалось одновременное подключение до 248 терминалов).



*IBM-360*

Следующее десятилетие в истории IBM было связано с модификацией IBM-360 и появлением IBM-370, поддерживавшей 31-битную адресацию вместо 24-битной. В 1990 году была представлена 32-разрядная IBM-390.

## Глава 7. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В СССР

### 7.1. В ожидании «оттепели»

Завершались страшные годы войны, полные тревоги и ожидания треугольников и почтовых карточек с фронта. Старший из авторов уже знал, что дед расстрелян фашистами в Нальчике, дядя погиб на фронте, в последние дни 1944 года погибли братья на соседних фронтах в Прибалтике. Каждую вторую семью по соседству посещали такие горькие известия. Память на всю оставшуюся жизнь... Наконец, уже ожидаемая весть всколыхнула рабочий посёлок – Победа, конец войне, все первоклассники получили подарок (три карамельки «дунькина радость» и пряник). Радость, смешанная с горем постигших утрат.



*Письмо с фронта*

Дети войны в провинции, «далеко от Москвы», получавшие информацию из репродукторов, не знали об атомной бомбе, ракетах, кибернетике и о том, что где-то кто-то учит машины считать. Даже о радиолокации старший из авторов узнал не в школе, а из случайно попавшегося (практически на свалке) журнала «Британский союзник» 1947 года. Питались картошкой, получали хлеб по карточкам, из-за отсутствия тетрадей писали на страницах газет, учили математику по превосходным учебникам А. П. Киселёва и задачкам Н. М. Рыбкина с их полувековой историей, высаживали тополя на обочинах школьного двора. Периодически терпели крах в наивных попытках узреть самозарождение белка по Лепешинской (вода просто протухала) или сосну, произрастающую из берёзы (по Лысенко), – оказывается, учебники тоже иногда врут. Читали книги (в библиотеках в изобилии были Л. Толстой, М. Горький, Ч. Диккенс и даже «Три мушкетёра» А. Дюма, изданные в довоенные годы). В кино смотрели «Чапаева», «Как закалялась сталь» и фильмы с субтитрами «Этот фильм взят в качестве трофея...». Подрастая, усваивали требования общечеловеческой морали, идеалы утопического коммунизма, божественное величие Вождя народов и домашние рекомендации «Ешь пирог с грибами? Держи язык за зубами». Став постарше, не могли понять лозунга обострения классовой борьбы при социализме, борьбы с «безродными космополитами» (в одночасье обнаружили изъяны в репертуаре Л. Утёсова, музыке И. Дунаевского, публи-

цистике И. Эренбурга и стихах С. Маршака). И как финал этой борьбы, доведённой до маразма, «дело врачей». Как глупость воспринимался псевдопатриотизм, когда Лавуазье обвиняли в хищении закона сохранения материи у Ломоносова, а театр оперетты переименовали в театр музыкальной комедии. Популярный за счёт музыки и прекрасных актёров фильм «Кубанские казаки» с радостными и богатыми (по меркам того времени) колхозниками смотрелся как сказка на фоне окружающих нищих деревень и невозможности купить материю на школьный костюм и обувь в магазинах города. Десятиклассники конспектировали эпохальное творение вождя «Марксизм и вопросы языкознания» (без обсуждения на уроках, дабы не возбуждать сомнений в гениальности автора!?).

Став студентами томских вузов (конкурсы даже на точные и естественнонаучные специальности вчетверо превышали нормативы), обладали одним костюмом или двумя платьями, бегали в поддерживаемую железнодорожниками столовую ТЭМИИТа, где на столах был бесплатный хлеб, создавали коммуны, в меру своих способностей учились и иногда уходили из вуза (тройка на экзамене в университетах лишала стипендии – единственного для многих источника существования), оставались молодыми. Рядом учились представители десятка национальностей, в том числе множество детей ссыльных из Поволжья и Прибалтики.

Разумеется, в окружающем мире были стукачи (ябеды, по школьной терминологии). Были Первый отдел с его анкетами («Служба в царской армии», «Наличие родственников за границей» и т. п.), вековые болтуны с партбилетами и без таковых («Мы не сеем, не пашем, не строим/ Мы гордимся общественным строем») и просто «недоумки с инициативой». Но одинаково «состоятельные» студенты были готовы поделиться куском хлеба и прийти на помощь. Студенты, «не требуя предоплаты», рисковали передавать шпаргалки не столь трудолюбивым собратьям. Десятилетия спустя вспоминали «Над Томью серебряный город и нашей учёбы года». Школьная дружба и студенческое братство тех лет сохранялись на многие годы.

## **7.2. Советская физическая школа и физика атома**

Уже свыше четверти века пресса убеждает, что наши послевоенные научные достижения в атомной энергетике и ракетостроении лишь итог работы советской разведки. Спасибо иностранным идеалистам, антифашистам, осознававшим, что атомная бомба создаётся союзниками втайне от союзника, несшего наибольшие тяготы войны, что генералам она нужна для войны против СССР. И они оказались правы, столкнувшись после войны с позорной «охотой на ведьм», развёрнутой ФБР про-



тив мыслящей части интеллигенции – не только с чисткой Голливуда от коммунистов Чарли Чаплина и Артура Миллера, но и привлечением к суду руководителя Манхэттенского проекта Роберта Оппенгеймера, морально подавленного тем, что атомное оружие применено против жителей Хиросимы и Нагасаки.

Никакая разведка не смогла бы обеспечить столь успешный научно-технический рывок (в первую очередь, в сфере оборонного комплекса) без существования блестящей советской физико-математической школы. В 1921 году Герберт Уэллс посетил «Россию во мгле» и, встретившись с крупнейшими представителями науки, «изнурёнными заботой и лишениями», свидетельствовал: «Удивительно, что они вообще что-то делают. И всё же они успешно работают... Дух науки – поистине изумительный дух».

У нас был «папа советской физики» Абрам Фёдорович Иоффе (1880–1960). Выпускник Петербургского технологического института (1902), ассистент в лаборатории В. Рентгена (1903–1906), доктор наук (1915), член-корреспондент РАН (1918), академик (1920). По его инициативе в октябре 1918 года в Рентгенорадиологическом институте (Петроград, март 1918 года) создан физико-технический отдел, реорганизованный в 1923 году в Петроградский физико-технический институт (ныне ФТИ имени А. Ф. Иоффе), а в 1919 году физико-механический факультет Политехнического для подготовки физиков. Именно здесь началось становление научной школы мирового класса, давшей таких выдающихся советских физиков, как А. П. Александров, Я. Дорфман, П. Капица, И. Кикоин, И. Курчатов, Н. Семёнов, Я. Френкель и другие.

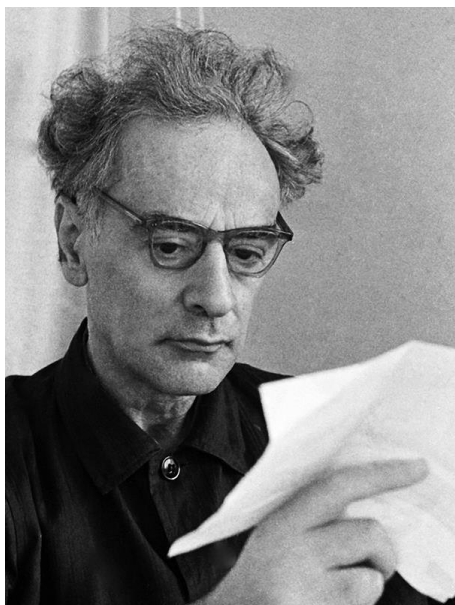
В 1924 году на IV Сольвеевском конгрессе «Проводимость металлов», куда приглашались лишь избранные звёзды мировой физики (Э. Резерфорд, М. Кюри, Х. Лоренц, П. Ланжевэн, Э. Шрёдингер, Луи де Бройль, Л. Бриллюэн и др.), доклад Иоффе удостоился комментария Марии Кюри «восхитительно». По инициативе Иоффе создаются физико-технические институты в Томске (СФТИ, 1928), Свердловске, Харькове, Днепропетровске. В тридцатые годы А. Ф. Иоффе добивается интенсификации исследований ядерных реакций и для этого в ЛФТИ создаёт лабораторию во главе с И. В. Курчатовым. В сентябре 1942 года на её базе создана Лаборатория № 2 АН СССР, дав старт советской атомной программе. До декабря 1950 года А. Ф. Иоффе возглавлял ЛЭТИ (в борьбе с «космополитизмом» был снят с поста директора и даже выведен из состава учёного совета), после 1954 года организовал Институт полупроводников АН СССР. В руководстве научной работой аспирантов и других многочисленных учеников он придерживался принципа: «Никогда не приписывай своей фамилии к статьям учеников, если не при-

нимал как учёный прямого участия в работе». Сегодня в интернете ему посвящено восемь миллионов страниц.

У нас был Игорь Евгеньевич Тамм (1895–1971) – лауреат Нобелевской премии по физике (совместно с П. А. Черенковым и И. М. Франком, 1958), разносторонний физик-теоретик, в 1946–1949 гг. возглавлял кафедру теоретической ядерной физики МИФИ и пользовался исключительным уважением коллег (физики предлагали ввести 1 тамм как единицу измерения порядочности).

У нас был Пётр Леонидович Капица (1894–1984) – лауреат Нобелевской премии по физике (1978) за открытие явления сверхтекучести жидкого гелия, в 1921–1934 гг. работал в Кембридже у Резерфорда, обманом задержан на родине, основатель Института физических проблем (ИФП). В 1945 году работал в составе Специального комитета по атомному проекту. Авторитетный и независимый человек вызволил арестованного Л. Ландау из застенков ГПУ. Берия был готов с ним расправиться, но Сталин предпочёл не трогать всемирно известного учёного.

Можно назвать десятки их коллег и учеников, работавших если не над атомным проектом, то над актуальными проблемами физики. Выше мы неоднократно упоминали Л. Ландау, которого знали не только



*Лев Давидович Ландау  
(1908–1968)*

физики по его знаменитому курсу теоретической физики. Легендарный физик Лев Ландау отличался требовательностью к знаниям претендентов на место в науке:

– Вы не знаете не только институтского курса, но даже школьной программы.

– Лев Давидович, но я проработал два тома Хвольсона (фундаментальный учебник физики).

– Если бы вы их прочли, у вас было бы другое выражение лица...

Он не терпел беспринципности в оценке знаний студентов, когда в погоне за показателями и по другим причинам пишут 3, имея 2 в уме. Экзамен по физике в 1932 году харьковские третьекурсники провалили все, кроме одного. Неслыханно!

Ландау намекнули, что знания студентов зависят от качества преподавания.

– Значит, им в школе плохо преподавали алгебру, – парировал Ландау.

– Какую алгебру? Вы же экзаменовали их по физике?

– Но если человек не знает алгебры, он в жизни не выведет ни одной формулы. Какой же из него выйдет инженер?..

В другом случае ему было заявлено:

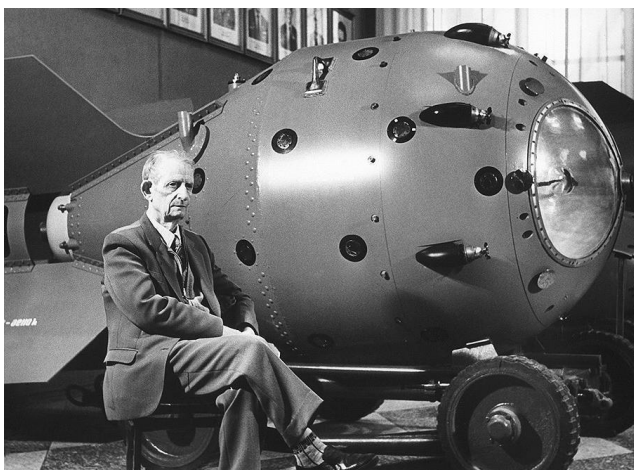
– У вас странные методы преподавания, профессор Ландау. Вы спрашиваете у студентов-физиков то, что входит в программу филологического факультета: кто написал «Евгения Онегина»? Педагогическая наука не допускает подобного, – недовольным тоном заявил ректор.

– В жизни не слышал большей глупости, – ответил Ландау и был уволен (доказывать неправоту оппонента он не стал и уехал в Москву).

Его девизами были: «Главное, делайте всё с увлечением. Это страшно украшает жизнь» и «Ввиду краткости жизни мы не можем позволить себе роскошь тратить время на задачи, которые не ведут к новым результатам».

В 1962 году Л. Д. Ландау попал в автомобильную катастрофу, весь научный мир следил за его состоянием, и студенты Новосибирского университета выходят на улицу с лозунгом: «Университету – имя Ландау!». Партия и правительство, «идя навстречу их пожеланиям», присваивает университету имя Ленинского Комсомола.

Особое место в истории советского ядерного оружия занимает Ю. Б. Харитон. Его отец был редактором кадетской газеты «Речь», в 1922 году вместе с 225 «классово чуждыми интеллигентами» выслан из России (по словам Троцкого, «расстрелять их нет повода, а терпеть невозможно»), в 1940 году в Риге арестован и погиб в лагере (повод уже не искали). В 1925 году Юлий окончил физмат Ленинградского политехнического института как «инженер-физик», слушая лекции А. Ф. Иоффе, и год спустя едет на два года в научную командировку в Кембридж к Резерфорду и там защищает докторскую диссертацию. В 1931–1936 гг. в лаборатории взрыва



*Юлий Борисович Харитон (1904–1996)*

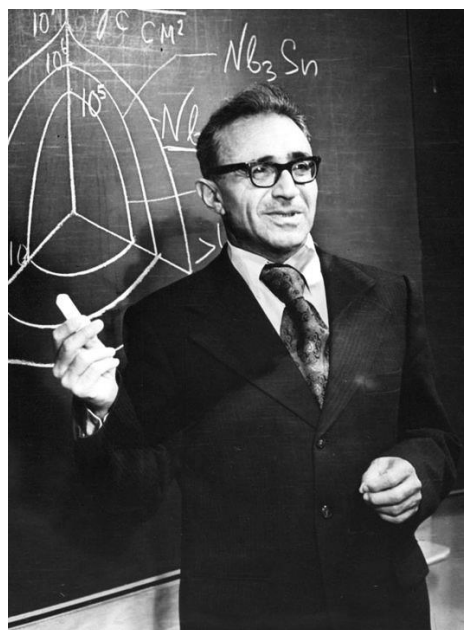
Института химической физики вместе с Я. Б. Зельдовичем определяет условия ядерной цепной реакции («Это открытие означает, что может быть создана бомба, которая разрушит город в радиусе 10 километров», И. Е. Тамм, 1939).

28 сентября 1942 года Сталин распорядился возобновить работы по ядерной проблеме (ещё не было победы под Сталинградом). В 1943 году Курчатов составил список участников проекта и предложил возглавить эту программу Харитону. Предстояло наверстать упущенное. Нужен был уран, сотни научных сотрудников, колоссальные затраты в стране, часть которой была оккупирована фашистами. Первая советская атомная бомба, во многом сходная с американской, была взорвана 29 августа 1949 года.

Борцы с идеализмом замолчали, и постепенно перестали быть лженаукой квантовая механика и ей подобные. Затраты на науку в 1946 году утроились. Сняты обвинения с настырных ракетчиков во главе с С. П. Королёвым, и спустя

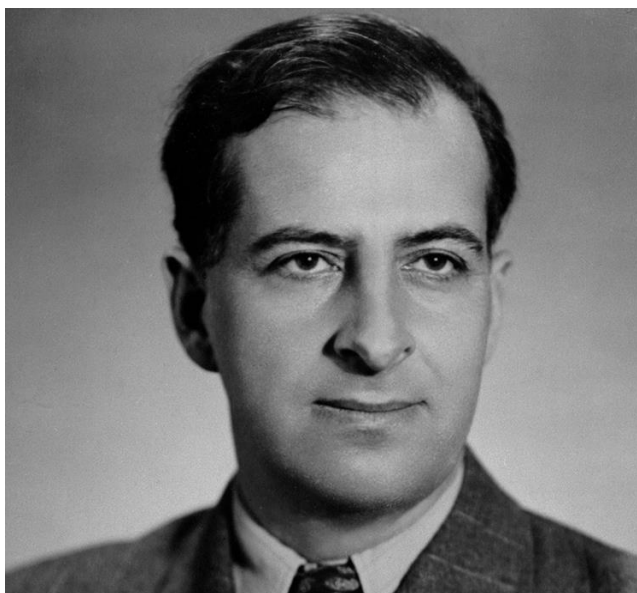
10 лет СССР стал пионером в освоении космоса. Вторая уже чисто советская бомба (вдвое мощнее американской) была испытана в 1951 году. В 1954 году в Обнинске начинает работу первая в мире атомная электростанция.

В 1953–1955 гг. в США и СССР испытаны водородные бомбы конструкции Теллера-Улама и А. Д. Сахарова соответственно. 30 октября



*Яков Борисович Зельдович  
(1914–1987)*

1961 года над Новой Землёй на высоте 4 км взорвана 58-мегатонная бомба, эффект которой в 3000 раз превышал эффект первой атомной бомбы. Ударная волна после взрыва трижды обогнула земной шар, произведя ужасное впечатление не только на свидетелей, но и разработчиков и безответственных политиков.



*Бруно Понтекорво (1913–1993)*

В 1950 году ряды советских физиков в Дубне пополнил вдохновлённый идеалами коммунизма итальянский физик Бруно Понтекорво (1913–1993). Ученик Э. Ферми, стажировался в 1936 году в лаборатории супругов Жолио-Кюри, в 1940 году разработал метод нейтрон-

ного каротажа нефтяных скважин, с 1943 года работал в британском атомном проекте в Харуэлле над созданием реактора на тяжёлой воде. Непосредственного участия в работе над советской бомбой не принимал. Основоположник физики нейтрино высоких энергий и один из основоположников нейтринной астрономии.

### **7.3. На чём считали первую атомную бомбу**

Академик И. М. Халатников (родился в 1919 году), в 1946 году аспирант Института физических проблем АН СССР, вспоминал, что главным «решателем», «думателем» и «вычислителем» по советской атомной бомбе был Л. Д. Ландау [19]. Три физика-теоретика (Е. М. Лифшиц, И. Халатников и Л. Ландау), один математик (Н. Мейман), вычислительное бюро из 20–30 девушек, вооружённых трофейными арифмометрами «Мерседес Эвклид» (распределялись по документам за подписью Сталина)! На этой скромной технике решали дифференциальные уравнения второго порядка в частных производных (нетривиальные задачи и в наши дни). США отличались от нас только отсутствием проблем с зарплатой для лишней штатной единицы.

Справедливости ради, заметим, что проблематика автоматизации вычислений оставалась в центре внимания математиков-прикладников уже в первой половине века. Так в 1904 году выдающийся математик, кораблестроитель А. Н. Крылов предложил конструкцию машины для решения обыкновенных дифференциальных уравнений (построена в 1912 году).

В 1939 году на заседании Президиума АН СССР И. С. Брук докладывает о механическом интеграторе для решения таких уравнений до шестого порядка. Возможности подобных аналоговых машин, популярных в инженерной практике, были ограничены невысокой точностью оценок, иногда значимым временем моделирования и кругом решаемых задач.

Решения проблемы вычислений, обострившейся ещё до войны, требовали все сферы, столкнувшиеся с необходимостью решать уравнения математической физики (ядерное оружие и мирный атом, ракетостроение и ракетное топливо, гидро- и аэродинамика).

Легендарный учёный и организатор науки, вице-президент Академии наук УССР и директор Института математики М. А. Лаврентьев обращается к Сталину с письмом о необходимости ускорения исследований в области вычислительной техники, о перспективах использования ЭВМ, в том числе для оборонных целей [1].

29 июня 1948 года постановлением Совета Министров СССР был образован Институт точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ) во главе с академиком генерал-лейтенантом Н. Г. Бруевичем в составе отделов точной механики (Н. Г. Бруевич, Н. Е. Кобринский и 13 их коллег) и приближённых вычислений (Л. А. Люстерник, В. А. Диткин, М. Р. Шура-Бура, М. Г. Раппопорт и др.), экспериментально-счётной лаборатории (И. Я. Акушский) и лаборатории электро моделирования (Л. И. Гутенмахер). Цель была та же, что и за рубежом, – активизация перехода от аналоговых электромеханических машин к цифровым.

В сентябре 1949 года в отделе точной механики выделена группа для предварительных работ по цифровым математическим машинам. В начале 1950 года директором Института стал академик М. А. Лаврентьев, начальником лаборатории № 1 С. А. Лебедев. К весне 1951 года в лаборатории № 1 уже работали около 50 человек и осенью 1952 года заработала БЭСМ (*Большая Электронная Счётная Машина АН СССР*).



*Михаил Алексеевич  
Лаврентьев  
(1900–1980)*

#### **7.4. Компьютерный век в СССР начинается**

Как вспоминает Б. Н. Малиновский [1], в 1950 году аспирант Института электротехники АН Украины, возглавлял Институт Сергей Алексеевич Лебедев, уже известный специалист в области управления энергетическими системами, проводивший более половины времени в Москве, где руководил (по совместительству) лабораторией № 1 Института точной механики и вычислительной техники АН СССР. Возвращаясь в Киев, он быстро решал накопившиеся вопросы и уезжал в бывшее монастырское местечко Феофанию (до войны там был филиал Киевской психиатрической больницы, а гитлеровцы устроили свой госпиталь, расстреляв больных) под Киевом, в свою секретную лабораторию, где заканчивалось создание первенца отечественной цифровой вычислительной техники. Эта первая ЭВМ скромно называлась *Малой Электронной Счётной Машиной* (МЭСМ), хотя содержала 6 тысяч электронных ламп и имела внушительные габариты.

Первый пробный пуск МЭСМ состоялся в ноябре 1950 года. Приёмка в эксплуатацию 25 декабря 1951 года сопровождалась решением

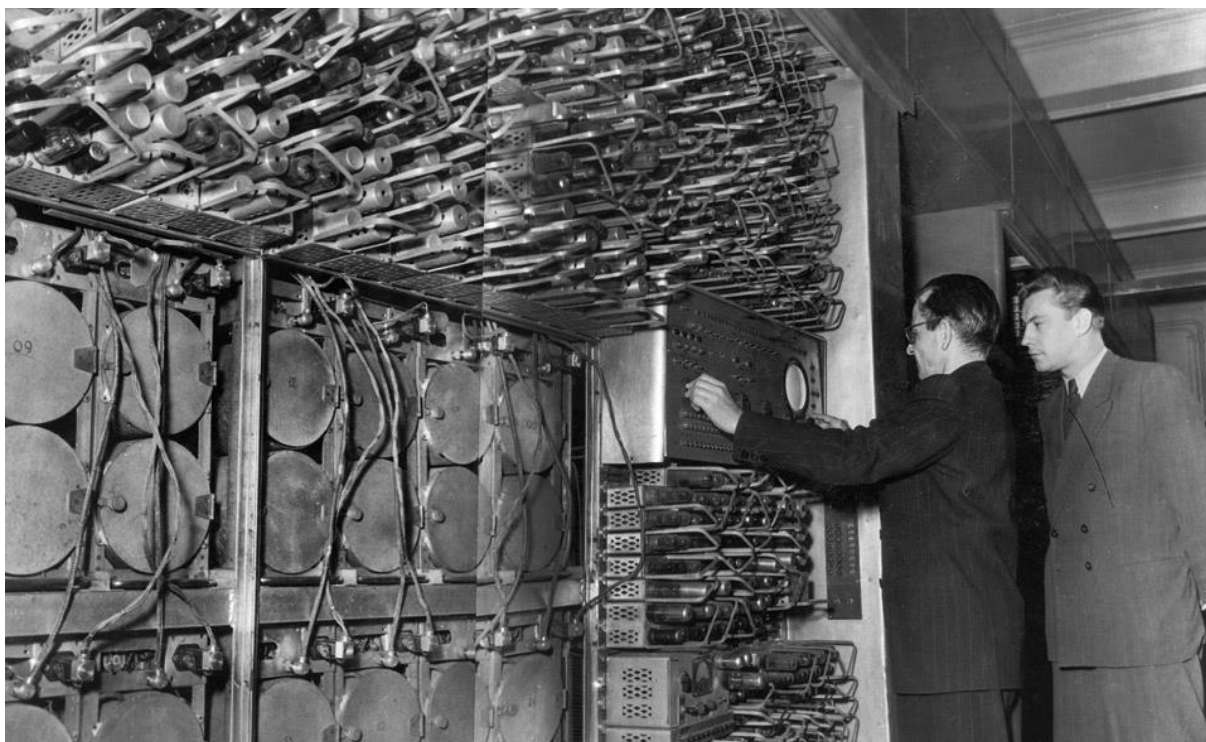
одной из тестовых задач – вычислением одной из функций распределения вероятностей, предназначенной для определения однородности рассеивания при стрельбе артиллерийских орудий:

$$p = \frac{1}{C_{2n}^n} \sum_{k=-\lfloor \frac{n}{\alpha} \rfloor}^{\lfloor \frac{n}{\alpha} \rfloor} (-1)^k C_{2n}^{n-k\alpha}.$$

Было подсчитано 585 значений с точностью до 5 верных знаков, для чего произведено около 250000 операций за 2,5 часа.

Для приёмки МЭСМ в эксплуатацию в конце 1951 года в Феофанию из Москвы приехала весьма представительная комиссия АН СССР во главе с академиком М. В. Келдышем (в её состав входили М. А. Лаврентьев, С. Л. Соболев, К. А. Семендяев, А. Г. Курош и другие выдающиеся математики).

Примечательно, что в создании ENIAC, кроме 13 основных исполнителей, участвовали 200 техников и большое количество рабочих, тогда как МЭСМ создавал творческий коллектив из 12 человек с помощью 15 техников и монтажников.



*Малая электронная счётная машина (МЭСМ)*

На МЭСМ решались важнейшие научно-технические задачи из области термоядерных процессов (Я. Б. Зельдович), космических полётов и ракетной техники (М. В. Келдыш, А. А. Дородницын, А. А. Ляпунов), дальних линий электропередач (С. А. Лебедев), механики (Г. Н. Савин), статистического контроля качества (Б. В. Гнеденко) и др. [1].

По воспоминаниям Б. Н. Малиновского, в 1957 году машину де-монтировали и передали в качестве учебного пособия в Киевский политехнический институт: «Машину разрезали на куски, организовали ряд стендов, а потом... выбросили».

Справедливости ради отметим, что идея создания цифровых ЭВМ в нашей стране принадлежит члену-корреспонденту АН СССР И. С. Бруку. Волей судьбы и по рекомендации академика А. И. Берга в мае 1948 года к нему присоединился один из будущих лидеров создания отечественных ЭВМ Б. И. Рамеев. Три месяца спустя они создали проект первой отечественной АЦВМ. Патентным бюро госкомитета Совмина СССР по внедрению передовой техники в народное хозяйство он был зарегистрирован как изобретение «Автоматическая цифровая вычислительная машина» (свидетель-



*Сергей Алексеевич Лебедев  
(1902–1974)*



*Исаак Семёнович Брук  
(1902–1974)*



*Башир Искандарович Рамеев  
(1918–1994)*



ство № 10475 с приоритетом 4 декабря 1948 года). Ныне 4 декабря отмечается как национальный День информатики.

«Оперативность и мудрость» управленческого аппарата традиционно требовала вмешательства как минимум ЦК партии (сегодня – указа президента). В 1949 году Б. Рамеева призвали в армию; спустя несколько месяцев вернули в Москву на должность заведующего лабораторией СКБ-245 Министерства машиностроения и приборостроения, где он участвовал в проектировании ЭВМ «Стрела».

Лишь 22 апреля 1950 года вышло постановление Президиума АН СССР о начале разработки машины М-1, позволившее сформировать команду разработчиков в составе 10 человек. В неё, кроме А. И. Брука, входили Я. Матюхин (главный инженер), М. А. Карцев



*Авторское свидетельство № 10475  
с приоритетом 4 декабря 1948 года*

(арифметическое устройство), А. Б. Залкинд и др.

Технические характеристики машины определялись двухадресной системой команд, двоичной системой представления данных, 25-разрядным машинным словом, быстродействием 15–20 операций в секунду, «быстрой» памятью в 256 слов на электростатических трубках, внешней памятью в 256 слов на магнитном барабане и скромными потребностями мощности в 8 кВт и площади 4 м<sup>2</sup>. Монтаж машины был начат в октябре 1950 года в лаборатории электросистем Энергетического института АН СССР, в январе 1952 года началась её опытная эксплуатация. Как и МЭСМ, М-1 была изготовлена в единственном экземпляре [9].

В том же году под руководством М. А. Карцева было начато проектирование заслуживающей внимания трёхадресной машины М-2,

и в январе 1953 года М-2 уже работала. Здесь быстродействие машины составляло 2000 операций в секунду, была реализована возможность вычислений с фиксированной и плавающей запятой. Машина работала в двоичной системе счисления, оперативная память удвоилась, внешняя память наряду с магнитными барабанами включала накопитель на магнитной ленте.

Одновременно с М-2 под руководством Н. Я. Матюхина проектировалась малогабаритная двухадресная М-3, и первый её образец был представлен в 1956 году. Серийное производство М-3 (10 машин) началось в 1959 году на Минском заводе вычислительных машин (до конца 1960 года, когда завод начал выпуск её наследника по адресности – двухадресной ЭВМ «Минск-1»). На основе документации к М-3 на Ереванском заводе были построены ЭВМ «Арагац» и «Раздан».

### **7.5. Большая Электронная Вычислительная Машина АН СССР**

Первые сведения об ЭВМ из-за рубежа пришли в 1949 году в виде журнальной публикации о создании в США первой в мире ЭВМ ENIAC (около 1 тыс. одноадресных операций в секунду, 18 тыс. радиоламп, принципы построения машины опубликованы не были). Что касается четырёхадресной EDVAC (1949–1951), частично воплощающей идеи Неймана, как мы отмечали выше, то «Предварительный доклад о машине EDVAC» с изложением принципов Неймана стал доступен учёному миру только в июле 1954 года.

В это время в Киеве С. А. Лебедев уже работает над созданием МЭСМ как опытной модели для большой ЭВМ. После очередного обращения к Сталину (как говорится, «назвался груздем, полезай в кузов») Лебедева назначают директором Института точной механики и вычислительной техники АН СССР и поручают создать там лабораторию № 1. Последней работой в Киеве С. А. Лебедева была идея начатой разработки специализированной ЭВМ для решения систем алгебраических уравнений (главный конструктор З. Л. Рабинович).

Хотя упомянутая выше комиссия ведущих математиков страны, принимавшая МЭСМ, высоко оценила итог работы коллектива, Академия наук Украины, возглавляемая биологом, была неспособна осознать важность этой работы. Секретарь ЦК Компартии Украины ограничился лишь словом «колдовство», и не было надежд на активную поддержку этого мудрёного начинания. БЭСМ, задуманная в Киеве, стала разрабатываться в Москве [1]. Для помощи в отладке машины Лебедев пригласил в Москву сотрудников из своей бывшей лаборатории (Е. А. Шкабару, С. Б. Погребинского и др.), имевших опыт в преодолении трудностей.

Опытная эксплуатация машины началась осенью 1952 года. Машина была ламповой (5000 ламп). Быстродействие определялось диапазоном 8–10 тыс. операций в секунду. На 1953 год БЭСМ по быстродействию была лучшей в Европе, уступая по быстродействию и объёму памяти объявленной в декабре 1952 года одноадресной IBM-701, оперировавшей лишь числами с фиксированной точкой.

Как выглядит система представления чисел в форме двоичных чисел с плавающей запятой? Напомним, что такие *нормализованные* числа представимы в виде  $X = x \cdot 2^p$ , где  $0,5 \leq |x| < 1$  – мантисса числа  $X$  с соответствующим знаком,  $p$  – порядок числа. Соответственно в 39-разрядной ячейке (у нас предпочитали использовать этот термин вместо английского эквивалента *слово*) первый разряд определял знак порядка, следующие 5 – абсолютную величину порядка  $|p| \leq 11111_2 = 31$ . Далее указывался знак числа (1 разряд) и 32-разрядная мантисса, не превышающая  $1 - 2^{-32}$ . Такое представление обеспечивало диапазон чисел примерно от  $10^{-9}$  до  $10^{+9}$  и точность порядка 9 десятичных знаков.

Что касается системы команд (9 арифметических и 6 логических операций, 8 операций передачи кодов и 9 – управления), то в 39-разрядной ячейке первые 6 разрядов определяли код операции (возможность до 63 различных операций). Последующее 33-разрядное поле определяло три 11-разрядных адреса, что позволяло адресовать 2048 ячеек памяти. Примечательно, что обеспечивалась возможность динамической модификации адресных частей команд.

Ввод программы и исходных данных выполнялся с перфоленты (20 кодов в секунду). Печать числового результата – на бумажную ленту (до 20 чисел в секунду).

Внешняя память включала 2 магнитных барабана (по 5120 ячеек) и 4 накопителя на 45-дорожечной магнитной ленте (4 по 30000 слов).

БЭСМ была создана в одном экземпляре, а для серийного производства подготовлен вариант БЭСМ-2. Эта версия с памятью на магнитных сердечниках и более совершенным монтажом узлов выпускалась в 1958–1962 гг. (67 машин) на заводе в Ульяновске. В это время уже выпускались серийно ЭВМ «Стрела» (1953–1956 гг., 7 машин) и «Урал-1» (1954–1961 гг., 183 машины).

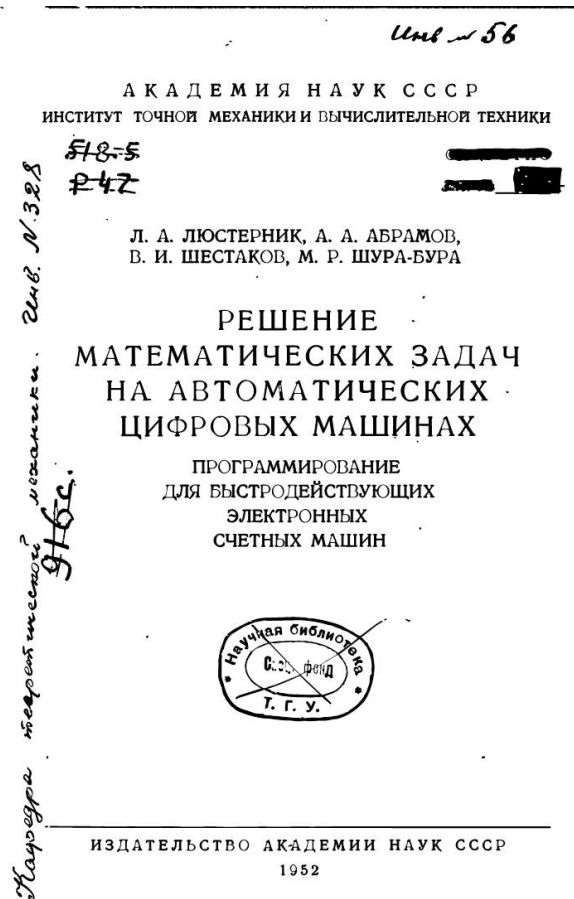
По ныне подтверждённым слухам на одной из БЭСМ-2 был выполнен расчёт траектории ракеты, доставившей 14 сентября 1959 года вымпел СССР на Луну.

## 7.6. Первая советская серийная ЭВМ «Стрела»

Старшему из авторов этих строк посчастливилось познакомиться воочию с этим чудом в мире первых наших ЭВМ. В конце 1958 года группа из 24 студентов мехмата Томского университета (первой тогда в Сибири специальности «Вычислительная и прикладная математика») получила возможность пройти учебную практику в Вычислительном центре МГУ. В те времена не только в Томске, но и вообще в Сибири никаких ЭВМ не было. Не было и учебных пособий по программированию (единственный учебник Л. А. Люстерника, М. Р. Шура-Бура и др. издания 1952 года, ориентированный на БЭСМ, имелся в Научной библиотеке ТГУ и, при всём уважении к авторам, мало что давал для практического программирования). На первых же занятиях в МГУ за 3–4 часа руководитель практики всех иногородних студентов великолепный педагог Ю. Я. Попов дал чёткое представление о практическом программировании, позволив студентам оперативно составить программы решения своих задач.

Первые попытки общения с машиной ограничивались залом подготовки данных, где переносили свои программы на перфокарты (12 строк с 43-маркерными информационными позициями) и распечатывали итоги расчёта, выданные машиной на перфокарты, на бумажной ленте (шириной порядка 6 см).

Доступ в машинный зал состоялся 4 января 1959 года (до этого машина была занята расчётами для космических пусков). После двух контрольных пунктов («куда идёт король – большой секрет», «шпион по лампочкам узнает, какая задача решается» по утверждению одного из вахтеров) при входе в ВЦ и машинный зал перед вами открывалось



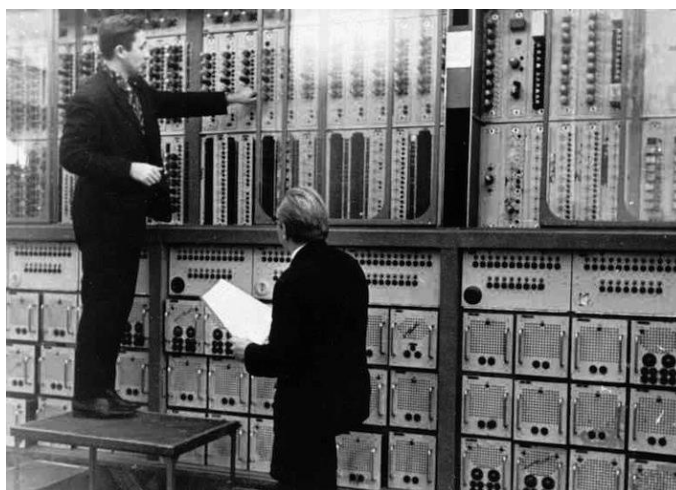
чудо XX века. Большой зал (порядка 300 м<sup>2</sup>). Мягкий приглушённый свет. Выстроенные буквой П стойки двухметровой высоты, полные подмигивающих электронных ламп. Правая стойка отведена для арифметического устройства, слева находится внешняя память, посередине – оперативная память и устройство управления.



*Общий вид машинного зала*

На удалении от входа по центру располагался пульт ручного управления: сигнальные лампочки, клавиатура запуска-остановки машины и ввода отдельных чисел и команд, небольшой осциллограф для просмотра занятости ячеек памяти (по любому из 43 разрядов). Справа считывающее устройство с перфокарт, слева устройство вывода на перфокарты. Мягкий шелест отдельно стоящего магнитного барабана.

При дальнейшем общении с машиной даже у атеистов создавалось впечатление, что она одушевлённая, слышащая разговоры студентов, любезно воспринимающая программы одних и многократно изгоняющая из зала других с сообщением об аво-сте (автоматический или аварийный останов) или издевательским «не хватает маркера».



*ЭВМ «Стрела»*

«Стрела» родилась в 1953 году в СКБ-245 (Москва) и выпускалась серийно на Московском заводе счётно-аналитических машин до 1956 года. Её главным конструктором был Юрий Яковлевич Базилевский при активном участии Б. И. Рамеева.

Впечатляюще выглядит список мест установки семи серийных ЭВМ «Стрела»:

- 1) Математический институт имени В. А. Стеклова;
- 2) вычислительный центр № 1 МО СССР;
- 3) вычислительный центр АН СССР;
- 4) вычислительный центр мехмата МГУ;
- 5) г. Снежинск Челябинской области, ядерный центр;
- 6) КБ-11 в г. Арзамас-16;
- 7) командно-измерительный комплекс НИИ-4 Министерства обороны СССР (п. Болшево).

Разработчики ЭВМ «Стрела» – лауреаты Сталинской премии за 1953 год. Ю. Я. Базилевскому присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Быстродействие машины определялось 2000 операций в секунду. Оперативная память на электронно-лучевых трубках составляла 2048 43-разрядных ячеек с восьмеричными номерами от 0 до 3777 (время доступа 20 мкс). Имелось постоянное полупроводниковое запоминающее устройство (ПЗУ) для хранения кода 15 стандартных подпрограмм.

Если нумеровать разряды ячейки слева направо от 0 до 42 и учитывать трёхадресность машины, то структура кода команды имела вид:

- 1) первый адрес (разряды 0–11);
- 2) второй адрес (разряды 12–23);
- 3) третий адрес (разряды 24–35);
- 4) контрольный знак (разряд 36);
- 5) код операции (разряды 37–42).

Обычно контрольный знак был равен нулю и игнорировался. Если он равнялся единице, то включение

соответствующего тумблера на пульте управления останавливало работу машины после каждого выполнения такой команды.

При записи в ячейке двоичного числа с плавающей запятой разряд 0 содержал числа, разряды 1–35 отводились на абсолютную величину мантиссы, знак порядка находился в разряде 36 и абсолютная величина



*Разработчики ЭВМ «Стрела» – лауреаты Сталинской премии за 1953 год*

порядка – в разрядах 37–42. Соответственно допускались числа в диапазоне от  $2^{-65}$  до  $2^{64}$  (от  $10^{-20}$  до  $10^{19}$ ).

В качестве промежуточной допускалась двоично-десятичная система. Поскольку на каждую цифру отводились 4 двоичных разряда, несколько менялась структура записи числа в ячейке: знак мантиссы (разряд 0), абсолютная величина мантиссы (разряды 1–36), знак порядка (разряд 37) и абсолютная величина порядка (разряды 38–42). Каждая десятичная цифра мантиссы записывалась в двоично-десятичном коде, по 4 бита на одну цифру. Естественно, при вводе массива таких чисел программист предусматривал обращение к стандартной программе СП-72 для перевода в двоичную систему, а при выводе на перфорацию – к СП-70 для обратного преобразования.

Как мы упоминали выше, при записи на бланке для перфорации использовалась восьмеричная система счисления (преобразование в двоичную систему выполнялось автоматически на стадии перфорации данных).

Кроме традиционных команд арифметического стиля, подобных 1254 0006 1255 0 01 (сложить содержимое ячеек с номерами 1254 и 0006 и отправить в ячейку 1255), имелись команды условного перехода по признаку  $\omega$  (0 или 1), создаваемому предшествующей арифметической и логической операцией.

Если обозначить через  $a$ ,  $b$ ,  $c$  соответствующие три адреса команды, через  $(a)$ ,  $(b)$ ,  $(c)$  – их содержимое, а через  $n$  – число, то состав системы команд [10], во многом унаследованной трёхадресными ЭВМ последующих поколений, в основном сводится к следующему списку.

1) Арифметические операции: сложение (01), вычитание (03), вычитание модулей (04), умножение (05) и их модификации, выполняемые по формату:  $(a) F (b) \rightarrow c$  (здесь  $F$  – выполняемая операция). Результаты вычисления приводятся к нормальной форме;  $\omega = 1$  при  $(c) < 0$ , лишь для умножения  $|(c)| \geq 1$ .

2) Логические операции: логическое умножение (11), логическое сложение (13) с  $\omega = 1$  при  $(c) = 0$ , сравнение (16) с  $\omega = 1$  при  $(c) \neq 0$ .

3) Обращение к стандартной программе обработки массива из  $n + 1$  чисел, начиная с содержимого ячейки  $a$ , с отправкой итога в массив, начиная с  $c$ . Формат команды:  $\langle \text{код } a \ n \ c \rangle$ . В их составе: групповой перенос чисел (45), перевод из двоично-десятичной в двоичную систему (72) и обратно (70), обратная величина (62), квадратный корень (63), экспонента (64), натуральный логарифм (66), синус (67), арктангенс (73), арксинус (74).

4) Условный переход (20) для  $\omega = 0$  по адресу  $a$ , иначе  $b$ .

5) Условный переход (27), отличающийся от (20) тем, что по адресу с формируется команда возврата на команду, следующую за этой командой (любопытная конструкция для обращения к подпрограммам).

6) Команды останова, группового вывода на перфокарты, общения с магнитной лентой и ряд других.

Внешняя память состояла из двух накопителей на магнитной ленте и магнитного барабана (4096 ячеек). Элементная база – 6200 электровакуумных ламп, 60 тысяч полупроводниковых диодов. Общая потребляемая мощность – 150 кВт. Что касается надёжности, то машина без капризов работала 15–18 часов в сутки.

Как видно из территориального распределения машин, в первую очередь решались задачи для военно-промышленного комплекса (атомная энергетика, космонавтика, аэродинамика и др.). Примечательно, что задачи баллистики для первого искусственного спутника Земли (1957) рассчитывались на «Стреле».

Как из любви к искусству, так и с прицелом на раскрытие вычислительных и логических возможностей будущих ЭВМ машину «учили» играть. Так Н. А. Криницкий на «Стреле-2» реализовал алгоритм и программу первой в мире компьютерной игры – НИМ (соперники по очереди берут любое количество «спичек» в одной из трёх кучек, взявший последнюю проигрывает). Учили машину играть в «крестики-нолики», разыгрывать «шахматный эндшпиль», на компьютеризацию других шахматных задач посягнули лишь десятилетия спустя первый советский чемпион мира М. М. Ботвинник и многие советские и американские программисты (особенно когда ёмкость памяти стала исчисляться в мега- и гигабайтах, а быстродействие достигло миллионов операций в секунду).

Именно на «Стреле» ставились первые опыты автоматизации программирования, воспитывались первые поколения наших математиков-программистов. Именно на «Стреле» и некоторых других машинах первого поколения с их скромным быстродействием и весьма ограниченной памятью отрабатывалось *искусство программирования*.

Значимую роль в развитии в СССР современной вычислительной математики сыграл будущий президент АН СССР, директор Института прикладной математики АН СССР М. В. Келдыш. Великолепный математик, крупнейший специалист в области аэродинамики больших скоростей, участник работ по созданию советской термоядерной бомбы, известный в прессе под псевдонимом «Главный Теоретик Космонавтики», Келдыш, постоянно связанный с расчётами по атомной и ракетно-космической тематике, лично не занимался конструированием ЭВМ, од-



нако роль его в становлении и развитии отечественной вычислительной техники, начиная с ЭВМ «Стрела», огромна.

По воспоминаниям современников, М. В. Келдыш был как бы



*Мстислав Всеволодович Келдыш  
(1911–1978)*

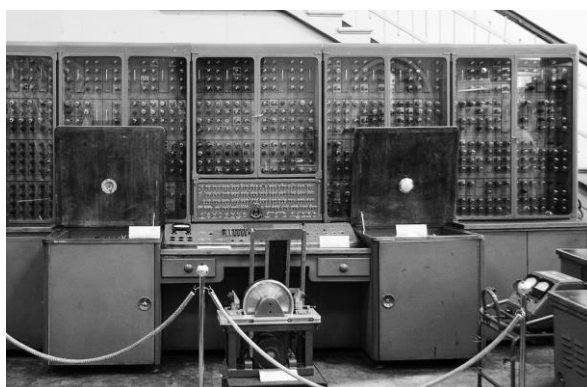
«главным государственным заказчиком» на разрабатываемые в стране новые средства вычислительной техники. Один из основателей советской космонавтики Борис Викторович Раушенбах, которого Келдыш в 1948 году вернул из лагеря и ссылки и которому страна обязана фотографиями обратной стороны Луны, пишет о своём коллеге (с 1937 года): «Келдыш был выдающимся

учёным, порядочным, очень хорошим человеком, и я счастлив, что много лет, лет десять, наверное, работал с ним. Это было и интересно, и приятно. Всегда приятно работать с людьми, которые думают не о каких-то делах, а о Деле. Келдыш был человеком, который думал о Деле. Начальников в жизни у меня было только два – Королёв и Келдыш, высоконравственные люди, вот что очень важно. Опять-таки, мне повезло...»

### **7.7. Скромный труженик «Урал-1»**

БЭСМ и «Стрела» были хороши, но их было ничтожно мало для математиков и инженеров страны, узнавших о существовании ЭВМ и уставших от изнурительного общения с арифмометром и логарифмической линейкой.

Первый образец разработанной в СКБ-245 под руководством Б. И. Рамеева ЭВМ «Урал» был создан в 1955 году на Московском заводе счётно-аналитических машин и для серийного производства был отправлен в г. Пензу (будущий НИИ математических машин). Там в 1957–1961 гг. и были выпущены 183 машины, хоть как-то насытившие потребителей.



*Общий вид ЭВМ «Урал»*

По сравнению с великолепием «Стрелы» «Урал» с быстродействием 100 операций в секунду, скромными претензиями на занимаемую площадь (60 м<sup>2</sup>) и потребность в электроэнергии (7,5 кВт) выглядел ребёнком и претендовал на рядовые инженерные расчёты, хотя «осведомлённые источники» утверждают, что один из экземпляров этой ЭВМ использовался для расчёта полёта ракет на Байконуре. Первой ласточкой в Сибири был «Урал», установленный в 1958–1959 гг. в уголке коридора второго этажа Томского университета [2, 15] энтузиастами – сотрудниками Сибирского физико-технического института и радиофизического факультета (первый начальник машины В. Авсеенко).

Машина была одноадресной, ориентированной на работу с числами в формате с фиксированной запятой.

Носителем оперативной памяти (ОЗУ) был магнитный барабан ёмкостью 2048 18-разрядных или 1024 36-разрядных (длинных) ячеек со временем обращения 8 мс. Нумерация ячеек – от 0000 до 3777<sub>8</sub>. «Длинные» ячейки склеивались из двух смежных.

Предполагалось, что в ячейке (короткой или длинной) хранится число, по модулю меньшее 1 (в первой позиции знак числа, за которым следует его дробная часть). Поскольку здесь результат арифметической операции не подвергается нормализации, содержимое ячейки можно было понимать и как целое число.

Ввод информации производился с перфорированной зачернённой фотоленты со скоростью 75 кодов в секунду. Имелась возможность вывода на перфоленту и бумажную ленту (построчно).

Накопитель на магнитной ленте разделялся на зоны с номерами от 0000 до 0177<sub>8</sub> и от 1000<sub>8</sub> до 1177<sub>8</sub> (256 зон) с последовательным доступом. Размер зоны не превышал ёмкости ОЗУ.

Составитель программы знал, что арифметическое устройство (АУ) машины содержит 37-разрядный сумматор ( $s$ ), может генерировать сигналы переполнения  $\phi$  и условного перехода  $\omega$ . Имелся вспомогательный регистр АУ ( $r$ ) (36 + 6 разрядов) и 36-разрядный регистр частного, используемый при делении и умножении.

Каждая команда занимала одну ячейку. Первые 6 разрядов (практически 5) содержали код операции (от 01 до 37), последующие 12 – адрес операнда. Для ссылки на длинную ячейку адрес увеличивался на 4000<sub>8</sub>. Так команда 02 4056 определяла выбор числа, записанного в ячейках 0056 и 0057.

В силу одноадресности большинство арифметических и логических операций связано с использованием сумматора. Так обычная команда сложения трёхадресной ЭВМ «Стрела»  $\langle 01 a b c \rangle$  здесь требует трёх указаний:

- 1) выборки из  $a$  в сумматор:  $s \ 02 \ a$ ;
- 2) сложения содержимого  $s$  с числом из  $b$ :  $01 \ b$ ;
- 3) записи итога в  $c$ :  $16 \ c$ .

Имелись операции условного перехода при  $\omega = 1$ , безусловного перехода по адресу, сдвигов, ввода-вывода, остановки (37) и др.

У программистов того времени, избалованных трёхадресной «Стрелой», одноадресный «Урал» не вызывал восторга, но лучше хоть что-то, чем ничего. Отсутствовала справочная литература. Кроме технической документации в комплекте поставки машины пользователю присутствовал ещё только один экземпляр издания Артиллерийской инженерной академии им. Дзержинского [11]. В добавление к этому, встроенная библиотека стандартных программ (СП), подобная СП для «Стрелы», отсутствовала, пользователь искал их в [11], включая в свою программу с ручной настройкой по адресу (математики сочиняли и свои СП для заинтересованных коллег).

«Уралу» наследовали в 1959–1964 гг. программно и аппаратно совместимые между собой «Урал-2», «Урал-3», «Урал-4» (главный конструктор Б. И. Рамеев), выпускавшиеся Пензенским заводом вычислительных электронных машин. Многократно возросла производительность машин – до 5000 операций в секунду. Несколько выросла ёмкость оперативной памяти на ферритовых сердечниках (до 4096 20-разрядных ячеек) со временем доступа 15 мкс. Внешняя память возросла до 8 магнитных барабанов (каждый ёмкостью 8192 40-разрядных ячеек) и накопителя на магнитной ленте. Упростились операции с плавающей запятой. В ЭВМ «Урал-4» ввод с перфоленты сменился вводом с перфокарт и появилось долгожданное алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ) с 128-символьной строкой.

Область применения расширилась на широкий класс математических и планово-производственных задач в НИИ, КБ и на промышленных предприятиях.

### **7.8. Семейство М-20 и интерпретирующая система**

Ламповая трёхадресная ЭВМ М-20 была разработана в Институте точной механики и вычислительной техники и СКБ-245 (главный конструктор С. А. Лебедев, его заместители М. К. Сулим и М. Р. Шура-Бура) в 1958–1959 гг. и выпускалась в 1959–1964 гг. на Московском заводе САМ (20 машин) и Казанском заводе математических машин (64 машины). Машина не относилась к «малюткам» – потребляемая мощность от 50 кВт, требуемая площадь 200 м<sup>2</sup> (немного уступала «Стреле»).

Средняя производительность – 20 тыс. операций в секунду. Различные операции выполнялись с разной скоростью: сложение и вычитание требовали 28,5 мкс, умножение – 70 мкс, деление – 136 мкс, извлечение квадратного корня (элементарная операция) – 275 мкс. Операции сдвига, логические, перехода и др. требовали 24 мкс, обеспечивая скорость до 40 тыс. операций в секунду.



*За пультом М-20*

Оперативная память на ферритовых сердечниках состояла из 4096 45-разрядных ячеек с номерами от 0000 до 7777<sub>8</sub>.

Использовалась форма представления чисел в 45-разрядной ячейке с плавающей запятой. При их представлении в двоичной системе первый разряд игнорируется, второй предназначается для знака числа, последующие 7 – для порядка, увеличенного на 100<sub>8</sub>, последние 36 – для модуля мантиссы.

Так для числа  $-100 = -(100/128) 2^7$  мантисса 100 / 128 в двоичной записи  $0.110010_2 = 0.62_8$ , порядок равен 7. Содержимое первого разряда берём за 0, во второй заносим 1 (минус), в очередные 7 заносим 107 и в итоге получаем 307. Запись на бланке перфорации и ячейке памяти выглядит так: 307 6200 0000 0000.

Допустимый диапазон чисел по модулю от  $2^{-64}$  до  $(1 - 2^{-36}) 2^{63}$ , что соответствует диапазону от  $10^{-20}$  до  $10^{19}$ . Выход за этот диапазон приводит к «машинному нулю» или к «авосту» (прерыванию по переполнению разрядной сетки).

Естественно, что при подготовке числовых данных их перевод вручную в двоичную (восьмеричную на бланке) систему выполнялся в исключительных случаях и при вводе/выводе использовали промежуточную двоично-десятичную систему. Соответственно, число  $-5736.34 = -0.573634 \cdot 10^4$  в записи на бланке имело вид  $+--+ 04 573 634 000$ .

При записи команд в ячейке памяти первые три разряда содержали признаки переадресации  $\pi_1, \pi_2, \pi_3$ , следующие 6 определяли КОП (код операции от 00 до 77<sub>8</sub>) и последующие 3 12-символьных поля определяли адреса команд. В восьмеричной записи на бланке это соответствовало  $\langle \pi \text{ КОП } A1 \text{ } A2 \text{ } A3 \rangle$ .

В арифметическом устройстве имелся 12-разрядный регистр адреса (РА), используемый для формирования исполнительного адреса по правилу  $A_k + \pi_k [РА]$ ,  $k = 1, 2, 3$ .

Так команда сложения 3 01 0200 0300 0400 при  $[РА] = 13$  выполняла сложение содержимого ячейки 0200 с содержимым 0313 с записью итога в 0413.

Наряду с ОЗУ в машине имелась внешняя память – устройства на трёх магнитных барабанах ёмкостью по 4096 ячеек и четырёх накопителях на магнитных лентах.

Ввод информации в ОЗУ выполнялся с 80-колонок 12-строчных перфокарт построчно со скоростью 20 строк в секунду. На карте были 45 основных и 2 маркерные дорожки. Обычные коды метились левым маркером. При отсутствии маркера слева и наличии справа поле первого адреса кода воспринималось как код адреса (КА) ввода последующих обычных строк. Наличие обоих маркеров предполагало, что строка является контрольной суммой вводимых строк (КΣ). Кроме ввода с пульта управления была возможность ввода с указанием адреса командами 10 (ввод с учётом КΣ) и 30 (без такового).

Имелось устройство вывода на перфокарты (возможность повторного ввода), быстродействующее печатающее устройство (скорость печати 10 строк в секунду). Допускалось совмещение выполнения арифметической операции с выборкой из ОЗУ следующей команды и совмещение операций процессора с вводом-выводом данных.

Система команд М-20 представляла дальнейшее развитие таковой для ЭВМ «Стрела». Группа арифметических операций содержала традиционную арифметику, но для сложения (01) с обязательным округлением и нормализацией итога были предусмотрены версии без округления (21), без нормализации (41) и без обоих этих действий (61). Такое «излишество» не было случайностью. Например, при сложении 01 числа с кодом 145 0000 0000 0000 порядок  $p$  исходного числа приводился к 37 с соответствующим сдвигом мантииссы на  $37 - p$  разрядов так, что целая

часть числа смещалась в хвост сумматора, а в его дополнительном разряде фиксировался первый символ дробной части (0 или 1), по этому разряду выполнялось округление и затем нормализация. В итоге получалось ближайшее целое, сложение 21 с указанным кодом давало целую часть числа. Аналогичные модификации были предусмотрены для вычитания (02), вычитания абсолютных величин (03), умножения (05), деления (04, 24) и вычисления квадратного корня (44, 64).



*Начальник отдела программирования ВЦ СО АН СССР  
И. В. Поттосин за пультом ЭВМ М-20 (1962 год)*

В систему команд входили и 4 варианта операций с порядком. Так команда 0 26 0101 0137 0137 увеличивала порядок содержимого 0137 на  $101 - 100 = 1$ , что равнозначно удвоению числа. Казалось бы, проще просто умножить на 2, но приведённая команда для выполнения требовала 24 мкс, тогда как умножение – 70 мкс. Это сегодня программист чаще всего даже не задумывается над временем выполнения вычислений.

В систему команд входили логические операции, пересылки (00), сдвигов частей кода, арифметики для мантисс и кодов операций, переадресации, останова и др. Практически во всякой программе, содержащей циклы, приходилось менять адреса в исполняемых командах (выполнять переадресацию). Сложение кода такой команды с константой 000 0001 0000 0002 операцией с КОП = 13 увеличивало первый адрес

кода на 1 и третий на 2 (эта операция вместе с аналогичным вычитанием 33 использовалась для корректуры команд программы в процессе выполнения в дополнение к переадресации по РА).

В дополнение к условному по  $\omega$  и безусловному переходу по А2 с пересылкой кода из А1 в А3, по аналогии с операцией 27 «Стрелы», используемой для обращения к подпрограмме, была предусмотрена операция с кодом 16. Так, если из некоторой ячейки  $k$  выбрана команда  $0\ 16\ k + 1\ A2\ A3$ , то наряду с переходом на А2 в А3 (адрес команды возврата) заносится код  $016\ 0000\ k + 1\ 0000$ .

Особую привлекательность для программистов представляли переадресация по РА (использование операций типа 13 и 33 при вложенности циклов требовало восстановления «испорченных команд») и организация циклов без условного перехода по  $\omega$ .

Если в последовательности ячеек, начиная с 0600, записаны коэффициенты многочлена  $P_n(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \dots + a_{n-1} x + a_n$  при  $n = 10$ , а содержимое 0067 равно значению  $x$ , то фрагмент программы

0300	0 00 0600 0000 0007	Запись $a_0$ в 0007
0301	0 52 0000 0001 0000	Запись 1 в РА
0302	0 05 0007 0067 0007	$(0007) \cdot x$
0303	2 01 0007 0600 0007	$+ a_i\ i = 1, 2, \dots$
0304	1 12 0012 0302 0001	При $[РА] \leq 10 (12_8)$ возврат в 0302 с приростом $[РА]$ на 1

формирует в 0007 значение  $P_n(x)$ . Без наличия РА и соответствующих операций (аналогов 12 и 52) длина программы была бы вдвое больше.

В системе команд были предусмотрены операции перехода по совмещённой проверке  $[РА]$  на предельное значение и признак  $\omega$ .

Неудивительно, что совершенство системы команд М-20 и приличное быстродействие за долгие годы снискали любовь программистов первых поколений, писавших программы в кодах конкретной машины. Для ЭВМ типа М-20 создавались и первые трансляторы с универсальных языков программирования. Прямыми наследниками М-20 были её полупроводниковые аналоги БЭСМ-3, БЭСМ-4 (1962–1966), М-220 (1968–1974) и их модификации (БЭСМ-3М, М-222). Среднее быстродействие М-220 (главный конструктор В. С. Антонов) выросло до 28 тысяч операций в секунду. ОЗУ с одного «куба» (4096 ячеек) увеличилось до 2–4 с добавлением в систему команд операции переключения между модулями. Втрое уменьшились габариты машины, были модернизированы входной перфоратор и АЦПУ, за счёт системы прерываний появилась возможность связи с другими машинами и тем самым расширились возможности применения ЭВМ в автоматизации управления народным хозяйством.



*Общий вид ЭВМ М-220*

Согласно [19], разработкой М-20 занимались С. А. Лебедев (идеология и структура машины), М. Р. Шура-Бура (система команд и математическая проблематика) и П. П. Головистиков (воплощение в конкретные схемы). Подобно тому, как идеология БЭСМ родилась в процессе создания МЭСМ, для отладки будущего программного обеспечения М-20 был создан эмулятор МС (М-20 на «Стреле»).

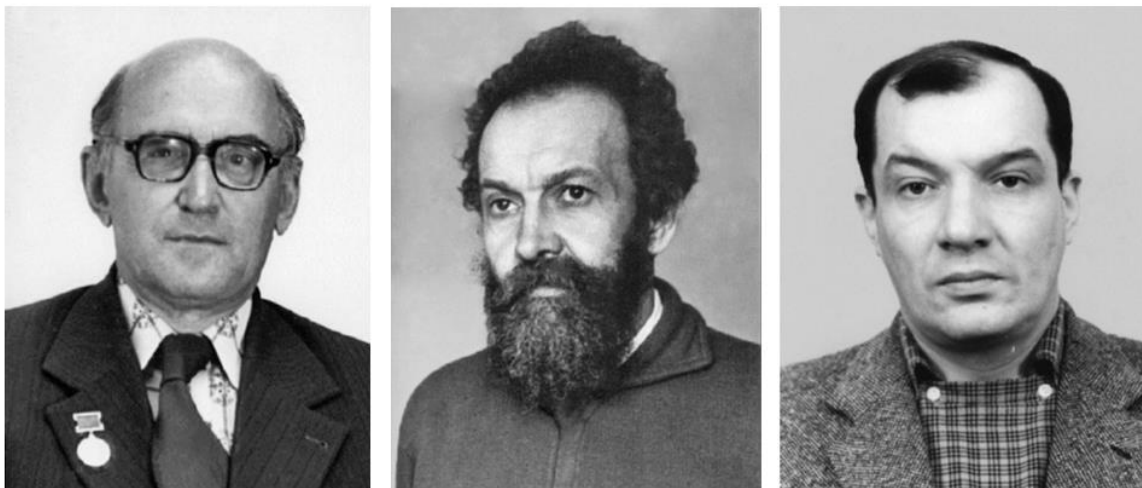
Особую привлекательность семейства М-20 среди программистов представляло блестящее программное обеспечение. Оставляя на будущее разговор о трансляторах с Алгола и Фортрана, остановимся на интерпретирующей системе ИС-2 и последующей ИС-22, обеспечивавших работу с библиотекой стандартных программ (БСП). Первоначально группа выпускников мехмата МГУ создала систему ИС-1 с БСП, содержащей программы вычисления основных функций, решения простейших задач линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений (номера от 00 до 77).

Утверждают, что М. Р. Шура-Бура, предъявлявший жёсткие требования к экономии памяти и времени, за одно воскресенье написал новую интерпретирующую систему ИС-2. Эффективная ИС-2, умный и удобный интерфейс с вызывающей программой стали неотъемлемой частью поставки машины пользователю.



*Вениамин Степанович Антонов (1925–2004)*





*Основоположники советской школы программирования  
М. Р. Шура-Бура, А. А. Ляпунов, С. С. Камынин*

Каждую стандартную программу (СП) писали с начальным адресом 2000 и при вызове в память с адреса  $\alpha$  все ссылки на соответствующие символические (внутренние) адреса типа  $2000 + k$  настраивались на  $\alpha + k - 2000$ . На магнитном барабане хранилась постоянная таблица характеристик (ПТХ) – список СП, их положение на магнитном барабане и длина.

Работа с ИС-2 начиналась с её вызова из памяти магнитного барабана (МБ) командами

$$\begin{array}{l|l} k + 0 & 0\ 50\ 0412\ 0000\ 7767 \\ k + 1 & 0\ 70\ 7500\ k+0\ 0000 \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} \text{МБ} \rightarrow \text{ячейки } 7500 - 7767 \\ \text{При сбое возврат на } k + 0 \end{array} \right.$$

Далее могло следовать указание о смене начала поля  $\alpha_{\text{п}}$  размещения вызываемых СП командами

$$\begin{array}{l} 0\ 52\ 0000\ \alpha_{\text{п}}\ 7541 \\ 0\ 52\ 0000\ \alpha_{\text{п}}\ 7615 \end{array}$$

(по умолчанию  $\alpha_{\text{п}} = 7200$ ). При повторном обращении к СП, уже размещённой в поле, вызов с МБ не производится.

Обращение к СП, реализующим поиск значений функции одной переменной, имело вид

$$\begin{array}{l|l} k + 0 & 0\ 16\ k + 1\ 7501\ 7610 \\ k + 1 & \pi\ \text{КОП } \langle x \rangle\ N_{\text{сп}} \langle f(x) \rangle \end{array}$$

где  $\langle \text{КОП} \rangle = 00$  или  $75$ . Обращение к СП, реализующим преобразование массива, производилось в форме

$$\begin{array}{l|l} k + 0 & 0\ 16\ k + 1\ 7501\ 7610 \\ k + 1 & \pi\ 52\ \alpha\ N_{\text{сп}}\ \omega \end{array}$$

В БСП имелись СП, требующие не одну, а несколько информационных строк.

К сожалению, доступная рядовому пользователю литература по программированию для М-20 отсутствовала\*, чему способствовали уникальная медлительность полиграфической базы и доходящий до абсурда режим секретности. Когда старший из авторов сдавал в печать в 1964 году своё учебное пособие [14], пришлось снять с титульного листа название машины (повод: никем не отменённый список запретов и «точка»). Система команд М-20 сразу же получила широкое признание и стала предвестником будущих операционных систем [19].

В дальнейшем состав БСП сотрудниками СО АН СССР был удвоен, и место ИС-2 заняла ИС-22. Высокое качество программирования СП при возможности восстановления алгоритма по машинному коду (весьма утомительная, но интересная процедура) ещё долго служило многим авторам программ для других ЭВМ.

Имеется свидетельство о том, что когда в конце 1958 года первый экземпляр М-20 привезли в Институт прикладной математики, М. В. Келдыш лично следил за тем, чтобы все сотрудники института ознакомились с системой команд и ИС-2.

В начале шестидесятых в связи с созданием Института математики СО АН СССР (Академгородок, г. Новосибирск) [26] семейство М-20 проникло в Сибирь. Студенты-вычислители мехмата ТГУ, ранее с удовольствием проходившие учебную практику в МГУ на «Стреле», получили возможность реализации этой процедуры на становящейся массовой ЭВМ, хотя и лишились возможности провести лето в музеях Москвы и Подмосковья. Более того, многие выпускники, направленные после окончания университета в СО АН СССР, принимали участие в создании ИС-22, Альфа-транслятора и др.

В 1965 году М-20 добралась до Томска и возник полноценный ВЦ ТГУ на территории Томского завода математических машин, занимавшегося выпуском станков с ЧПУ и электронной начинки для ракет [26].

В начале семидесятых М-20 добралась и до угольного Кузбасса. Первый экземпляр этой ЭВМ был установлен в ВЦ ВНИИ гидроуголь (г. Новокузнецк), позволив хотя бы части студентов Кузбасского политехнического института (КузПИ, г. Кемерово) и Сибирского металлургического института (СМИ, г. Новокузнецк) учиться азам программиро-

---

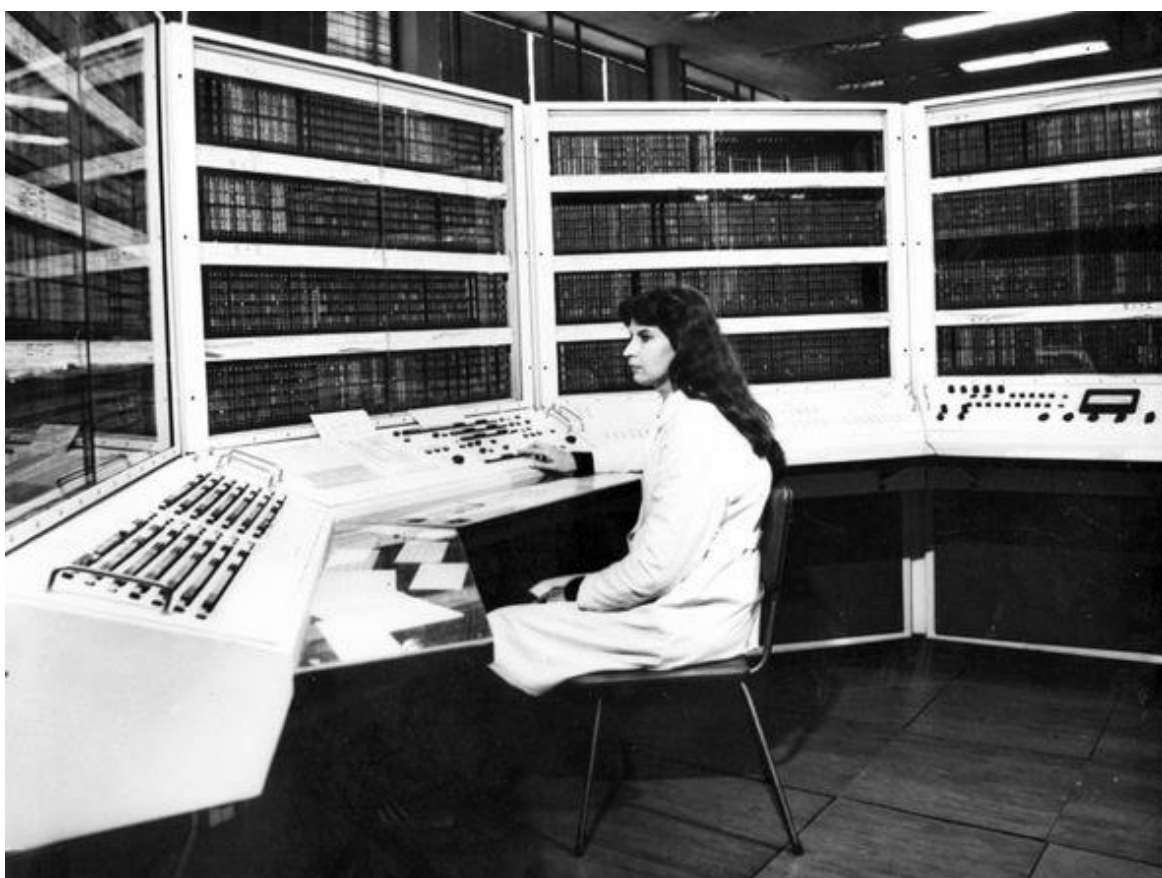
\* Официальная документация:

1. Шура-Бура, М. Р. Вычислительная машина М-20. Инструкция по математической эксплуатации / М. Р. Шура-Бура, В. С. Штаркман. – М., 1962.
2. Ляшенко, В. Ф. Программирование для электронной цифровой вычислительной машины М-20. – М. : Советское радио, 1963 (Под грифом «Только для внутриведомственной продажи»).

вания не только на бумаге. С установкой М-20 в КузПИ стало возможным и создание одной из первых в стране автоматизированной системы управления вузом (АСУвуз).

### **7.9. Первая отечественная суперЭВМ БЭСМ-6**

Разработка БЭСМ-6, завершающей серию БЭСМ (главный конструктор С. А. Лебедев), закончилась в конце 1966 года, и на тот момент она была самой быстрой в Европе с производительностью порядка 1 млн операций в секунду (наиболее производительная американская CDC 6600, выпускавшаяся с 1964 года, обеспечивала быстродействие того же порядка). За 1968–1987 гг. на заводе счётно-аналитических машин (САМ, г. Москва) было произведено 355 БЭСМ-6.



*БЭСМ-6 ВЦ СО АН СССР*

Технической базой машины были полупроводниковые транзисторы. ЭВМ имела 128 Кбайт оперативной памяти на ферритовых сердечниках (48-разрядные ячейки), внешнюю память на магнитных барабанах и магнитных лентах, превосходные периферийные устройства. Система команд БЭСМ-6 включала 50 24-разрядных команд (по две в ячейке). Использовались виртуальная адресация памяти и кэш-память (промежуточный буфер с быстрым доступом) на 16 48-битных ячейках: 4 – для чтения данных, 4 – для чтения команд, 8 – буфер записи.

Новинкой в архитектуре БЭСМ-6 было использование принципа совмещения выполнения до 14 машинных команд, находящихся на разных стадиях выполнения. Механизмы прерывания, защиты памяти и другие новинки позволили использовать БЭСМ-6 в мультипрограммном режиме и режиме разделения времени.

Несмотря на приемлемую площадь 225 м<sup>2</sup>, необходимую для размещения машины, и стоимость порядка полумиллиона рублей, БЭСМ-6 была доступна только избранным потребителям (так на всю Сибирь, без учёта военно-промышленного комплекса, только ВЦ СО АН СССР обладал такой ЭВМ).

Примечательно, что в 1975 году в ходе космического полёта «Союз-Аполлон» вычислительный комплекс, в состав которого входила БЭСМ-6, обрабатывал телеметрию за 1 минуту, тогда как американская сторона CDC 6600 на такой расчёт тратила 30 минут.

Дальнейшее развитие линии БЭСМ-6 воплотилось в системе, разработанной под руководством Г. Г. Рябова и М. В. Тяпкина. Была увеличена в 4–5 раз производительность, точность представления чисел доведена до 48 разрядов, введён новый режим работы с расширенной систе-



*Графопостроитель БЭСМ-6*

мой команд с 64-разрядными кодами, обеспечена возможность работы с 27-разрядным виртуальным адресом. В 1973 году под руководством В. А. Мельникова в качестве аппаратуры сопряжения с БЭСМ-6 была разработана модульная система АС-6, позволяющая объединять БЭСМ-6, общие модули памяти и несколько

специализированных периферийных машин в единый комплекс. В Институте точной механики и вычислительной техники построена операционная система «Диспетчер-68» (Д-68), обеспечивающая мультипрограммный режим пакетной обработки заданий, управление виртуальной памятью, внешней памятью и вводом-выводом. В лаборатории программирования ВЦ АН СССР под руководством В. М. Курочкина был создан транслятор с языка АЛГОЛ 60.

## Глава 8. СОВЕТСКИЕ ЭВМ И ИХ ТВОРЦЫ

### 8.1. Поколения ЭВМ

Историю развития ЭВМ принято делить на четыре или пять поколений в связи со сменой элементной базы, которая сопровождалась ростом быстродействия, объёма памяти и надёжности, уменьшением габаритов и потребляемой энергии.

**ЭВМ первого поколения были ламповыми.** Мы уже говорили, что американская ENIAC и наша «Стрела» занимали площади в сотни квадратных метров, содержали тысячи электровакуумных ламп и потребляли сотни киловатт электроэнергии. Вместо ныне известных монитора, клавиатуры и мышки общение с ЭВМ тех лет выполнялось посредством перфолент, перфокарт и печатающего устройства. Размеры памяти всех видов были недостаточными для операций с большими объёмами данных. Потому до сих пор вызывает восхищение искусство программистов, когда в начале шестидесятых в Институте математики СО АН СССР на М-20 выполнялся заказ для Венгрии, связанный с обращением матрицы 400-го порядка.

Элементной базой для **ЭВМ второго поколения** (конец пятидесятых – начало шестидесятых) стали транзисторы. Первый полупроводниковый прибор, заменяющий электронную лампу, был создан в 1949 году, а в 1959 году был изобретён метод, позволяющий создавать на одной печатной плате транзисторы и все необходимые соединения между ними. Такие схемы стали называться интегральными схемами (ИС) или чипами.

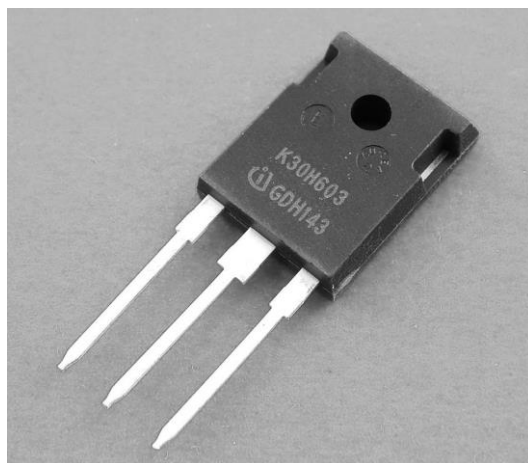
По утверждению специалистов, количество транзисторов на единицу площади интегральной схемы ежегодно увеличивалось вдвое. Ёмкость оперативной памяти увеличилась в 2–4 раза, равно как и внешняя память на магнитных барабанах и лентах. Появилось долгожданное алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ), воспроизводившее как результаты расчётов, так и плоды развлечений в виде зайчиков и шедевра Леонардо да Винчи (на удалении в несколько метров выглядели вполне пристойно). Во многих машинах второго поколения общение с периферийными устройствами выполнялось специализированным периферийным сопроцессором, совмещающим во времени работу с внешними носителями с вычислениями по программе.

По-прежнему ЭВМ оставались универсальными, использовались для решения многообразия научно-исследовательских и инженерных задач, но время потребовало специализации новых ЭВМ для управления технологическими процессами, для систем противовоздушной обороны,

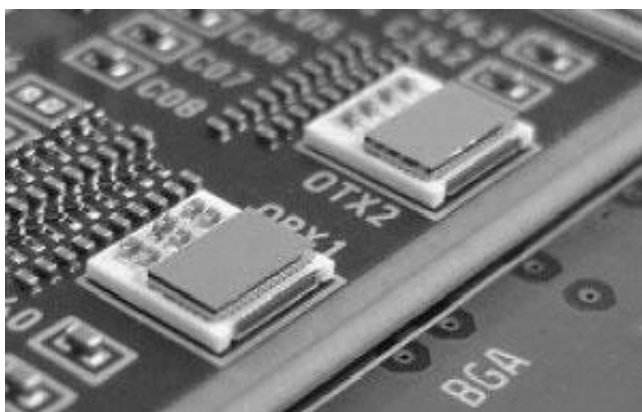
бортовых машин для авиации и космонавтики. Лучшей отечественной ЭВМ второго поколения считается БЭСМ-6, созданная в 1966 году.



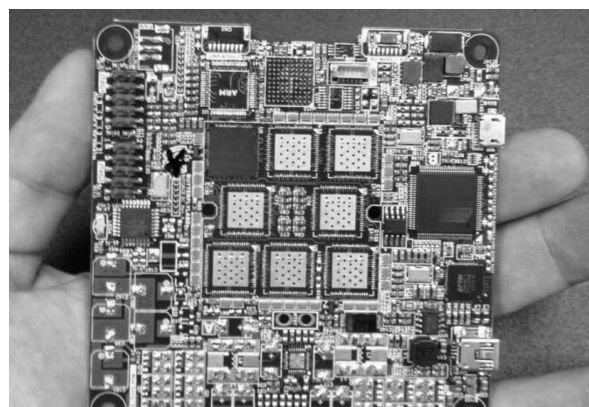
*Электронная лампа*



*Транзистор*



*Интегральная схема*



*Большая интегральная схема*

На смену программированию в кодах машин конкретного типа появились языки программирования высокого уровня Fortran (*Formula Translator*), Algol (*Algorithmic Language*), Cobol (*Common Business Oriented Language*) и трансляторы с этих языков. Программисты первых поколений представляли некую немногочисленную элиту, теперь же программирование стало проще и доступнее, хотя выполнение программы на Фортране требовало много большего машинного времени в сравнении с хорошей программой в кодах ЭВМ.

**Третье поколение ЭВМ** базировалось на интегральных схемах. ЭВМ третьего поколения начали производить во второй половине шестидесятых годов, когда американская фирма ИВМ приступила к выпуску системы машин ИВМ-360.

Появляется новый ассортимент периферийных устройств. В 1956 году ИВМ представляет устройство для хранения информации на магнитных дисках RAMAC, использующее 50 24-дюймовых металлических дисков по 100 дорожек с каждой стороны. Уже первый магнитный диск (МД) позволял хранить до 5 Мбайт данных.

Привлекательной стороной IBM-360 было создание терминалов, где пользователям выделялись отдельный монитор и клавиатура, подключённые к одному центральному компьютеру. Если ранее для повышения производительности изыскивались способы удаления пользователя из машинного зала, то теперь он мог сам распоряжаться заявленным и оплаченным машинным временем.



*Накопитель  
на магнитной ленте*



*Накопитель  
на жёстком магнитном диске*

Развитием технологических решений IBM-360 послужило создание серии IBM-370, а в Советском Союзе в семидесятых годах начался выпуск машин серии ЕС ЭВМ (Единая система ЭВМ) по образцу IBM-360/370. Скорость работы наиболее мощных моделей ЭВМ достигла уже нескольких миллионов операций в секунду.

Примечательно, что советские пользователи и конструкторы ЭВМ трансформировали свою терминологию. При написании программ вместо восьмеричной системы (*триады*) переключились на шестнадцатеричную (*тетрады*). Термин *двоичный разряд* сменился на *бит*, исчисление объёмов памяти в *ячейках* (за рубежом использовали *слово – word*) переключилось на *байты* (последовательность 8 бит).

Вошло в обиход понятие *мейнфрейма (mainframe)* как «большого универсального высокопроизводительного отказоустойчивого сервера со значительными возможностями ввода-вывода, большим объёмом оперативной и внешней памяти, предназначенного для использования в критически важных системах с интенсивной пакетной и оперативной транзакционной обработкой». К мейнфреймам относят созданные

IBM-360/370/390, системы других фирм (Hitachi, Honeywell, Burroughs и т. д.), некоторые из ЕС ЭВМ (в принципе к ним можно отнести и БЭСМ-6).

Именно в эти годы появляются термины *интерфейс, операционная система, процессор, монитор*. Во множестве компьютерных наук выделилась дисциплина, названная *информатикой*.

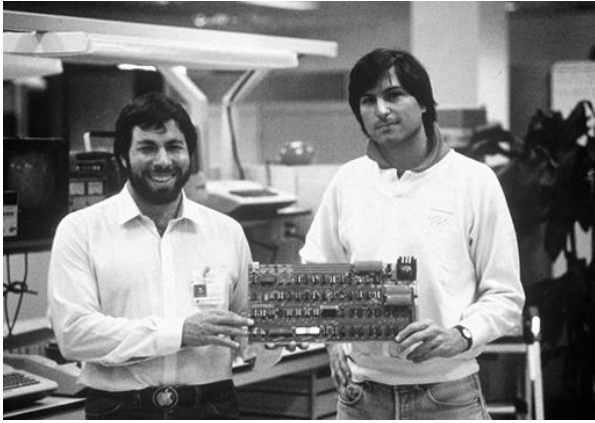
**Четвёртое поколение** основывалось на больших интегральных (БИС) и сверхбольших БИС (СБИС) схемах, где на одной плате размещалось несколько десятков тысяч электрических элементов, тогда как обычные ИС содержали лишь несколько десятков. Использование таких схем в серии IBM-370 способствовало восьмидесятипроцентному доминированию фирмы IBM на рынке ЭВМ общего пользования.

Наряду с мейнфреймами существовали мини-ЭВМ с жёстко фиксированной логикой работы для управления технологическим процессом (станки с ЧПУ, конвейерные линии, ядерные реакторы). Первые мини-ЭВМ семейства PDP выпускались с 1957 года фирмой Digital Equipment (DEC). В 1963 году появилась возможность настройки на конкретный объект не аппаратно, а программным путём. К 1982 году выпускаемая фирмой модель VAX-111/780, сохраняя невысокую стоимость и малые размеры, обладала быстродействием до 1 миллиона операций в секунду и виртуальной памятью до 4 Гбайт (для IBM-360 лишь 16 Мбайт). К середине восьмидесятых грань между мини-ЭВМ и мейнфреймами стёрлась, на рынок вторглись микроЭВМ – персональные компьютеры (ПК) [2].

В 1971 году американская фирма Intel объявила о создании микропроцессора, работающего по заложенной в его память программе (*чипу*). Этот примитивный микрокомпьютер (*chip*, рус. *огрызок*), реализующий несколько простых операций, сегодня используется повсеместно при проверке PIN-кода банковских карт, при покупках в магазине, совершении денежных операций в банкомате и др. Соединив микропроцессор с устройствами ввода-вывода и внешней памяти, получили новый тип компьютера: микроЭВМ.

В 1976 году 20-летний бизнесмен, программист, специалист по компьютерным играм Стив Джобс и 26-летний, прекрасно разбирающийся в технике, несмотря на неоконченное высшее образование, Стив Возняк основали фирму с забавным названием Apple Computer [2]. Хотя они и не были первыми, но их Apple-II (1977) при стоимости 1300 долларов затмил конкурентов. Эта модель имела 4 Кбайт ОЗУ, 16 Кбайт ПЗУ, клавиатуру, 8-слотовую материнскую плату, дисплей, встроенный язык программирования Basic и цветную графику (!) [2].





*Стив Возняк и Стив Джобс*



*Apple-II*

Однако с августа 1981 года «законодателем мод» на рынке ПК становится американская фирма IBM. Её компьютеры, названные IBM PC (Personal Computer), фактически определили международный стандарт на профессиональные ПК. Первый из них при стоимости 3000 долларов имел 64 Кбайт ОЗУ, 40 Кбайт ПЗУ, 8-дюймовый флоппи-дискет. И уже за первые 8 месяцев было продано 30 тысяч таких ПК.



*Филипп Дональд Эстридж (1937–1985), ведущий разработчик IBM PC*

Решение задач авиации, космонавтики, противоракетной обороны, моделирования ядерных процессов, метеорологии, экономического анализа и оперативного управления, связанных с решением уравнений математической физики, больших систем уравнений разного типа и многовариантной многомерной оптимизации требует универсальных машин высочайшей производительности с большим объёмом оперативной памяти. Другими словами, требуются суперкомпьютеры, находящиеся

на пределе возможного. Если производительность мейнфреймов оценивается в миллионах операций в секунду (MIPS – *Million Instructions Per Second*), то скорость выполнения суперкомпьютером самых трудоёмких операций с плавающей точкой уже в начале девяностых (американская Cray-3) оценивалась в 10 миллиардов операций [2]. Суперкомпьютеры требуют больших площадей, их стоимость исчисляется десятками миллионов долларов, поэтому они и являются штучным товаром (на конец девяностых их количество в мире не превышало 200).

Мейнфреймы эффективно применяются в автоматизированных банковских системах, системах онлайн-бронирования, управления энергосистемами и т. п., где требуются достаточно высокая скорость обмена данными, надёжность и способность одновременной обработки и планирования большого количества ресурсов. Время наработки на отказ современных мейнфреймов оценивается в 12–15 лет. Но используемая здесь арифметика ориентирована на обработку чисел с фиксированной точкой, тогда как операции арифметики с плавающей точкой (Float Point) требуют многократно (в 5–10 раз) большего времени.

Если вы намерены получить надёжный прогноз погоды хотя бы на неделю, потребуется решить систему сотен дифференциальных и алгебраических уравнений с обеспечением высокой точности итогов – извольте обеспечить метеоцентр суперкомпьютером.

Прогноз для ЭВМ **пятого поколения** предполагает принципиально новые элементную базу и технологии, обеспечивающие распознавание визуальных и речевых образов.

Предполагается высокий интеллектуальный уровень, значительно превышающий исполнение инструкций «отнеси-принеси». Другими словами, требуется создание **искусственного интеллекта**. Начатые в восьмидесятые годы в США, Японии, России работы в этой сфере, несмотря на громкие заявления в прессе, далеки от положительного результата.

С давних времён отличная игра в шахматы характеризовала наличие умственного потенциала игроков. Первые попытки научить машину играть в шахматы выше среднего уровня датируются шестидесятыми годами.

В феврале 1996 года чемпион мира Г. Каспаров встретился в Филадельфии (США) с суперкомпьютером Deep Blue производства IBM и победил его со счётом 4:2. Второй матч между человеком-чемпионом и машиной состоялся в Нью-Йорке в мае 1997 года. Журналисты резвились, сопоставляя рост претендентов 175 и 195,5 см, вес 79 кг и 1,4 т, возраст 33 года и 8 лет. Каспаров выигрывает первую партию, но далее преимущество за компьютером, в итоге 3½:2½. Естественно, Каспаров

утверждал, что был не в лучшей форме, плохо подготовился, недооценил своего партнёра, был заговор – компьютеру помогали люди. В 1989–1990 гг. очередной суперкомпьютер Deep Thought проигрывает сильнейшим на тот момент шахматистам в мире Г. Каспарову со счётом 0:2 и А. Карпову 0:1.

## 8.2. Хронология отечественных ЭВМ

Выше мы более или менее подробно рассмотрели характеристики ЭВМ семейства БЭСМ, воплотившего в себе путь от большой по габаритам и не столь мощной МЭСМ к серийным трёхадресным ЭВМ мирового уровня «Стрела» и М-220. Упомянули и скромный «Урал» – прародителя великолепной серии одноадресных потомков.

Напомним об универсальных и уникальных специализированных ЭВМ 1950–1990 гг. и назовём небольшую часть тех, кто генерировал идеи и воплощал их в «металл».

### *Хронология советских ЭВМ*

1951	МЭСМ М-1	1971	ЕС-1020
1952	БЭСМ	1973	ЕС-1050
1952	Стрела	1977	ЕС-1035
1956	Урал	1978	СМ-3, Электроника-60
1957	Киев	1979	СМ-4
1958	Сетунь М-20	1980	Эльбрус-1
1959	Урал-2	1981	Электроника НЦ-8010
1960	Арагац Раздан	1983	ЕС-1036, Микро-80
1961	Минск-1, Урал-4	1984	Агат, ДВК
1962	БЭСМ-3, БЭСМ-4, УМ-1НХ	1985	БК-0010
		1986	ЕС-1040, Радио 86РК
1963	Минск-2, Проминь	1987	Вектор-08Ц, Корвет
1964	Наири, Урал-11	1989	Башкирия-2И
1965	Мир-1, Урал-14	1990	Орион-128
1966	Минск-23	1991	Электроника-901, Поиск
1968	М-220, Минск-32, БЭСМ-6	1992	МС 1504, Кавзар-86
1969	Мир-2, Урал-16	1993	Эльбрус-3-1

Хронология составлена на основе данных <https://ru.wikipedia.org/wiki>. Даты указаны с учётом информации о завершении разработки или начале производства.

Если осведомлённого человека спросить «В каком городе рождалась советская литература?», ответ непредсказуем. Он назовёт Одессу (И. Бабель, Э. Багрицкий, И. Ильф, В. Петров, В. Катаев, К. Паустов-

ский), Тифлис (М. Горький), Петербург (Ю. Тынянов, К. Федин) и непременно Москву. Если аналогичный вопрос задать о месте рождения советской вычислительной техники, ответ однозначен – Москва.

Разработчиков советских ЭВМ принято делить на московскую, пензенскую, киевскую, минскую и ереванскую научные школы.

### 8.3. С. А. Лебедев и московская научная школа

С. А. Лебедев, самая известная фигура в этой области, начал творческий путь без катаклизмов.



*Сергей Алексеевич Лебедев  
(1902–1974)*

Родители были провинциальными народными учителями – представителями той русской интеллигенции, которая исповедовала идеи народовольцев, была примером безукоризненной порядочности, трудолюбия и равнодушия. По воспоминаниям сестры, он был обычным мальчиком, любил плавать, играл в лапту и в шахматы, мастерил разные электрические

приборы, играл на фортепьяно, любил читать и Блока, и Дюма.

В 1921 году С. А. Лебедев поступил в Московское высшее техническое училище им. Н. Э. Баумана (МВТУ), в 1928 году окончил его по специальности инженер-электрик, защитив дипломную работу, посвящённую вопросам устойчивости энергосистем. С 1930 года преподаватель Московского энергетического института (МЭИ). В 1935 году получил звание профессора, а в 1938 году защитил докторскую диссертацию, не будучи кандидатом наук.

Во время войны Лебедев разработал систему стабилизации танкового орудия при прицеливании и аналоговую систему автоматического самонаведения на цель авиационной торпеды.

В 1945 году создал первую в стране электронную аналоговую вычислительную машину для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, встречающихся в задачах энергетики, был избран действительным членом АН УССР и назначен директором Института энергетики, а затем Института электротехники АН УССР в Киеве. Именно здесь в 1947 году организуется лаборатория моделирования и вычислительной техники и в 1948–1950 гг. под его руководством была разработана первая в СССР и континентальной Европе малая электронно-счётная машина (МЭСМ), о которой мы писали выше.

В 1950 году С. А. Лебедев был приглашён в Институт точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ) АН СССР в Москву, где руководил созданием БЭСМ, и с 1952 года возглавил его. После БЭСМ под его руководством созданы 15 типов ЭВМ: от ламповых (БЭСМ-2 и М-20) до суперкомпьютеров на интегральных схемах. Последней машиной, идеи которой им разработаны, был суперкомпьютер «Эльбрус».

Под руководством С. А. Лебедева созданы специализированные ЭВМ для системы противоракетной обороны (ПРО). В 1952–1955 гг. В. С. Бурцевым разработаны ЭВМ «Диана-1» и «Диана-2» для обслуживания автоматического слежения за целями с помощью радиолокатора. В 1958 году для системы ПРО (генеральный конструктор Г. В. Кисунько) была предложена ламповая ЭВМ М-40, а затем позднее М-50 (в ней реализованы операции с плавающей точкой). Создатели первой системы ПРО (в их числе Г. В. Кисунько, С. А. Лебедев и В. С. Бурцев) получили Ленинскую премию.

#### **8.4. И. С. Брук и управляющие машины**

Исаак Семёнович Брук (1902–1974) родился в Минске в семье служащего табачной фабрики, в 1920 году окончил реальное училище, а в 1925 году электротехнический факультет МВТУ им. Н. Э. Баумана (его диплом был посвящён способам регулирования асинхронных двигателей). Работал во Всесоюзном электротехническом институте, участвуя в создании новой серии асинхронных двигателей. В 1930–1935 гг. руководил на Харьковском электротехническом заводе разработкой взрывобезопасных асинхронных двигателей.

В 1935 году И. С. Брук в Энергетическом институте АН СССР организовал лабораторию электросистем и для моделирования режимов мощных энергетических систем создал расчётный стол переменного тока – аналоговую вычислительную машину, за что в 1936 году ему присвоена учёная степень кандидата технических наук без защиты диссертации. В октябре этого же года он защищает докторскую диссертацию.

В 1939 году на заседании Президиума АН СССР И. С. Брук сделал доклад о созданном под его руководством механическом интеграторе для решения дифференциальных уравнений до шестого порядка и был избран членом-корреспондентом АН СССР.

В годы войны Брук работал над системами управления зенитным огнём, изобрёл синхронизатор авиационной пушки, которая стреляла через вращающийся пропеллер самолёта и в 1947 году был избран действительным членом Академии артиллерийских наук.

В первые послевоенные годы, решая задачи в области электроэнергетики с помощью аналоговой вычислительной техники, И. С. Брук пришёл к выводу о необходимости создания электронных цифровых вычислительных машин для обеспечения необходимой точности вычислений и совместно с Б. И. Рамеевым в декабре 1948 года получил первое в СССР свидетельство об изобретении цифровой ЭВМ. К сожалению, лишь в 1950–1951 гг. под руководством И. С. Брука и выпускника МЭИ Н. Я. Матюхина была разработана и запущена в опытную эксплуатацию одновременно с киевской МЭСМ С. А. Лебедева ЭВМ М-1. За нею последовали М-2 и М-3, послужившие образцом для разработки многих малогабаритных ЭВМ.

В 1958 году под руководством И. С. Брука создан Институт электронных управляющих машин АН СССР (ИНЭУМ) с целью разработки принципов построения и применения специализированных вычислительных и управляющих машин.

В 1957 году в ИНЭУМ коллектив, руководимый М. А. Карцевым, начал разработку электронной управляющей машины М-4 на транзисторах для управления в реальном масштабе времени экспериментальным комплексом радиолокационных станций (РЛС). В 1959 году были изготовлены два первых комплекта и в 1962 году проведены испытания на действующем макете комплекса. При принятии решения о запуске М-4 в серийное производство разработчики настояли на её модернизации. Модернизированная М-4М имела быстродействие 220 тыс. операций в секунду на программах, записанных в ПЗУ, и 110 тыс. операций в секунду на программах, хранящихся в ОЗУ. Ёмкость ОЗУ составляла от 1 до 4 кубов с разрядностью 29 (1 куб = 4096 ячеек), ёмкость ПЗУ – до 2 кубов для инструкций и 2 куба для констант. В таком виде эта машина выпускалась серийно Загорским электромеханическим заводом 15 лет.

Ещё одной разработкой ИНЭУМ была М-7 для систем управления мощными теплоэнергетическими блоками электростанций. В 1958 году Брук с участием М. А. Карцева работает над универсальной ЦВМ М-5, предназначенной для решения задач планирования и статистики в народном хозяйстве. Машина создавалась как мультипрограммная и многотерминальная одноадресная ЭВМ, реализующая режимы как пакетной обработки, так и разделения времени. Её структура базировалась на общей магистрали, связывающей центральный процессор, блоки оперативной памяти и устройства управления вводом-выводом и внешней памятью (игравшие роль каналов, характерных для машин третьего поколения). Было обеспечено выполнение операций над индексными регистрами и преобразование адресов в основных командах (подобно М-20).

Машина оперировала с 37-разрядными числами с фиксированной и плавающей точкой. В 1961 году она была изготовлена Минским заводом им. С. Орджоникидзе в одном экземпляре, но не получила дальнейшего развития по причинам не технического, а «организационного» характера.

Ещё в пятидесятые годы И. С. Брук пришёл к выводу, что наряду с применением ЭВМ для научных расчётов и управления объектами необходимо развитие и другой области применения – обработки экономической информации для задач учёта, статистики, планирования, моделирования экономики с использованием линейного программирования, классических динамических моделей экономики и метода межотраслевых балансов В. Леонтьева. И. С. Брук развернул в ИНЭУМ работы по применению этих методов и ЭВМ на государственном уровне, привлекал специалистов по экономике, которые начинали использовать математические методы и ЭВМ подобно тому, как несколько ранее физики принимали в свои институты генетиков [28]. Уже одно только это в то время считалось отступлением от марксизма-ленинизма, а годы спустя попытки внедрения ЭВМ и «всяких АСУ» в работу государственных и тем более партийных органов наткнулись на демагогию о «близости к массам».

И. С. Брук позволил себе говорить о необходимости достоверной исходной базы для экономико-математических моделей и о недостатках проводимой в начале шестидесятых годов в СССР экономической реформы. Эти и другие предложения по применению ЭВМ в экономике встретили резкие возражения чиновников Госплана и Госэкономсовета СССР, и И. С. Брук в 1964 году уходит с поста директора ИНЭУМ.

Выйдя на пенсию, И. С. Брук продолжал работать в качестве научного консультанта. Его рекомендации позволили создать М-4000, М-4030, М-400, а затем СМ-3, СМ-4, по характеристикам близкие к ЭВМ, доминировавшим в то время на мировом рынке.

### **8.5. Н. П. Брусенцов и троичная система счисления**

Как утверждает автор публикации [37], всё началось в 1954 году на кафедре вычислительной математики мехмата МГУ, где, ещё не помышляя о «Стреле» и не дождавшись поставки М-2, решили соорудить свою ЭВМ, предельно простую и недорогую (никакого специального финансирования проекта не было). Руководителем группы, осуществлявшей проектирование и изготовление машины, был назначен молодой сотрудник кафедры, выпускник МЭИ Н. П. Брусенцов. Конечно, сначала собирались делать двоичную ЭВМ, но из соображений экономичности и простоты архитектуры отдали предпочтение троичной!

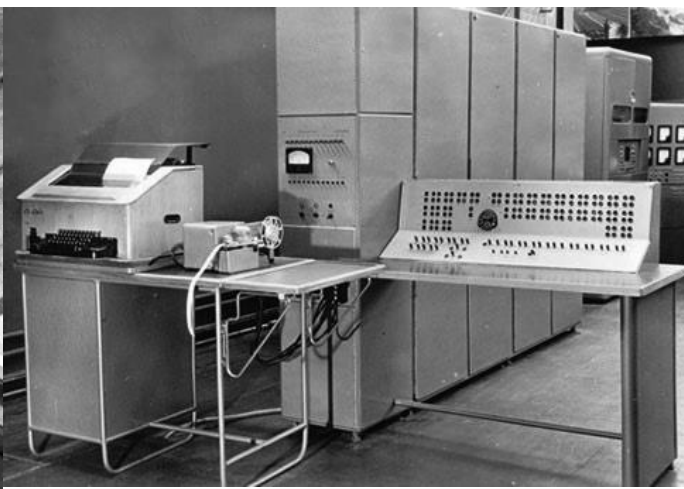
Экстравагантность на фоне доминирующей двоичной арифметики или вполне резонный выбор?

Со времён Джона Непера при выборе основания для логарифмических таблиц известно, что наибольшей плотностью записи информации обладает система счисления с основанием, равным основанию натуральных логарифмов – числу Эйлера ( $e = 2,71828\dots$ ), более близкому к целому числу три по сравнению с двойкой. Поэтому решили, что ЭВМ будет троичной, использующей «естественный» троичный симметричный код, имеющий к тому же свои преимущества при реализации переносов для выполнения операции сложения. Идея использования троичной системы счисления была поддержана академиком Сергеем Львовичем Соболевым, позаботившимся о помощи молодому специалисту.

К концу 1958 года в проблемной лаборатории ВЦ МГУ Брусенцовым был подготовлен первый экземпляр машины, которой дали имя «Сетунь» (по имени небольшой речушки неподалеку от МГУ). «Сетунь» занимала площадь до 30 м<sup>2</sup>, могла выполнять 2000–4500 операций в секунду, обладала ОЗУ в 162 «девятитритных» ячейки и памятью на магнитных барабанах ёмкостью от 36 до 72 страниц по 54 ячейки каждая. Данные вводили в машину с перфоленты, результаты выводились на телетайп. Время на поиск неисправностей и их устранение не превышало 5 % (уникально для машин того времени).



*Николай Петрович  
Брусенцов (1925–2014)*



*Промышленный образец  
ЭВМ «Сетунь»*

На межведомственных испытаниях в 1960 году машину признали пригодной для массового использования в конструкторских бюро, лабораториях и вузах, последовало распоряжение о серийном выпуске «Сетуни» на Казанском заводе математических машин. Серийно машина выпускалась в 1962–1964 гг. по 15–20 машин в год. Её дешевизна (27,5 тыс. рублей) не вызвала у завода желания наладить крупносерийное производство невыгодной машины, и вскоре выпуск ЭВМ вообще



был свёрнут. Выпущенные машины надёжно работали по всей стране без какого-либо сервиса и по существу без запасных частей. Из 50 ЭВМ 30 работали в высших учебных заведениях страны [1, гл. 8].

Впоследствии Н. Брусенцов и Е. Жоголев, при участии ведущего системного программиста Рамиля Альвареса Хосе, разработали более современную версию машины «Сетунь-70», использовавшую те же принципы троичности, но она так и не пошла в серийное производство, а единственный опытный образец работал в МГУ до 1987 года.

### **8.6. И. Я. Акушский и нетрадиционная компьютерная арифметика**

И. Я. Акушский известен как создатель первой действующей специализированной ЭВМ с системой счисления в остатках (модулярной арифметикой), позволяющей ускорить процесс вычислений.

Ещё обучаясь в МГУ, он начал работать вычислителем в НИИ математики и механики МГУ. В 1936 году перешёл на работу в Математический институт им. В. С. Стеклова. В 1948 году отдел Л. А. Люстерника вместе с лабораторией И. Я. Акушского передали в организованный Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР. В 1951–1953 гг. (разгар борьбы с космополитами) он – главный инженер проекта института «Сталь-проект» Министерства чёрной металлургии СССР, в 1954–1956 гг. заведует лабораторией машинной и вычислительной математики Института математики и механики АН Казахской ССР.



*Израиль Яковлевич  
Акушский  
(1911–1992)*

Вернувшись в Москву, Акушский работал в СКБ-245 (п/я 2473) старшим научным сотрудником лаборатории математического отдела Д. И. Юдицкого. В 1959–1960 гг. здесь была предпринята попытка осмыслить принципы построения ЭВМ на основе системы счисления в остаточных классах (СОК) Ю. Я. Базилевским, Ю. А. Шрейдером, И. Я. Акушским и Д. И. Юдицким, но не получила взаимопонимания.

Немного о предыстории СОК... Первым мысль о возможности применения СОК в вычислительной технике в 1955 году высказал в краткой статье чехословацкий инженер М. Валах, его активно поддержал математик А. Свобода. Их работами заинтересовались американцы и через несколько лет Свобода и Валах переехали в США, где были развёрнуты работы над модулярной арифметикой.

Первая неприятность во взаимоотношениях с ЭВМ у программиста, связанного с решением предельных задач математической физики, физической химии, молекулярной биологии при использовании представления чисел в режиме плавающей точки (*float point*), подстерегает в виде «авоста по переполнению» (*overflow*) и «машинного нуля» (потери значимости) из-за ограниченности разрядной сетки (обычно 32 или 64). Попытки найти числа  $\pi$  или  $e$  с более чем 9 знаками требуют хитроумных приёмов. Используемая ныне схема шифрования RSA считается безопасной при длине ключа 2048 бит! С другой стороны, в экономических исследованиях подобные требования абсурдны и разрядную сетку можно уменьшить в 2–4 раза. Эти соображения приводят к идее внесения в архитектуру ЭВМ переменной длины ячеек, что и поддерживается СОК.

Примерно в 1959 году по закрытым каналам главному инженеру КБ-1 Фёдору Викторовичу Лукину, имевшему опыт разработки счётно-решающих устройств и их применения в крупнейших военных системах, поступила справка об этих работах, и он сразу оценил перспективность этого направления. Но КБ-1 не занималось ЭВМ, и Лукин направил справку в СКБ-245 (в 1953 году он был председателем Госкомиссии по приёмке ЭВМ «Стрела», первый экземпляр которой был установлен в КБ-1). Справка заинтересовала математика И. Я. Акушского и его начальника ведущего разработчика ЭВМ Давлета Исламовича Юдицкого, ставших впоследствии основоположниками модулярной арифметики в СССР.

В 1960 году Ф. В. Лукин, назначенный директором НИИ-37 (НИИ дальней радиосвязи), пригласил Юдицкого и Акушского для разработки ЭВМ. Юдицкий был занят переделкой неудачной разработки ЭВМ А-340А, предназначенной для создаваемых радиолокационных станций (появились ракеты с разделяющимися боеголовками), а Акушский – научными основами построения модулярной ЭВМ.

После завершения работы над проектом А-340А коллектив, возглавляемый Юдицким, в 1960–1963 гг. создаёт первую в стране (возможно, и в мире) модулярную ЭВМ Т-340А, предназначенную для полигонных РЛС. Принципы построения этой ЭВМ предложены И. Я. Акушским, Д. И. Юдицким и Е. С. Андриановым. Экспериментальная ЭВМ Т-340А, изготовленная и отлаженная, реально работала много лет в составе РЛС.

Полученные результаты были использованы при проектировании и серийном производстве ЭВМ К-340А, базовой для всех РЛС. Не вдаваясь в детали технических новинок (разрядность данных и команд – 45, трёхадресная с двумя операциями в одной команде, ОЗУ и ПЗУ

по 16 Кбайт, 16 буферных регистров и др.), заметим, что Т-340А и К-340А обладали невиданным для своего времени быстродействием в 1,2 млн двойных или 2,4 млн обычных операций в секунду. Свердловским заводом радиоаппаратуры в 1966–1973 гг. было выпущено более 50 комплектов К-340А. Только в РЛС «Дунай-3У» работало десять К-340А более 40 лет благодаря своей высочайшей надёжности. Ряд технических решений впоследствии был запатентован в Великобритании, США и Японии. Академик С. А. Лебедев, высоко ценивший и поддерживавший Акушского, сказал: «Я бы делал высокопроизводительную ЭВМ иначе, но не всем надо работать одинаково. Дай вам Бог успеха!».

В 1966 году И. Я. Акушский организовал в Московском институте электронной техники (МИЭТ) в Зеленограде кафедру вычислительной математики, которую возглавлял до 1974 года (в начале 1963 года Ф. В. Лукин был назначен директором организуемого в строящемся Зеленограде Центра микроэлектроники).



*Ф. В. Лукин докладывает Председателю Совета Министров СССР А. Н. Косыгину о разработке суперЭВМ «Алмаз» на основе модулярной арифметики (слева направо: А. И. Шокин, Д. И. Юдицкий, А. Н. Косыгин, Ф. В. Лукин)*

Когда Акушский уже работал в Зеленограде, в США нашлась фирма, готовая к сотрудничеству по созданию машины, начинённой идеями Акушского и электроникой США. Директор НИИ молекулярной электроники К. А. Валиев готовился к развёртыванию работ с новейшими микросхемами из США, велись предварительные переговоры, как вдруг

Акушского вызвали в «компетентные органы» и заявили, что «научный центр Зеленограда не будет повышать интеллектуальный потенциал Запада!», и все работы были прекращены [30]. Заканчивалось время «оттепели», невежество и принцип «как бы чего не вышло» в сочетании с демагогией всё энергичнее преграждают дорогу нестандартному мышлению и научно-техническому прогрессу.

В 1965 году постановлением ЦК КПСС и Совмина ОКБ «Вымпел» было поручено создать эскизный проект территориальной системы ПРО «Аврора». Трём предприятиям, возглавляемым С. А. Лебедевым, Ф. В. Лукиным и М. А. Карцевым, было дано конкурсное задание

на создание проектов высокопроизводительной ЭВМ со сроком окончания 30 марта 1967 года. Так в Зеленограде началась разработка проекта суперЭВМ «Алмаз» (главный конструктор Д. И. Юдицкий). Эскизный проект был разработан и 30 марта 1967 года представлен заказчику. С. А. Лебедев, перегруженный работами по «Эльбрусу» и БЭСМ, ознакомившись с другими проектами, снял свой вариант с рассмотрения. Выбранный из двух проект «Алмаз» обеспечивал требуемые разрядность данных – 45 бит, производительность 2,5–3,0 млн операций в секунду, сложные функции в одной команде, работу со словами переменной длины, объём памяти  $2^{17}$  45-разрядных ячеек (5,625 Мбит).

В составе «Алмаза» были три типа вычислительных процессоров:

- 1) узкоспециализированный непрограммируемый процессор предварительной обработки радиолокационной информации;
- 2) модулярный процессор для основной обработки данных (производительность 3,5 млн алгоритмических операций в секунду);
- 3) двоичный процессор для немодулярных операций, связанных с управлением работой ЭВМ.

При наличии первого из них информация от антенн радиолокатора (30 тыс. 100-разрядных слов в секунду) проходит предварительную обработку в темпе её поступления без необходимости промежуточного хранения. Это увеличивает производительность на эквивалент порядка 4,0 млн алгоритмических операций в секунду и экономит около 3 млн бит памяти.

По словам Юдицкого, «построенная теория специального кодирования значительно увеличивает надёжность машины и позволяет создавать «живучие» машины, сохраняющие работоспособность при выходе из строя значительной части оборудования, позволяет добиваться высокой производительности на основе распараллеливания выполнения элементарных операций».

К моменту конкурса проектируемая система «Аврора» была отвергнута в пользу МКСК «Аргунь». В мае 1967 года ОКБ «Вымпел» и Научный центр в Зеленограде заключили договор на разработку суперЭВМ 5Э53 и пятимашинного комплекса на её основе с серийным производством на Загорском электромеханическом заводе. Согласно техническому проекту, готовому к февралю 1971 года, планировалась разрядность данных – 20 и 40 бит, разрядность команд – 72 бита, система счисления – СОК, производительность – порядка 10 млн алгоритмических операций в секунду, ёмкость программируемого постоянного запоминающего устройства (ППЗУ) команд – 2,8 Мбит и ОЗУ данных – 7,0 Мбит, безотказная работа – 600 часов.

Непримиримая борьба министра радиопромышленности В. Д. Калмыкова с Генеральным конструктором ПРО Г. В. Кисунько, а затем смерть в 1971 году инициатора разработки ЭВМ 5Э53 Ф. В. Лукина были плачевны для ПРО «Аргунь» и ЭВМ. И. Я. Акушский безуспешно пытался создать опытный образец машины. В начале 1992 года у него на столе лежали гранки проблемной статьи о применении СОК в сверхвысоких диапазонах чисел, но завершить эту работу он не успел.

### 8.7. В. М. Глушков и киевская научная школа

После отъезда Лебедева в Москву его ученики в Киеве Дашевский, Шкабара, Погребинский и другие приступили к разработке ЭВМ «Киев». Лабораторию, где они создали МЭСМ, преобразовали в лабораторию вычислительной техники Института математики, директор которого известный математик Б. В. Гнеденко в 1956 году для заведования ею пригласил В. М. Глушкова (в 1957 году лаборатория преобразована в ВЦ АН УССР, а с 1962 года – в Институт кибернетики).



*Виктор Михайлович  
Глушков (1923–1982)*

По собственному признанию Глушкова, он узнал о работе и возможностях ЭВМ из книги А. И. Китова «Электронные цифровые машины» (1956). Тем не менее, по воспоминаниям сотрудника лаборатории З. Л. Рабиновича, с приходом Глушкова «ни одна из проводимых в лаборатории работ не была заброшена» и в 1958 году разработка «Киева» была успешно завершена. Эта ЭВМ долго использовалась в ВЦ АН УССР, другой экземпляр – в Объединённом институте ядерных исследований.

В 1958–1961 гг. под руководством В. М. Глушкова и Б. Н. Малиновского была создана первая в СССР полупроводниковая управляющая ЭВМ «Днепр».

В 1963 году была выпущена одноадресная ЭВМ «Промінь» для инженерных расчётов с ОЗУ на 140 ячеек, двоично-десятичной системой счисления, быстродействием в 1000 сложений или 100 умножений в минуту. Ввод числовой информации осуществлялся с клавиатуры, вывод – на табло с десятичными индикаторными лампами. Команды в систему вводились посредством штекеров или могли быть записаны на металлизированные перфокарты (по 10 на каждую). Хотя в современной литера-

туре подчёркивается, что в ЭВМ «Промінь» были новинки типа ступенчатого микропрограммного управления, но в реальной инженерной практике тех лет штекерный набор не вызывал положительных эмоций.



*В. М. Глушков, С. Б. Погребинский (второй слева)  
и другие разработчики ЭВМ «Промінь»*

Другая разработка киевлян была весьма интересной – серия ЭВМ МИР (*Машина Инженерных Расчётов*): МИР-1, МИР-2, МИР-3, где на аппаратном уровне был частично реализован язык Алмир-65. А. П. Ершов в восьмидесятые годы говорил, что если бы Институт кибернетики АН Украины продолжил работы по развитию и производству МИРов, то в СССР была бы лучшая в мире персональная ЭВМ.

Для общения с другими ЭВМ того времени требовались перфорация данных на всех стадиях отладки программы (при незначительных ошибках делали вручную заклепки или создавали отверстия бритвочкой) и последовательное общение с оператором. А для «избранных» авторов программ, способных быстро соображать и реагировать, по ночам предоставлялся в распоряжение пульт управления.



*Пульт ЭВМ МИР-2.  
В руке оператора световое перо*

Диалоговый режим МИРа, не столь связанного с этими проблемами, допускал оперативный

вывод результатов на пишущую машинку (ПМ), ввод с ПМ корректуры и продолжение расчёта. Для ввода информации можно было использовать набор с ПМ (при отсутствии ограничений по времени) или вводить ранее подготовленное с 8-дорожечной перфоленты или магнитной карты. МИР-2 обладал прототипом современной «мышки» – *световым пером*, которым вносили изменения в текст программы на экране (работу первой мыши-манипулятора сотрудник Стэнфордского исследовательского центра Дуглас Энгельбарт продемонстрировал в 1964 году).



ЭВМ «Промінь»



ЭВМ «МИР-1»

МИР-1 использовал двоично-десятичную систему счисления, ОЗУ на ферритовых сердечниках ёмкостью 4096 12-разрядных ячеек и быстроедействие порядка 200 операций в секунду. Среди оригинальных решений было отсутствие фиксированной разрядности чисел, её задавал программист, ограниченный только объёмом памяти. В порядке развлечения МИР-2 заставляли возводить 999 в степень 999 и выдавать на печать все значащие цифры результата (порядка трёх тысяч знаков).

Была и другая интересная особенность МИРов. При их проектировании Глушков мечтал сделать машинный язык более близким к математическому, которым могли бы пользоваться простые смертные. В итоге уникальной особенностью машины среди её современников был входной язык Алмир-65, весьма близкий к Алголу. Развитием Алмира был язык Аналитик, разработанный в 1968 году коллективом авторов в составе В. М. Глушкова, А. А. Стогния, А. А. Летичевского и позволяющий формулировать задания с аналитическим представлением формул, искать и представлять аналитическими выражениями производные и интегралы. Встроенный интерпретатор этого языка был реализован в МИР-2 и МИР-3 (только десять лет спустя появились Apple-II и IBM PC со встроенным примитивным Бейсиком). Отличная библиотека программ на Алмире для решения многообразных математических задач, предложенная в [26, 27], была приятным подарком и для иноязычных программистов.



*Л. И. Брежнев и сопровождающие его лица в Институте кибернетики АН УССР познают возможности ЭВМ «Мир-1»*

### **8.8. Б. И. Рамеев и пензенская научная школа**

В 1948 году на базе Пензенского завода счётно-аналитических ма-



*Башир Искандарович Рамеев  
(1918–1994)*

шин (САМ) было создано КБ, где в том же году изготовлен опытный образец электроинтегратора ЭЛИ-12. В 1953 году на базе КБ был организован филиал Московского СКБ-245, который продолжил разработки в 1953–1957 гг. сеточной модели ЭИ-С для нефтяников. Главным инженером созданного филиала стал Б. И. Рамеев, с которым сотрудничал столь же увлечённый идеями построения ЭВМ, в будущем один из основоположников теоретической информатики в СССР, преподаватель физмата Пензенского пединститута и известный учёный в области дискретной математики и математической логики Борис Авраамович Трахтенброт (1921–2016), семинары которого способствовали воспи-



танию будущих математиков-прикладников и разработчиков ЭВМ. Пензенская школа неразрывно связана с именем Б. И. Рамеева.

Как и у многих ныне известных представителей науки советского периода, его жизненный путь был нестандартным. Его дед был золотопромышленником и членом Государственной Думы. Отец учился до начала мировой войны в Горной академии во Фрайберге, работал на частных и государственных предприятиях золотодобычи, в 1938 году был арестован и умер в 1943 году. Семнадцатилетний юноша, увлекавшийся изобретательством, в 1937 году поступил в Московский энергетический институт, но как член семьи «врага народа» в 1938 году после ареста отца был отчислен из института. После долгих мытарств в 1940 году он устроился техником в Центральный научно-исследовательский институт связи (ЦНИИС), затем ушёл на фронт добровольцем-связистом, участвовал в форсировании Днепра и освобождении Киева.

Согласно приказу о специалистах, направляемых для восстановления народного хозяйства, в 1944 году Рамеев направлен на работу в ЦНИИС к академику А. И. Бергу. В 1947 году из передачи «Би-Би-Си» (как говорили потом юмористы, «повелось так на Руси ночью слушать Би-Би-Си») Рамеев узнал о создании ЭВМ ENIAC, по рекомендации А. И. Берга обратился к И. С. Бруку и в мае 1948 года был принят инженером-конструктором в лабораторию электросистем Энергетического института АН СССР.

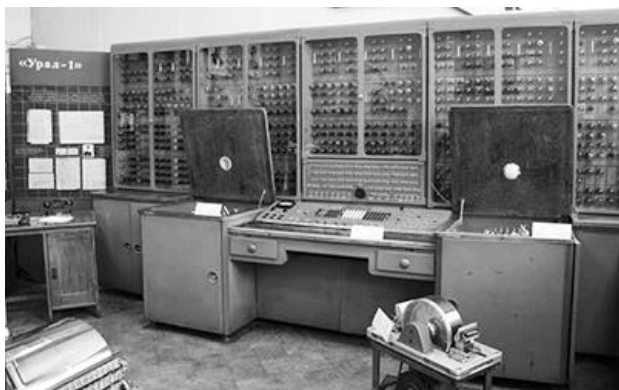
Как мы писали выше, в августе 1948 года член-корреспондент АН СССР И. С. Брук и не имеющий диплома о высшем образовании Б. И. Рамеев представили первый в СССР проект «Автоматическая цифровая электронная машина», а в октябре проектные соображения по созданию такой машины (в том же октябре разработаны общие принципы построения МЭСМ).

По воспоминаниям Б. Н. Малиновского [1], в начале 1949 года Рамеев как специалист по радиолокации неожиданно был призван в армию и отправлен на Дальний Восток, спустя полтора месяца зачислен преподавателем в школу подводников, благодаря Бруку вернулся в Москву, где его ожидало письмо с предложением занять должность заведующего лабораторией СКБ-245 Министерства машиностроения и приборостроения, где он с Ю. Я. Базилевским конструировал «Стрелу» и в 1954 году вместе с коллегами был удостоен Сталинской премии.

Как скверный анекдот вспоминает Малиновский [1], что Б. И. Рамееву, читавшему по совместительству в 1951–1953 гг. в МИФИ лекции по вычислительной технике, пришла в голову мысль обратиться в Главное управление высшего образования Министерства культуры с просьбой разрешить завершить своё образование сдачей необходимых

экзаменов экстерном, но в ответ ему, «в лучших традициях чиновничества, следующего букве закона», не разрешили сдачу экзаменов экстерном и даже запретили чтение лекций как не имеющему высшего образования.

В 1953–1954 гг. начались работы над «Уралом-1». В 1955 году для его серийного производства на Пензенском заводе Рамеев вместе с молодыми специалистами, работавшими с ним в Москве, переехал в этот город как главный инженер и заместитель директора по науке Института математических машин. В 1961 году последовали полупроводниковые «Урал-2» и «Урал-4» с выросшим в 50 раз быстродействием. Затем в семейство этих машин вошли «Урал-11», «Урал-14» (1964) и «Урал-16» (1969) с унифицированной системой связи с периферией и многим из того, что характерно для третьего поколения ЭВМ.



*ЭВМ «Урал-1»*



*ЭВМ «Урал-16»*

Деятельность пензенской школы получила высокую оценку как А. И. Берга, так и потребителей «Урала-2» и «Урала-4». Чиновники из Минобразования сдались и по представлению А. И. Берга, С. А. Лебедева и И. С. Брука присвоили Рамееву учёную степень доктора технических наук без защиты диссертации.

В конце шестидесятых ученики Рамеева в Пензенском НИИ математических машин (переименованный филиал СКБ-245) заканчивали разработку проекта многопроцессорной системы «Урал-25» и разворачивали работы по созданию «Урал-21» на интегральных схемах.

В конце шестидесятых стало очевидным отставание производства ЭВМ в СССР от США. Если в США старые и новые фирмы рисковали миллионами долларов, приглашали (иногда нужно было только имя ради престижа фирмы) известных учёных и творческих инженеров, в нашем же плановом хозяйстве создание и выпуск новой техники разделяли годы (не говоря уже об оплате труда).

В 1967 году был организован Научный исследовательский центр электронной вычислительной техники (НИЦЭВТ) для проектирования, разработки и выпуска машин третьего поколения. На правительственном

уровне было принято решение о создании ЕС ЭВМ, даже договорились о международном сотрудничестве с фирмой ICL. Рамеев, как заместитель генерального конструктора системы ЕС ЭВМ в НИЦЭВТ, полагал, что эта система на базе System 4 (Англия) могла бы быть воспроизведена одним-двумя заводскими КБ, а основные силы НИИ и СКБ страны направлены на создание более совершенного ряда отечественных машин. Но в апреле 1969 года Совет главных конструкторов ЕС ЭВМ принял решение, сводящее будущее отечественной техники к копированию логической структуры и системы команд IBM-360 [1]. Против этого решения протестовали С. А. Лебедев и многие другие идеологи и конструкторы советских ЭВМ. Б. И. Рамеев подал заявление об освобождении его от занимаемой должности...

### 8.9. Минская научная школа

История цифровых ЭВМ «Минск» началась в конце 1960 года, когда на Минском заводе вычислительных машин имени Серго Орджоникидзе прекратили начатое в 1959 году производство двухадресной М-3 и завод начал выпуск ламповой ЭВМ «Минск-1». Это была двухадресная ЭВМ с оперативной памятью на ферритовых сердечниках объёмом в 1024 31-разрядных ячеек и быстродействием 3000 операций в секунду. Её главный конструктор Г. П. Лопато (1924–2003) с 1952 года работал во Всесоюзном НИИ электромеханики, участвовал в наладке ЭВМ М-3 и в 1958 году был направлен в Китай для оказания помощи в наладке М-3 на основе документации, переданной из лаборатории Брука.



*ЭВМ «Минск-1»*

Предполагалось использование этой ЭВМ в науке и высшем образовании. Что касается второй цели, то опыт старшего из авторов в преподавании основ программирования в ТПИ (г. Томск) показал, что двухадресность «Минска» и соответствующая избыточность системы команд, в сравнении даже с одноадресным «Уралом», являлась помехой эффективности восприятия слушателями.

В те же 1960–1964 гг. выпускались специализированные модификации «Минск-11», «Минск-12», «Минск-14», «Минск-16». Второе поколение открылось выпуском с 1963 года более совершенной «Минск-2» (главный конструктор В. В. Пржиялковский). В отличие от предше-

ственницы длина ячейки выросла до 37 разрядов (либо числа с фиксированной и плавающей точкой, либо шесть алфавитно-цифровых символов в Международном телеграфном коде МТК-2). Модификацией этой модели в части расширения оперативной памяти и возможности подключения новых устройств ввода-вывода были «Минск-22» и «Минск-22М», в первую очередь предназначенные для решения планово-экономических задач. Однако первый соответствующий опыт выявил низкую эффективность предложенного комплекта внешних устройств и недостаточную ёмкость ОЗУ. Последующая модель «Минск-23» уже имела систему команд, позволяющую работать с большими массивами данных, и универсальный интерфейс для внешних устройств.

Машина «Минск-32», лишённая недостатков предшественников и имевшая ряд особенностей, выгодно отличающих её от других моделей семейства, выпускалась в 1968–1975 гг. Её выпуск, нашедший успешное применение в народном хозяйстве, составил 75 % от общего выпуска 4000 машин семейства.

Следует заметить, что в 2008 году был запущен в работу суперкомпьютер СКИФ МГУ, разработанный в Белорусском государственном университете на базе технологий Intel.



*ЭВМ «Минск-32»*

Можно вспомнить и первую советскую серийную универсальную полупроводниковую двухпроцессорную ЭВМ «Весна» с производительностью 300 тыс. операций в секунду, разработанную в 1959–1964 гг. КБПА Госкомитета по радиоэлектронике (г. Зеленоград) и выпускавшуюся на Минском заводе до 1972 года (руководители разработки В. С. Полин и В. К. Левин). Упрощённым совместимым вариантом «Весны» была однопроцессорная ЭВМ «Снег» (главный конструктор В. К. Левин, 1965 год) с производительностью 50–80 тыс. операций в секунду. Общесоюзной известности эти ЭВМ не приобрели, было выпущено всего 19 машин, и первая из них работала в ВЦ Министерства обороны.

### **8.10. Ереванская научная школа**

В 1956 году по инициативе Академии наук Армянской ССР был основан Ереванский научно-исследовательский институт математиче-

ских машин (ЕрНИИММ). Его первым значимым опытом было создание на основе документации к М-3 ЭВМ «Арагац» и «Раздан».

Ламповый «Арагац» (руководитель работ Б. Е. Хайкин) был выпущен, по разным данным, в 4 или 19 экземплярах и не привлёк внимания потребителей ЭВМ.

Разрабатываемый с 1958 года двухадресный «Раздан» (руководитель работ Е. Л. Брусиловский) имел полупроводниковую элементную базу и быстродействие 5000 операций в секунду. Серийно выпускались «Раздан-2» (с 1961 года) и «Раздан-3» (с 1966 года).

Более оригинальным и популярным детищем ЕрНИИММ было семейство «Наири», разработчики которой в 1971 году были удостоены Государственной премии СССР. Разработанная в 1962–1964 гг. «Наири» имела ОЗУ с 1024 36-разрядными ячейками, ДЗУ (долговременное запоминающее устройство) кассетного типа для хранения микропрограмм и встроенных программ, быстродействие для операций типа сложения



*ЭВМ «Наири-К»*

над числами с фиксированной запятой 2–3 тыс. операций в секунду, типа умножения – 100 операций в секунду, для операций над числами с плавающей запятой – 100 операций в секунду.

Существовали модификации, отличающиеся периферией и удвоенным объёмом ОЗУ («Наири-М»). В «Наири-К» (1965 год) и «Наири-С» (1967 год) устройства ввода-вывода попол-

нились электрической пишущей машинкой Consul-254.

Серия машин «Наири-3» (главный конструктор Г. Е. Овсепян) создана в начале 1970-х и отличалась наличием режима разделения времени, возможностью микропрограммной эмуляции ЭВМ «Минск-22», «Минск-23», «Раздан-3». Серия машин «Наири-4» (1974–1981) была программно совместима с PDP-11 и серией СМ ЭВМ. Существовала серия ЭВМ специального применения «Наири-4 АРМ» (автоматизированное рабочее место).

### **8.11. Бегство в Россию. Ф. Г. Старос и И. В. Берг**

Когда в журнале «Новый мир» читатель обнаружил новый роман Даниила Гранина «Бегство в Россию», журнал мгновенно стал библиографической редкостью и не только потому, что это был журнал, самый читаемый интеллигенцией, с тиражом 3 млн экземпляров, а автор одним

из самых выдающихся советских писателей. Даже не верилось, что этот почти детективный сюжет не плод фантазии автора, а взят из реальной жизни.

В Ленинградском КБ-2 с 1958 года разрабатывалась электронная вычислительная машина для решения задач контроля и управления УМ1-НХ. В 1962 году машина была принята Государственной комиссией, а с 1963 года выпускалась серийно на Ленинградском электромеханическом заводе. Разработчики же машины в 1969 году были удостоены Государственной премии в области науки и техники. Элементная база порядка 8000 дискретных транзисторов, резисторов и конденсаторов. Оперативная память на ферритовых пластинах. Разрядность данных – 15 двоичных разрядов, разрядность команд – 20 разрядов, быстродействие порядка 5000 сложений, 1000 умножений или делений в секунду. ОЗУ могло содержать 256 внутренних чисел, 512 констант, 2048 команд. Габариты основного блока  $880 \times 535 \times 330$  мм<sup>3</sup>, потребляемая мощность 200 Вт. Использовалась двоичная система счисления, операции производились над числами с фиксированной запятой. Система команд смешанной адресности (одно-, двух- и трёхадресные команды), с развитыми операторами ввода-вывода, ориентированная на использование в системах реального времени. Система ввода-вывода включала, помимо традиционных аппаратов для чтения и записи перфоленты и пульта с электрической печатной машинкой, набор алфавитно-цифровых (АЦП) и цифро-алфавитных (ЦАП) преобразователей, а также до 2048 обслуживаемых каналов ввода-вывода.

Кем же были создатели этой по тем временам мощной малютки – еврей Иосиф Вениаминович Берг и грек Филипп Георгиевич Старос?

Д. Гранин, познакомившийся с ними, пишет: «Оба были иностранцы, оба говорили с сильным акцентом. Оба приехали неизвестно откуда. «Кому надо, те знают» – висело над ними. Тайна их жизни привлекала к ним и настораживала. Засекреченные иностранцы, да ещё на свободе, да ещё руководители – странное сочетание тех лет. К тому же люди западной культуры, меломаны, философски грамотные. К тому же коммунисты. К тому же специалисты самой модной профессии – эвээмщики, кибернетики».

В их биографиях много сходства. Альфред Сарант (будущий Филипп Старос) вступил в Коммунистическую партию США в 1944 году. Во время войны работал в лабораториях корпуса связи армии США вместе со своим другом Джоэлом Барром, который, будучи убеждённым сторонником идей коммунизма, привлёк Саранта к разведывательной деятельности в пользу СССР. Через советского разведчика А. С. Феклисова (1914–2007) Барр и Сарант передавали техническую информацию

об американских вооружениях, в том числе о радарных установках, авиационных прицелах, аналоговых компьютерах для управления огнём и других системах.



*Филипп Георгиевич Старос  
(Альфред Сарант)  
(1917–1979)*



*Иосиф Вениаминович Берг  
(Джоэл Барр)  
(1916–1998)*

Дело в том, что советская радиолокация, в середине 1930 годов занимавшая ведущее место в мире, в результате предвоенных репрессий против руководства армии и «инженеров-вредителей» практически перестала существовать. Поэтому во время войны уцелевшим остаткам внешней разведки приходилось «исправлять ошибки» московских коллег.

Особый интерес представляли РЛС APQ 13 и электронный прицел Mod 11 для бомбардировщиков В-29. Аналоги этих приборов, документацию по которым добыли Джоэл Барр и Альфред Сарант, устанавливались на первом советском носителе ядерного оружия бомбардировщике Ту-4.

Значительная часть передававшейся ими информации попадала к инженер-адмиралу Акселю Бергу, руководителю работ по созданию советских радаров.

С 1946 года Сарант работал в лабораториях Корнеллского университета, где был знаком с известными физиками, включая Г. Бете и Р. Фейнмана.

В 1950 году по обвинению в атомном шпионаже были арестованы супруги Джулиус и Этель Розенберг. Саранта вызывали на допрос в ФБР, интересовались знакомством с Розенбергом, но отпустили, поскольку он не имел никакого отношения к ядерным секретам США

(фактически они общались в области электроники). Под угрозой ареста Сарант бежал в Мексику, где вышел на связь с советской разведкой и был переправлен в Чехословакию.

Джоэл Барр (будущий Иосиф Берг) окончил городской колледж Нью-Йорка по специальности электроинженер. С июля 1940 года работал в лабораториях корпуса связи армии США вместе с А. Сарантом. В феврале 1942 года Барр был уволен по подозрению в связях с коммунистами. Однако вскоре он устроился в компанию Western Electric, выполнявшую военные заказы.

После окончания войны Барр с Сарантом основали фирму Sarant Laboratories для выполнения военных заказов, но вскоре фирма разорилась. В 1947 году Барр работал в компании Sperry Gyroscope, откуда в 1948 году был уволен за членство в компартии. В 1949 году Барр уехал в Париж, где изучал музыкальную композицию и игру на фортепиано.

От легендарного Кима Филби, нашего агента в британской МИ-6, советской разведке стало известно, что ФБР выдало ордер на арест Д. Барра. Пришлось через Швейцарию перебраться в Прагу, где он стал сотрудником известной фирмы Tesla в лаборатории по созданию систем ПВО. Летом 1951 года здесь Барр снова встретился с Сарантом, но лишь в 1956 году эти «чехи» оказались в Ленинграде, где Старос возглавил специальную лабораторию СЛ-11 (с 1959 года КБ-2 НИИ радиоэлектроники), а Барр занял должность главного инженера.

Марк Гальперин, будущий заместитель главного конструктора первой отечественной боевой информационно-управляющей системы (БИУС) на микроэлементах «Узел», использованной на некоторых типах подводных лодок, вспоминал, как в начале лета 1959 года, ещё только «святаясь» в лабораторию, был поражён, встретив на лестнице, ведущей на чердак, где размещалась СЛ-11, главкома ВМФ СССР С. Г. Горшкова и председателя ВПК Д. Ф. Устинова. Поступив в лабораторию, молодой инженер-электронщик понял, что высокопоставленных гостей интересовала первая отечественная микроэлектронная вычислительная машина УМ-1, которая помещалась на обычном столе.

А 4 мая 1962 года в КБ-2 состоялась встреча, которая дала мощный импульс развитию отечественной микроэлектроники. С вычислительной машиной для народного хозяйства УМ1-НХ и с работами по созданию перспективной бортовой машины УМ-2 приехал знакомиться Первый секретарь ЦК КПСС и Председатель Совмина Н. С. Хрущёв. Трудно сказать, что понял глава партии и государства из доклада Староса, но для убедительности руководитель КБ-2 подарил (просто вставил в ухо) Хрущёву первый в мире микроминиатюрный радиоприёмник «Эра». Это было иллюстрацией того, что даст микроэлектроника про-



стым людям. Как подчёркивает М. Гальперин, Хрущёв «радовался этой игрушке как ребёнок» и через три месяца было подписано постановление о создании Центра микроэлектроники – будущего Зеленограда.



*Филипп Старос демонстрирует Н. С. Хрущёву  
вычислительную машину УМ1-НХ (4 мая 1962 года)*

На этой встрече Филипп Старос говорил Хрущёву [34]: «Я, американский инженер, предлагаю программу работ, которая позволит советскому народу обогнать Америку в самой важной гонке XX века, превосходящей по своему значению и ядерную, и космическую гонку, – первыми создать самые быстродействующие и самые массовые в мире вычислительные машины для обороны страны, для управления производством и просто для рядовых людей».

По причинам, не зависящим от Староса и Берга, СССР не удалось выиграть эту гонку. С приходом к руководству Советским Союзом Л. И. Брежнева дальнейшее развитие «этих хрущёвских штучек» было пущено на самотёк. Новому лидеру страны не нужны были микроЭВМ, а партийно-бюрократическая машина старалась «задвинуть» выдающихся инженеров.

Несмотря на многие технические и административные препятствия, они сотворили БИУС «Узел». По словам генерального конструктора подводных лодок Юрия Кормилицина, эта система стала «гигантским прорывом в двух принципиальных направлениях: техническом, поскольку габариты, объём, вес и энергопотребление были значительно

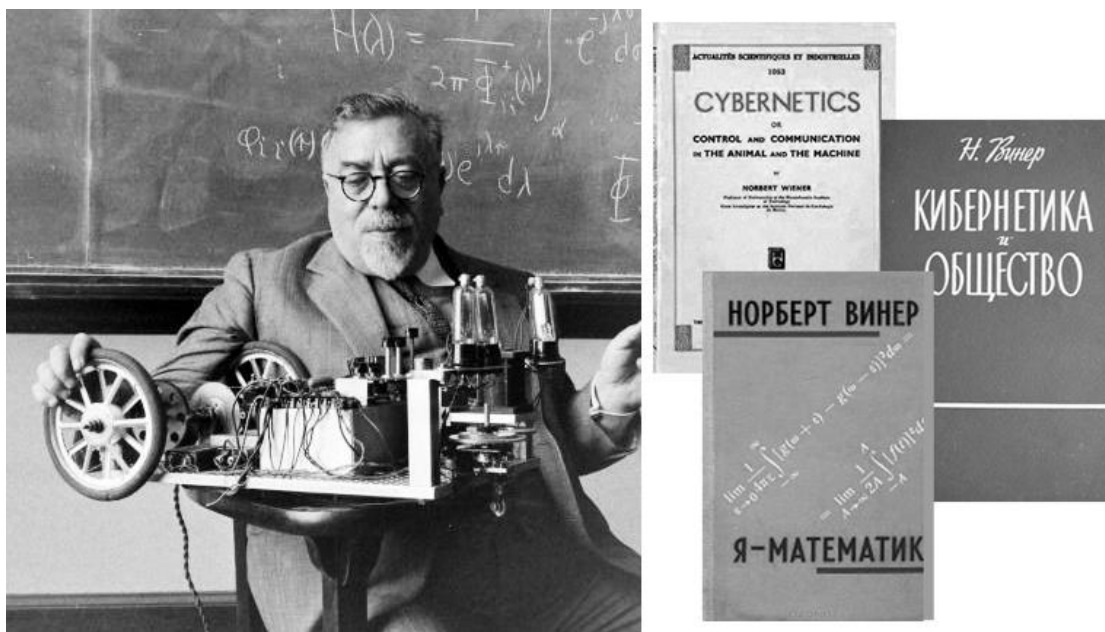
уменьшены, а функциональные и эксплуатационные возможности увеличены во много раз относительно тех систем, которые разрабатывались в то время, и политическом, так как впервые подводникам разрешили выйти за отраслевые барьеры и работать с фирмами другого министерства, т. е. заглянуть и перепрыгнуть через высокий ведомственный «забор», укрепленный секретностью».

После ряда трений с советскими партийными органами Старос переехал во Владивосток, где возглавлял отдел в Институте автоматизации и процессов управления (ИАПУ) Дальневосточного научного центра АН СССР, а затем Институт искусственного интеллекта.

## Глава 9. КИБЕРНЕТИКА И ОБЩЕСТВО

### 9.1. Норберт Винер и новая наука

В 1948 году увидела свет книга американского математика Норберта Винера (Norbert Wiener) «Кибернетика» с полным названием «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине», положившая начало новой науки.



*Норберт Винер (1894–1964)*

Норберт Винер был человеком с чувством юмора и называл себя бывшим вундеркиндом. Его отец, Лео Винер (1862–1939), родился в Белостоке, учился в Минской и Варшавской гимназиях, после окончания второго курса Берлинского технологического института переехал в США, где в итоге стал профессором на кафедре славянских языков и литературы в Гарварде. Родители матери, Берты Кан, были выходцами из Германии.

В 4 года Винер свободно читал, в 7 лет написал научный трактат по дарвинизму, в 11 лет поступил в престижный Тафтс-колледж. Через три года закончил его с отличием как бакалавр искусств. В 18 лет Винер получил докторские степени по математической логике в Корнеллском и Гарвардском университетах, в 19 лет был приглашён на кафедру математики Массачусетского технологического института (МТИ), где в 1919 году становится преподавателем этой кафедры.

В 1913 году Винер едет в Европу, слушает лекции философа Бертрана Рассела и математика Годфри Харди в Кембридже, выдающегося математика Давида Гильберта в Гёттингене, пробует свои силы в роли журналиста, на педагогическом поприще и инженером на заводе.

В 1920–1930 гг. он снова в Европе. Расширяется круг его знакомых – Н. Бор, М. Борн, Ж. Адамар и другие известные физики и математики. Винер получает мировую известность уравнением Винера – Хопфа в теории радиационного равновесия звёзд.

Перед Второй мировой войной Винер становится профессором Гарвардского, Колумбийского, Гёттингенского и других университетов, руководит собственной кафедрой в МТИ, является автором множества статей по теории вероятностей и математической статистике, рядам и интегралам Фурье, теории потенциала и теории чисел, обобщённому гармоническому анализу.

В 30-е годы в Гарварде он познакомился с физиологом Артуро Розенблютом (1900–1970) и стал посещать его семинар, объединявший физиологов, физиков, инженеров, математиков. Это сотрудничество сыграло важную роль в формировании идей кибернетики (в 1943 году опубликована их совместная работа «Поведение, целенаправленность и телеология» – набросок кибернетического метода).

Во время войны Винер работает над математическим аппаратом для систем наведения зенитного огня, создаёт новую действенную вероятностную модель управления силами ПВО. Здесь он приходит к выводу, что система управления огнём зенитной артиллерии должна быть системой с обратной связью, что обратная связь играет существенную роль и в человеческом организме. Естественно, что для управления на основе прогнозирования недостаточно лишь человеческого сознания. Здесь нужны вычислительные машины, которые «должны состоять из электронных ламп, а не из зубчатых передач или электромеханических реле. Это необходимо, чтобы обеспечить достаточное быстрое действие». Машина должна обладать способностью к самообучению, её надо снабдить памятью, где хранились бы управляющие сигналы, а также сведения, получаемые машиной в процессе работы.

По воспоминаниям Винера, возвращаясь летом 1946 года из Франции, куда он был приглашён на математическую конференцию, в Лондон, Винер задумался над мыслью написать книгу об общности законов, действующих в области автоматического регулирования, организации производства и нервной системе человека. Вернувшись в США, Винер уехал в Мексику к Розенблюту и около года работал над этой книгой. В поиске заглавия, связанного с управлением, ему и пришло на ум греческое «κυβερνητική», означающее «искусство управления». «Появление книги, – писал Винер, – в мгновение ока превратило меня из учёного-труженика, пользующегося определённым авторитетом в своей специальной области, в нечто вроде фигуры общественного значения. Это было приятно, но имело и свои отрицательные стороны». В 1950 году

Винер издаёт продолжение «Кибернетики» – «Человеческое использование человеческих существ» (в русскоязычном переводе «Кибернетика и общество»).

Винер не создавал теорию управления, но впервые понял принципиальное значение информации в процессах управления. В сущности, кибернетика – это наука об общих закономерностях получения, передачи, преобразования и хранения информации в сложных динамических системах (машинах, живых организмах или обществе). Кибернетические системы рассматриваются абстрактно, вне зависимости от их материальной природы. Основные технические средства для решения задач кибернетики – ЭВМ. Поэтому развитие кибернетики тесно связано с прогрессом электронной вычислительной техники.

## 9.2. Буржуазная лженаука?

Руководство СССР с подачи М. А. Лаврентьева, Л. А. Люстерника и других видных советских математиков осознало необходимость создания советских ЭВМ и постановлением № 2369 Совета Министров СССР от 29 июня 1948 года был создан Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР. В апреле 1949 года опять-таки в результате письма М. А. Лаврентьева к Сталину появляется новое постановление Совета Министров СССР «О механизации учёта и вычислительных работ и развитии производства счётных, счётно-аналитических и математических машин», в котором подчёркивалась необходимость ускорения развития вычислительной техники и её использования в советской экономике. И в последующие годы Советом Министров был принят целый ряд аналогичных постановлений.

Ничто не предвещало очередного массового приступа идеологического фанатизма. В декабре 1930 года Сталин потребовал «разворошить и перекопать весь навоз, который накопился в философии и естествознании». Руководство работами над философскими и методологическими проблемами естествознания было поручено Э. Кольману, который был назначен также главным редактором журнала «Естествознание и марксизм» после увольнения с этой должности О. Ю. Шмидта. Список его собственных публикаций (малая толика) говорит сам за себя:

- 1) За марксистскую программу по математике. Правда. 7 декабря 1931.
- 2) Вредительство в науке. Большевик. 1931. № 2. С. 71–81.
- 3) Письмо тов. Сталина и задачи фронта естествознания и медицины. Под знаменем марксизма. 1931. № 9–10.
- 4) Ход задом философии Эйнштейна. Научное слово. 1931. № 1.

5) Черносотенный бред фашизма и наша медикобиологическая наука. Под знаменем марксизма. 1936. № 11. С. 64–72.

6) Против лженауки. Советская наука. 1938. № 1.

7) Извращения математики на службе менделизма. Яровизация. 1939. Вып. 3(24).

8) Возможно ли статистико-математически доказать или опровергнуть менделизм? ДАН СССР. 1940. Т. 28, вып. 1. С. 836–840.

9) Бертран Рассел – оруженосец империализма. Вопросы философии. 1953. № 2.

Работая заведующим отделом науки при Московском горкоме ВКП(б) в 1936–1938 гг., Кольман выдвигал обвинения философского и политического характера в отношении С. И. Вавилова, Л. Д. Ландау, И. Е. Тамма, Я. И. Френкеля и других. Выпускник математического отделения философского факультета Карлова университета (Прага, 1910–1913) отметил и в «деле Н. Лузина» (Сталин отказался принимать меры против главы московской математической школы, именуемого «проповедником фашизма в математике»).

Что же касается всяких вейсманистов-морганистов, противостоящих мичуринской генетике, то об этом и говорить не приходится.

Не рискуя оскорблять академика А. Н. Колмогорова, Кольман «выражает сожаление» по поводу ныне известного соотношения 3:1 в генетике, заявляя, что оно мешает сторонникам менделевско-моргановской концепции перестроиться в духе результатов дискуссии по вопросам генетики и селекции, организованной в октябре 1939 года журналом «Под знаменем марксизма». К нему присоединяется и печально известный Т. Д. Лысенко: «Как этому учит Энгельс и Ленин, чем выше изучаемая форма движения, тем труднее применение к ней математического метода, тем менее эффективным для познания действительности он оказывается. Пытаться по всем этим причинам статистико-математически подтверждать или опровергать менделевские законы явно безнадежно».

Следует напомнить читателю, что малограмотный Лысенко со своей идеологически подкованной командой проходимцев от науки, посуливший Сталину гигантские урожаи зерна, привёл к гибели Н. И. Вавилова (1887–1943), основателя Всесоюзного института растениеводства и директора Института генетики АН СССР, и сотен настоящих биологов. Проповедуемая им «яровизация» привела к сокращению посевов ржи в Сибири, кормившей страну в годы войны. В 1956 году после «Письма трёхсот» академиков и других видных математиков, физиков и биологов Н. С. Хрущёву генетика была реабилитирована, но непотопляемый Лысенко продолжал «обещать». Даже в 1963 году на биофаке

Томского университета оставалась кафедра мичуринской генетики (с уцелевшими грамотными генетиками) и говорить на лекциях студентам о всяких Менделях и Морганах не рекомендовалось.

И ныне пытаются доказать отсутствие гонений на кибернетику в СССР [40]. Действительно, кибернетику на уровне Совмина и ЦК никто не запрещал. Но любой современник понимал, что в условиях «свободы слова» всякая критика на страницах «Правды», «Вопросов философии» и ряда других центральных изданий означала сигнал «Ату!» не только для советских, но и для философов-марксистов «стран народной демократии».

4 мая 1950 года в «Литературной газете» появилась статья некоего Б. Агапова «Марк III, калькулятор». Но автора интересовал не сам компьютер, а его изображение во флотской фуражке, помещённое на обложке американского журнала. Вывод: он служит американской военщине, идея использования вычислительных машин для обработки экономической информации порочна [39]. Далее, как из рога изобилия, посыпались спекулятивные опусы, названия которых символичны:

1) Ярошевский М. Кибернетика – наука «мракобесов» // Литературная газета. 1952. 5 апр.

2) Быховский Б. Э. Кибернетика – американская лженаука // Природа. 1952. № 7.

3) Гладков Т. К. Кибернетика, или тоска по механическим солдатам // Техника молодёжи. 1952. № 8.

4) Быховский Б. Э. Наука современных рабовладельцев // Наука и жизнь. 1953. № 6.

5) Гладков Т. К. Кибернетика – псевдонаука о машинах, животных, человеке и обществе // Вестник Московского университета. 1955. № 1.

Книга Винера «Кибернетика» была немедленно переведена из общего фонда библиотеки имени Ленина в спецхран (в провинции её не видели ни до, ни после). Заодно засекретили все работы Эйнштейна, Гейзенберга и ряда других западных учёных.

Символично, «Краткий философский словарь» издания 1954 года [38] почти на двух страницах сообщал, что «КИБЕРНЕТИКА – реакционная лженаука, возникшая в США после второй мировой войны и получившая широкое распространение и в других капиталистических странах; форма современного механицизма... В отличие от старого механицизма XVII–XVIII вв. кибернетика рассматривает психофизиологические и социальные явления, отождествляя работу головного мозга с работой счётной машины, а общественную жизнь – с системой электро- и радиокommunikаций... Кибернетика является, таким образом,

не только идеологическим оружием империалистической реакции, но и средством осуществления её агрессивных военных планов».

Даже Э. Кольман (по его воспоминаниям) был поражён антикибернетической истерией не читавших книг Винера авторов. В ноябре 1955 года в лекции для преподавателей и аспирантов кафедры философии Академии общественных наук при ЦК партии, вместо того, чтобы осыпать кибернетику ругательствами, он стал доказывать её исключительную прогрессивность, что именно с ней «человечество вступило в век громадного культурно-технического переворота, в век саморегулирующихся машин, призванных взять на себя часть нашего умственного труда». В ответ он получил единодушную отповедь слушателей.

### 9.3. Реабилитация кибернетики

С кончиной И. В. Сталина началась «оттепель», перемежающаяся «заморозками». Сообщили, что «дело врачей» сфабриковано, отстранили от власти одиозного Л. П. Берию, снизили непосильный налоговый гнёт с крестьян и выдали им паспорта, попытались прекратить распрю с Югославией и холодную войну, задумали освоение целины и т. д. Были нелепости типа запрета подсобных хозяйств в городах и рабочих посёлках (чтобы они не уподоблялись деревне), Карибского кризиса, отрицания абстрактного искусства, но миллионы людей из «нахаловок» переселялись в благоустроенные квартиры. К негодованию партийной номенклатуры, Хрущёв отверг культ личности Сталина и лишил ГУЛАГ политзаключенных. Студенты получили возможность читать «Одесские рассказы» И. Бабеля и «Испанский дневник» М. Кольцова, слушать песни Б. Окуджавы, А. Городницкого и Ю. Визбора, стихи Е. Евтушенко и Р. Рождественского. На экраны кинотеатров вышли «Летят журавли» М. Калатозова и «Девять дней одного года» М. Ромма. Чуть-чуть вздохнула и литература. Полным голосом заговорил К. Симонов, и в журнале «Новый мир» появился «Один день Ивана Денисовича» А. И. Солженицына. Носители «ежовых рукавиц» продолжали задавать идиотские вопросы-обвинения: «Кто у вас больше всех говорит слово *хохма?*» или «Это вы говорили, что у нас не партия рабочих и крестьян, а партия интеллигентов?», но уже не выбивали «признательных показаний». Начало исчезать чувство массового страха, испытанного за годы сталинского произвола.

Заговорил и мир науки, руководствовавшийся здравым смыслом и профессионализмом, а не измышлениями ортодоксальной «марксистско-ленинской философии». 11 октября 1955 года в Президиум ЦК КПСС было направлено вышеупомянутое «Письмо трёхсот» с оценкой состояния биологии в СССР и деятельности Т. Д. Лысенко. Письмо,

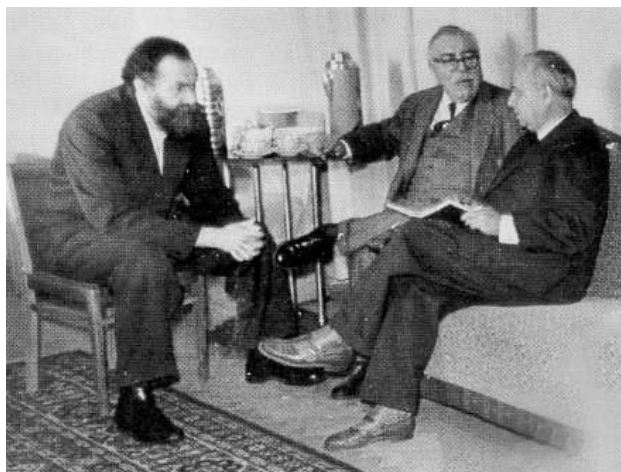


в конечном счёте, явилось причиной отставки Лысенко с поста президента ВАСХНИЛ и привело к прекращению гонений на генетику.

В мае 1957 года было принято постановление о создании Сибирского отделения АН СССР. Были выделены немалые деньги (29 миллионов за два года). Не было конкретных планов, но были энтузиазм М. А. Лаврентьева и романтика творчества. Создали Стройгородок с нормальным жильём для рабочих, Институт гидродинамики, Опытный завод, несколько коттеджей и жилых домов для учёных. Дорожное строительство начали не с асфальта, а подождали, когда люди сами проложат тропки в удобных местах. Под страхом изгнания из Городка запретили обижать белок и другую лесную живность. Постепенно сооружались институты математики, геологии, ядерных исследований... По собственному желанию или предложению АН СССР из Москвы приехали видные академики, к которым устремились молодые учёные и студенты из Томска и других сибирских вузов. Свобода научного поиска без сидения в кабинете «от и до» привлекала молодых (даже после возвращения многих академиков в Москву). Это принесло свои результаты, и до сих пор Академгородок не утратил значимости в научном мире.

Летом 1960 года в Москве состоялся Первый конгресс Международной федерации по автоматическому управлению с участием свыше 1200 учёных из 30 стран. Приглашённый на конгресс Норберт Винер прочитал в Большой аудитории Политехнического музея лекцию «Волны головного мозга и самоорганизующиеся системы». В редакции журнала «Вопросы философии» состоялась встреча Винера с советскими философами. Журнал «Природа» в № 8 за 1960 год опубликовал интервью «Кибернетика и человек. Беседа с профессором Н. Винером». 30 июня 1960 года «Литературная газета» опубликовала материалы интервью Винера под заголовком «Кибернетика и литература».

За всем этим стояла активная деятельность авторитетных военных специалистов и академиков, умеющих заглянуть в будущее и сумевших убедить не слишком образованный партийный аппарат в том, что дальнейшее промедление ги-



*А. А. Ляпунов (сидит на стуле)  
и Норберт Винер*

бельно для страны, что традиционные методы управления и планирования изжили себя и нужна поддержка точных и естественных наук.

Однако процесс реабилитации кибернетики в Советском Союзе был достаточно длительным. Второй из авторов этих строк в 1976 году поступил в Томский государственный университет на факультет прикладной математики, а в 1981 году окончил этот же факультет, но уже переименованный в факультет прикладной математики и кибернетики.

#### **9.4. Пионеры советской кибернетики**

Зимой 1968 года в Ленинграде на семинаре Всесоюзного Общества распространения научных знаний, посвящённом программированному обучению, где старшему из авторов довелось присутствовать, первым выступал немолодой, приятный, с чувством юмора, интеллигентный мужчина в адмиральской форме. Он говорил, что «главная проблема человечества – нехватка кадров и старыми методами компенсировать её нельзя». «Только фанатики думают о полной замене человека мыслящей машиной. Надо учить бóльшему и лучше в тот же объём времени. Жизнь характерна только для сочетания материи и информации, имеющего потребности». Он говорил о том, что в производстве машин изобретают всё изобретённое, что толпы программистов крутятся у машины с быстродействием 300 операций в секунду, что у Рамеева в Пензе не хватает кадров и меньше бездельников, а Москва – самый худший город (много бюрократов). Он говорил о фальшивых сведениях и путанице в экономике, что мы далеки от указаний Ленина о самых уважаемых людях (педагогах, психологах), о бóльших способностях женщин в сравнении с тугодумами-мужчинами, о не ставящих двойки и «лавирующих» преподавателях, о программируемых пособиях. Он говорил о машинном переводе, но не для перевода Шекспира. В заключение было сказано: «Мы хотим помочь педагогам, а не подменять их». Этого человека звали Аксель Иванович Берг.

А. И. Берг – человек нестандартного пути в науке. Выпускник Третьего Петербургского кадетского корпуса (1908), окончил Морской корпус (1914). Во время войны младший штурман линкора «Цесаревич», штурман и офицер связи на английской подводной лодке, действовавшей вместе с русским флотом на Балтике. В 1919 году штурман подводной лодки «Пантера», торпедировавшей 31 августа 1919 года английский эсминец «Виттория». Командование советскими подводными лодками. Учёба в Петроградском политехническом институте, затем на электротехническом факультете Военно-морской академии. Преподаватель в Военно-морском инженерном училище. В 1932–1937 гг. начальник Научно-исследовательского морского института связи и те-

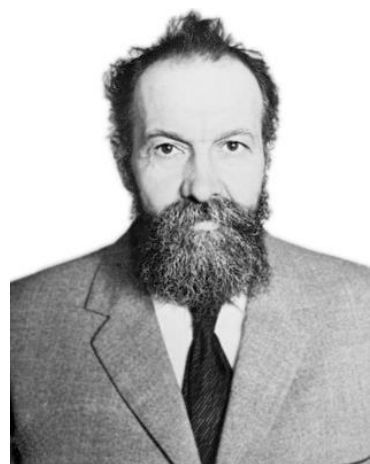
лемеханики. 25 декабря 1937 года арестован по обвинению во вредительстве, реабилитирован в 1940 году. Инженер-контр-адмирал (1941). В годы Великой Отечественной войны профессор Военно-морской академии, возглавлял программу по созданию советских радаров, заместитель председателя Совета по радиолокации ГКО. Инженер-вице-адмирал (1944). Академик АН СССР, член ракетного комитета Совета по радиолокации (1946). Заместитель министра обороны СССР (1953–1957). Инженер-адмирал (1955). С 1959 года председатель Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР. Занимался вопросами бионики, технической кибернетики, структурной лингвистики, искусственного интеллекта.



*Аксель Иванович  
Берг (1893–1979)*



*Анатолий Иванович  
Китов (1920–2005)*



*Алексей Андреевич  
Ляпунов (1911–1973)*

Имя разработчика электронно-вычислительной техники в СССР Анатолия Ивановича Китова стало известно в среде программистов после издания в 1959 году книги «Электронные цифровые машины и программирование», написанной им совместно с Н. А. Криницким, но по ряду причин оно оставалось неизвестным «народным массам» (впрочем, как и имена атомщиков, ракетчиков и других эвээмщиков).

В детские годы А. И. Китов в Ташкенте, куда из голодающей Самары переехали его родители («Ташкент – город хлебный», по присказке того времени), как и многие дети, занимался гимнастикой, авиамоделями, шахматами. После отличного окончания школы поступил на физмат Среднеазиатского университета, но через два с половиной месяца был призван в армию и зачислен в Ленинградское артиллерийское училище. В июне 1941 года младшим лейтенантом направлен на Южный фронт командовать артиллерийским взводом, затем зенитной батареей. Дважды ранен, прошёл путь от Кавказа до Германии. В 1943 году предложил новый метод ведения зенитного огня по самолётам противника.

После войны он поступил на факультет реактивного вооружения Артиллерийской академии им. Ф. Э. Дзержинского, сдал экзамены за первый курс и был принят на второй курс. Параллельно посещал лекции на мехмате МГУ, семинар академика А. Н. Колмогорова. В 1950 году, отлично окончив Академию, работал научным референтом в Министерстве обороны СССР (1950–1952), в 1952 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Программирование задач внешней баллистики ракет дальнего действия». В 1952–1953 гг. он начальник отдела ЭВМ в Академии артиллерийских наук и военпред в том самом знаменитом СКБ-245 Министерства машиностроения и приборостроения СССР. Читал курс лекций по ЭВМ и программированию на офицерских курсах в академии имени Ф. Э. Дзержинского (один из трёх первых в стране, наряду с лекциями С. А. Лебедева в МЭИ и Б. И. Рамеева в МИФИ).

В 1955 году А. И. Китов в соавторстве с С. Л. Соболевым\* и А. А. Ляпуновым опубликовал в основополагающем идеологическом журнале «Вопросы философии» первую в стране позитивную статью «Основные черты кибернетики», ознаменовавшую победу в борьбе за признание в СССР кибернетики как науки.

В 1954 году А. И. Китов возглавил созданный им головной вычислительный центр Министерства обороны СССР (ВЦ № 1 МО СССР). Здесь занимались разработкой и внедрением сложных программных комплексов, готовили инженеров по разработке и эксплуатации вычислительной техники, доучивали молодых сотрудников и выпускников мехмата МГУ, МЭИ, Артиллерийской инженерной академии имени Дзержинского и других вузов, вели научные работы по математической лингвистике и машинному переводу. В 1958 году была разработана ламповая ЭВМ М-100 с фантастическим тогда быстродействием порядка 100 тыс. операций в секунду. В эти годы были опубликованы книги по ЭВМ, в том числе и официальный учебник по ЭВМ и программированию [10].

В январе 1959 года А. И. Китов написал докладную записку на имя Н. С. Хрущёва по вопросам развития вычислительной техники в стране, положенную при поддержке А. И. Берга в основу постановления ЦК КПСС и СМ СССР «Об ускорении и расширении производства вычислительных машин и их внедрении в народное хозяйство».

---

\* Сергей Львович Соболев (1908–1989) – выдающийся советский математик, известный в научном мире работами в направлении функционального анализа и вычислительной математики для решения задач математической физики. Способствовал М. А. Лаврентьеву в создании СО АН СССР.

Осенью 1959 года А. И. Китов подготовил доклад для ЦК КПСС, в котором предложил идею создания единой автоматизированной системы управления (АСУ) для армии и народного хозяйства страны на базе общей сети ВЦ, создаваемых и обслуживаемых Министерством обороны. Однако критика состояния дел с внедрением ЭВМ в МО СССР, содержащаяся в преамбуле к докладу, привела Китова к исключению из КПСС и снятию с занимаемой должности.

В 1961 году в сборнике «Кибернетику – на службу коммунизму» под редакцией А. И. Берга появилась статья А. И. Китова «Кибернетика и управление народным хозяйством», удостоенная внимания не только в СССР, но и в США (в авторитетном журнале *Operations Research*).

После защиты в 1963 году докторской диссертации «Применение ЭВМ для решения задач противоздушной обороны» А. И. Китов сотрудничает с В. М. Глушковым по разработкам АСУ в оборонных министерствах. А. И. Китов является автором теории ассоциативного программирования и руководителем разработки алгоритмического языка АЛГЭМ.

В 1965–1972 гг. А. И. Китов работал директором Главного вычислительного центра Министерства радиопромышленности СССР и был Главным конструктором отраслевой автоматизированной системы управления (ОАСУ) этого министерства.

С 1970 года А. И. Китов направляет своё внимание в область медицинских АСУ и становится основоположником отечественной медицинской информатики (как и основоположником отечественной военной информатики).

В отличие от Берга и Китова, один из основоположников кибернетики в нашем государстве Алексей Андреевич Ляпунов был «мирным» человеком, но воинственным в отстаивании интересов науки и образования.

В истории России фамилия Ляпунов встречается многократно: от руководителя ополчения в Смутное время до выдающегося математика и механика А. М. Ляпунова (1857–1918), известного до сих пор всем механикам «устойчивостью по Ляпунову».

После годичного пребывания в МГУ А. А. Ляпунов поступает на работу в Институт физики и биофизики к П. П. Лазареву (1878–1942). Любопытно, что в 1911 году приват-доцент П. П. Лазарев ушёл из Московского университета в знак протеста против реакционных действий министра народного просвещения Л. Кассо.

В 1931 году А. А. Ляпунов знакомится с академиком Н. Н. Лузиным и под его руководством самостоятельно получает математическое образование, а вскоре и первые результаты в дескриптивной теории

множеств. Будучи учеником Лузина, Ляпунов сблизился с его старшими учениками М. А. Лаврентьевым, Л. А. Люстерником, А. Н. Колмогоровым, М. В. Келдышем, П. С. Новиковым. С 1934 года с перерывом на военные годы А. А. Ляпунов работал в Математическом институте имени В. А. Стеклова. В годы войны – в действующей армии, старший лейтенант, артиллерист. В 1950 году становится доктором физико-математических наук.



*Ляпунов Алексей Андреевич*

В 1953 году М. В. Келдыш организовал в составе Математического института АН СССР Отделение прикладной математики и предложил А. А. Ляпунову возглавить в нём работы по программированию. С 1952 года профессор кафедр математической логики и вычислительной математики МГУ, ведёт на мехмате МГУ кибернетический семинар, участники которого И. А. Полетаев и М. Г. Гаазе-Рапопорт впоследствии издали первые в СССР книги по кибернетике.

Под общим руководством Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, возглавляемого А. И. Бергом, с 1958 года под редакцией А. А. Ляпунова выходит в свет серия сборников «Проблемы кибернетики» (с 1988 года выпускается под названием «Математические вопросы кибернетики»). В первых же номерах печатаются

статьи Р. Л. Берг и Н. В. Тимофеева-Ресовского\* «О путях эволюции генотипа», А. А. Ляпунова «О некоторых общих вопросах кибернетики» и «О логических схемах программ», С. С. Камынина, Э. З. Любимского и М. Р. Шура-Буры «Об алгоритмизации программирования с помощью программирующей программы», множество статей по математической лингвистике и др.

С 1961 года начинается не менее яркая страница в его жизни. Работая в Институте математики Сибирского отделения АН СССР, он создаёт отделение кибернетики, а затем кафедру теоретической кибернетики Новосибирского университета и лабораторию кибернетики Института гидродинамики СО АН СССР. В 1964 году А. А. Ляпунов избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению математики.

Алексей Андреевич Ляпунов, вместе с М. А. Лаврентьевым, был ключевым создателем знаменитой Новосибирской специализированной физико-математической школы-интерната, учреждённой постановлением Совета Министров СССР 23 августа 1963 года, куда по мере возможности собирали талантливых ребят-сибиряков. Он же 21 января 1963 года прочитал фэмэшатам первую лекцию ещё до официального открытия учреждения.

А. А. Ляпунов пользовался огромным уважением не только коллег и учеников, но и всего мира математиков. Человек высочайшей принципиальности и неподкупной морали, он всю жизнь не боялся бороться за справедливость, за науку и конфликтовать с властями.

## 9.5. Сфера интересов кибернетики

Как мы говорили выше, объектом кибернетики являются все управляемые динамические системы, которые рассматриваются вне зависимости от их материальной природы. Примерами таких систем могут служить как ЭВМ, автоматические регуляторы в технике и самонаводящиеся ракеты-снаряды, так и человеческий мозг, биологические популяции и человеческое общество в целом. Кибернетика связана с поиском оптимального управления сложными динамическими системами, общих принципов управления и связи, лежащих в основе работы самых разно-

---

\* Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский (1900–1981) – легендарный «Зубр» [36], занимался радиационной и популяционной генетикой, в 1945 году приговорён к 10 годам, в 1947 году в связи с работами по созданию атомной бомбы умирающего от голода специалиста по радиационной генетике Тимофеева-Ресовского перевели из лагеря на «Объект 0211» (Снежинск), в 1951 году был освобождён из заключения, а в 1955 году перестал быть «изменником родины».

образных по своей природе систем. Для выработки управляющих решений используется математический аппарат от линейной алгебры до теории случайных процессов. Основные технические средства для решения задач кибернетики – электронные вычислительные машины.

Сфера интересов кибернетики включает робототехнику и искусственный интеллект, автоматизированные системы управления и распознавание объектов, инженерную психологию и профессиональное образование. Особое место занимает и будет занимать кибернетика в биологии – биоинженерия, биологическая и медицинская кибернетика, биоинформатика, бионика, нейрокибернетика, гомеостаз и др. Представляют большой интерес для изучения и последующего использования в повседневной жизни как приспособляемость животных к окружающей среде, так и передача информации в виде генов от поколения к поколению.

Математика за тридцативековую историю превратилась из элементарной в конгломерат математических дисциплин, и поклонник численных методов математической физики едва ли найдёт взаимопонимание со специалистом по ассоциативным алгебрам. Так в наше время происходит и с кибернетикой, возникшей на стыке наук и ставшей практически необозримой по тематике и методам исследований.

По-видимому, такая же судьба ожидает и информатику, сформировавшуюся в недрах кибернетики и пытающуюся поглотить всё связанное с информацией.



## **Глава 10. ОБЩЕНИЕ НА ВЫСШЕМ УРОВНЕ**

### **10.1. Возникновение языков программирования**

На грани 1948–1960 гг. ЭВМ были уникальными устройствами. Столь же уникальны были люди, способные заставить их делать что-то полезное, а не просто мигать лампочками. Когда в 1957 году будущий создатель методологии структурного программирования Эдсгер Дейкстра женился и при заполнении анкеты в графе «профессия» написал «программист», его заставили переписывать анкету, заявив, что такой профессии не существует. В результате, как писал Дейкстра: «Хотите – верьте, хотите – нет, но в графе «профессия» моего свидетельства о браке значится забавная запись «физик-теоретик»!».

Инженеры, конструирующие ЭВМ, хорошо разбирались в электротехнике, но не всегда могли поставить задачу из конкретной области науки и техники. Постановщик задачи не всегда умел довести красивые теоретические построения до численного результата и был вынужден приглашать к разработке численных методов профессионального математика-прикладника. Разработав или выбрав метод, математик должен был построить чёткий алгоритм решения задачи на ЭВМ, но знакомство с системой команд машины и основными приёмами программирования не входило в круг его интересов. На арену выходят программисты – люди, способные общаться с этими колоссами на их родном языке. Знаменитый фантаст А. Кларк в романе «Лунная пыль» предрекал, что в обществе будущего программистам суждено образовать его немногочисленную элиту.

Встречались фантазеры, не имеющие понятия о методах, алгоритмах и программах, подобные наивному юристу, просившему когда-то старшего из авторов «загнать в машину» свод законов и проверить их на непротиворечивость. Многие инженеры, физики, математики и экономисты хотели бы решать свои задачи без посредников. Нужен был язык в стиле общения разноязыких индивидов, способных построить алгоритм решения задачи и владеющих минимумом математических терминов.

### **10.2. Программирующие программы и ассемблеры**

Общение с первыми ЭВМ происходило на изначально заложенном в них языке команд. Программист рисовал алгоритм решения задачи в виде блок-схемы согласно принятым обозначениям, если собирался знакомить с ней кого-то из коллег, или в виде чернового наброска, или для небольшой задачи просто чётко представлял его в уме. Затем он занимался распределением памяти ЭВМ – где размещать саму програм-

му и её фрагменты, входную числовую информацию (на первых порах оборудование не допускало ввода и вывода текстов), рабочие ячейки для промежуточных результатов. Лишь после этого он писал программу в кодах машины.

Сотворение алгоритма – процесс творческий, да и выбор кода операции с учётом весьма скромного быстродействия ЭВМ был немаловажен (эквивалентные по результату умножение на 0,5, деление на 2, уменьшение порядка на 1 или сдвиг мантиссы числа на разряд вправо отличались по времени выполнения), но распределение памяти, в основном, было достаточно скучным занятием. Уже при составлении стандартных программ (СП) для «Стрелы» и тем более для М-20 возникло желание вызывать их в процессе работы программы на некоторое заранее оговоренное поле ячеек памяти и настраивать их по месту вызова. Договоренности о требованиях к СП и идеология вызывающей (интерпретирующей) программы ИС-2 приведены выше в п. 7.8 [14, 44].

Очевидно, что программа строится из небольшого набора различных операторов. Поэтому А. А. Ляпунов выдвинул идею языка операторных схем, где структура программы представляется в виде строки, соответствующей последовательности операторов программы с совокупностью спецификаций каждого оператора. Например, схема алгоритма суммирования элементов вектора представляется как [44]:

1:  $A_1$ ; 2:  $A_2$ ; 3:  $A_3$ ; 4:  $A_4$ ; 5:  $F_1$ ; 6:  $P_1(3, 7)$ ; 7:  $O_1$

со спецификацией операторов:

$A_1$  :  $S := 0$

$A_2$  :  $i := 1$

$A_3$  :  $S := S + a_i$

$A_4$  :  $i := i + 1$

$F_1$  : переадресация  $A_3$  по  $i$

$P_1$  :  $i < n$

$O_1$  : восстановление  $A_3$  в начальном виде.

Отечественные трансляторы с языка операторных схем в машинный код назывались программирующими программами. Первая из них ПП-1, построенная в 1954 году молодыми программистами С. С. Камыниным и Э. З. Любимским, «была одним из первых в мировой практике трансляторов и, по-видимому, с самым высоким уровнем входного языка». За ней последовали ПП-2 для «Стрелы» с элементами оптимизации, созданная под руководством М. Р. Шура-Буры в 1955 году, и ПП для БЭСМ, разработанная группой А. П. Ершова, В. М. Курочкина и их соратников, содержащая структурный оператор цикла (подобный современному оператору цикла со счётчиком). За ними последовали и другие ПП для различных модификаций «Стрелы».



*Эдуард Зиновьевич  
Любимский (1931–2008)*



*Сергей Сергеевич  
Камынин (1927–1986)*

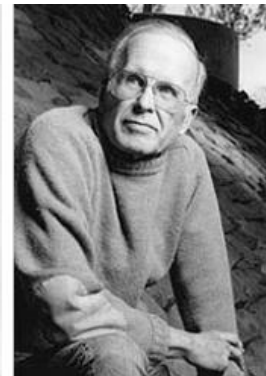


*Морис Винсент Уилкс  
(1913–2010)*

Создавая программное обеспечение для EDSAC в Кембридже, Морис Уилкс, построив базовую библиотеку подпрограмм, обеспечил и автоматизированную настройку вызова по месту в памяти. Он заменил двоичное кодирование команд кодами из букв и коротких английских слов и добавил мнемонику, отображая каждую команду заглавной буквой: S (вычитание), T (передать в память) и т. д. В итоге этих работ по мнемоническому кодированию и автоматическому распределению памяти в 1949 году Уилкс создал программу перевода этой мнемоники в машинный код. Он назвал свою программу «собирающей» («assembly system»), и в лексиконе программистов последующих поколений появился термин «ассемблер» [2].

### **10.3. Первый алгоритмический язык FORTRAN**

В ноябре 1954 года компания IBM выпустила отчёт о разработке под руководством Джона Бэкуса для решения научно-технических и инженерных задач языка высокого уровня FORTRAN (от англ. Formule Translator – переводчик формул, Фортран). В 1957 году появился и первый транслятор (компилятор) для IBM 704. Первоначально он предусматривал небольшое многообразие операторов, несовершенную организацию обращений к средствам ввода-вывода, наличие сквозной нумерации (меток) операторов, но возмож-



*Джон Бэкус (1924–2007)*

ность использования в операторе присваивания алгебраического выражения с привычными арифметическими операциями (+, −, \*, / и \*\* для возведения в степень) в сочетании с указателями функций для инженерных расчётов исчерпывала все недостатки.

Очередные версии языка появлялись и в 70-е годы. Такую живучесть Фортрана профессор Луи Нолен (Франция) в своём докладе на II Всесоюзной конференции по программированию (1970) в Академгородке СО АН СССР сравнивал с живучестью таракана.

В СССР транслятор с Фортрана создали позднее американцев, поскольку большинство программистов, ознакомившихся в 1958 году с предварительным сообщением о языке Algol, более привлекательном для представления алгоритмов, отдало предпочтение последнему. Лишь общение советских физиков с коллегами из CERN, где почти все расчёты велись с использованием программ на Фортране, способствовало внедрению и распространению этого языка. Компилятор с Фортрана, созданный в ИФВЭ для М-20 на базе CERN FORTRAN и FORTRAN IV, был удобен для ряда пользователей, но 10-минутный расчёт по «ручной» программе превращался в 120 минут счёта в среде Фортрана ИФВЭ. В 1968 году создан компилятор ФОРТРАН-ДУБНА для БЭСМ-6, велись разработки и для «Минск-22». Машины серии ЕС ЭВМ, появившиеся в 1972 году, уже изначально имели транслятор с Фортрана, «позаимствованный» у IBM-360 вместе с другим программным обеспечением.

Для представления о достоинствах и недостатках языка обратимся к Фортрану ИФВЭ (Институт физики высоких энергий, г. Серпухов). Команды программы задавались на 80-колонных перфокартах (буква С в первой колонке определяла комментарий, колонки 2–5 отводились под числовую метку, в колонках 7–72 располагался сам оператор, колонки 73–80 занимало поле комментария. Операторы ввода-вывода сопровождалась ссылкой на числовую метку оператора FORMAT, содержащего сведения о формате представления данных. Если обозначить буквой *n* эту метку, а через *L* список ввода-вывода, то оператор READ *n*, *L* означал ввод с перфокарт, PRINT *n*, *L* – вывод на АЦПУ (имелись и другие версии). Имена (идентификаторы) переменных, начинающиеся с букв I, J, K, L, M, N, определяли целочисленные величины, остальные – вещественные. Целые числа записывались в обычной форме (например, 256 или −13), вещественные содержали десятичную точку (−256.0 или 0.256E+03 – формат с плавающей точкой, эквивалент  $0,256 \cdot 10^3$ ). Соответствующие форматы имели вид *Iw* – целое на поле из *w* символов, *Ew.d* и *Fw.d* – вещественные с плавающей или фиксированной точкой с *d* знаками после точки. Каждый оператор записывал-

ся в одной строке бланка (на отдельной перфокарте). Из нижеприведённого примера можно получить некоторое представление об азбуке программирования на языке FORTRAN.

	SUBROUTINE POISK	Подпрограмма
C	FIND MAX OF FUNCTION	Комментарий заголовка
	DIMENSION F(20)	Массив REAL
	READ 1 A, B	Ввод концов интервала
1	FORMAT (2F6.2)	2 вещественных числа
	FM=-1E9	Начальное Fmax
	XM=0	Начальное Xmax
	H=(B-A)/20	Шаг по X
	DO 3 I=1,20	Цикл до метки 3. I изменяется от 1 до 20
	X=A+(I-1)*H	Очередное X
	F(I)=EXP(-X)*SIN(X/2)*(2+5*X)	Значение F(X)
	IF (F(I)-FM) 2,3,3	Если F(X) > Fmax
2	FM=F(I)	Запоминание итогов
	XM=X	
3	CONTINUE	Продолжить
	PRINT 1 XM, FM	Вывод на АЦПУ
	STOP	Останов
	END	Конец подпрограммы
-3.50	3.50	Исходные данные

Вместо приведённого выше IF, реагирующего на минус, нуль или плюс, можно использовать конструкцию IF F(I).LE.FM) GOTO 3 (если  $F(I) \leq FM$ ).

#### 10.4. BASIC – язык для начинающих

Овладеть техникой программирования для ЭВМ в приемлемое время не всякому инженеру, студенту или школьнику середины прошлого века, обратившемуся к немногочисленным тогда хорошим справочным руководствам по языку FORTRAN, удавалось. Естественно, хотелось иметь язык простого общения с компьютером. Два профессора Дартмутского колледжа Джон Кемени и Томас Курц занялись этой проблемой в конце 50-х годов и создали язык BASIC (Бейсик) – прямой потомок Фортрана долговитель в семье языков программирования, быстро завоевавший популярность ввиду своей простоты и доступности [2].

Есть различные версии происхождения названия BASIC. По одной из них некий английский миссионер, который для приобщения туземцев к цивилизации выделил самую распространённую и самую простую

часть английского языка, стал учить туземцев такому упрощённому английскому. Язык привлекал своей простотой и вскоре стал популярным и среди эмигрантов. Назвали его Basic English.

По другой версии, изобретённый в 1964 году новый язык предназначался для людей, не владеющих языком общения с ЭВМ. Назвали его BASIC по аббревиатуре английской фразы «*Beginner's All – purpose Symbolic Instruction Code*», т. е. «многоцелевой язык символических инструкций для начинающих».

Авторы принципиально отказались подавать заявку на патент по поводу своего изобретения, поэтому вариантов и диалектов языка за последующие полвека родилось великое множество.

Личность Д. Кемени\* всегда пользовалась заслуженным вниманием в мире математики и программирования. В 1938 году после захвата Австрии Гитлером, опасаясь роста антисемитизма и зависимости режима Хорти в Венгрии от гитлеровской Германии, отец Д. Кемени уехал из Венгрии в США, а в 1940 году туда же перебралась вся его семья. Не знавший английского Джон за три года окончил Высшую школу имени Д. Вашингтона в Нью-Йорке лучшим в классе. В 1943 году он поступил в Принстонский университет, чтобы изучать математику. В 1945 году его призвали в армию и «по воле судьбы» направили в лабораторию Лос-Аламоса (Манхэттенский проект) ассистентом по теоретической части. Год спустя он вернулся в Принстон, где в 1947 году получил степень бакалавра искусств. Во время подготовки докторской диссертации по математике, защищённой в 1949 году, Кемени год работал ассистентом у А. Эйнштейна в Институте перспективных исследований, изучая работы Эйнштейна по общей теории поля. Затем он четыре года преподавал в Принстоне матема-



*Томас Кури  
и Джон Джордж Кемени*

---

\* В нашей стране известен своей великолепной книгой: Кемени Дж., Снелл Дж., Томпсон Дж. Введение в конечную математику. – М. : Мир, 1965.

тику и философию. В 1953 году он становится профессором в Дартмутском колледже, а два года спустя назначен директором отделения математики.

В этом же году другой молодой доктор математики и философии Томас Э. Курц приехал из Принстона в Дартмут, уже имея опыт работы с компьютерами. Здесь и родился BASIC, приобретший ещё бóльшую популярность с появлением систем с разделением времени, избавивших студентов от длительного ожидания в очереди (а затем и от перфокарт).

Д. Кемени писал о работе в Лос-Аламосе: «Вычислительный центр проекта использовал машины IBM, работавшие с перфокартами 24 часа в сутки, 6 дней в неделю. Требовалось две недели, чтобы получить численное решение дифференциального уравнения. После установки первой Дартмутской системы разделения времени, работа, которую мы делали – двадцать человек целый год, могла бы быть сделана одним второкурсником Дартмута за один день. И пока он делал бы это, 250 человек могли бы пользоваться этим же компьютером».

Приведённый ниже пример программы на языке BASIC для человека, знающего нескольких английских слов, может служить путеводной нитью в мир программирования.

```
100 REM Контрольная работа
120 REM Табулирование функции
130 REM Y= (LnX)^2*CosX+TgX
150 INPUT "Начало интервала = ", A
160 INPUT "Конец интервала = ", B
170 INPUT "Число разбиений = ", N
180 PRINT "-----"
190 PRINT "| X | F(X) |"
200 PRINT "-----"
210 H=(B-A)/N
230 FOR X = A TO B+H/2 STEP H
240 IF X<=0 THEN 290
250 IF Cos(X)=0 THEN 290
260 F = Ln(X)^2*COS(X)+SIN(X)/COS(X)
270 PRINT USING "|###.## | ####.#### |"; X, F
280 GOTO 300
290 PRINT USING "|###.## | неопредел.|"; X
300 NEXT X
310 PRINT "-----"
320 END
```

В 1975 году П. Аллен и Б. Гейтс разработали простой интерпретатор Altair BASIC для ПК Altair 8800. За ним от Microsoft последовал ряд

версий Бейсика – GW-BASIC и QuickBASIC для операционных систем MS DOS и PC DOS. Фирма Borland, вышедшая на рынок со своим известным Turbo Pascal, в 1985 году выпустила систему программирования Turbo Basic.

В середине 1980 годов Бейсик стал основным языком в сложных моделях программируемых калькуляторов, достигших мощности, допускающей применение языка высокого уровня. Так Бейсик встроен в советский калькулятор «Электроника МК-85» и более поздние модели.

### **10.5. COBOL – первый коммерческий язык**

Явление Фортрана народу США не слишком возрадовало мир деловых людей (экономистов, бухгалтеров, коммерсантов), оперирующих данными сложной структуры. В 1959 году по инициативе Грейс Хоппер и при поддержке Министерства обороны началась разработка языка COBOL (*COmmon Business Oriented Language*, Кобол), и два года спустя появился транслятор COBOL 61. Этот язык, где даже привычный плюс заменили на ADD, популярен среди англоязычных пользователей до сих пор, несмотря на существование более совершенных систем управления базами данных (СУБД).

В нашей стране COBOL не имел успеха, поскольку русифицированный вариант был ещё более многословным.

### **10.6. ALGOL – язык для европейцев**

27 мая 1958 года в Высшей технической школе Цюриха (Швейцария) началось совещание восьми наиболее уважаемых авторитетов в области компьютеров (четверо из Европы и четверо из США) с целью получения единого для всего компьютерного сообщества языка программирования, поскольку FORTRAN не понравился интеллектуалам, которые предпочли бы общаться с ЭВМ на языке алгоритмов [49]. Здесь на недельной конференции был разработан универсальный язык программирования ALGOL 58 (*ALGOrithmic Language*, Алгол) и для его доработки создан специальный комитет Международной федерации по обработке информации (IFIP). В комитет вошёл ряд ведущих европейских и американских учёных и инженеров-разработчиков языков. Среди них были Джон Бэкус – один из создателей Фортрана, разработавший формальный способ описания алгоритмических языков – «нормальную форму Бэкуса» (БНФ), Джозеф Уэгстен – впоследствии глава комитета по разработке Кобола, Джон Маккарти – автор языка LISP, разработанного одновременно с Алголом, датский астроном Петер Наур – впоследствии доработавший БНФ, Эдсгер Дейкстра – нидерландский учёный,



ныне широко известный, один из создателей методологии структурного программирования [49].

Заметим, что именно Бэкус, занимаясь формализацией способа описания языка, разработал упомянутую выше БНФ – строгую и однозначную систему определения каждой структуры языка логическим образом. Например, определяя элемент «цифра», он писал: «<цифра>: = 0 | 1 | 2 | ... | 9», а «<знак числа.>: = + | -». На основе БНФ разрабатывались в будущем многие алголоподобные языки.

Сразу же возникли разногласия. Американцы настаивали на языке, который был бы близок уже используемым на их компьютерах. Европейцев интересовали не столько компьютеры, сколько возможности языка при решении сложных математических задач. На второй день возникла резкая дискуссия по поводу символа разделителя целой и дробной части числа – американцы пренебрежительно отнеслись к европейской привычке использовать в десятичных дробях запятую и настаивали на точке.

Что же касается процедур ввода и вывода данных, зависящих от типа компьютера, участники совещания предпочли вариант, по которому их должен написать сам разработчик компилятора языка.

В январе 1960 года 13 представителей Европы и США, включая 7 из цюрихской группы, встретились в Париже, чтобы «залатать дыры», оставшиеся в первом варианте. После трудных переговоров участники конференции покинули Париж в приподнятом настроении. Одни считали, что работа сделана в грубом приближении, другие верили, что Algol 60 станет «звездой» и новым международным стандартом.

Новый язык кое-что унаследовал от Фортрана, но и эти заимствованные понятия были приведены к логичной и изящной форме.

Н. Вирт охарактеризовал Algol 60 как «первый язык, который был ясно определён: его синтаксис задан с помощью строгого формализма», вызвал большой резонанс в мировом программистском сообществе». Один из первых языков высокого уровня, Algol 60 был популярен в Европе, в том числе в СССР, как язык публикации алгоритмов в научных работах и язык практического программирования. Оказал заметное влияние на все разработанные позднее языки программирования, в частности, на язык Pascal (Паскаль).

В США Algol 60 встретили холодно. Оказалось, что для него очень сложно написать компилятор, поскольку компьютеры того времени не могли воспринимать требуемый набор из 116 литер.

Для европейцев новый язык давал возможность обмениваться идеями, невзирая на границы и языковые барьеры. К тому же он позволил

европейской компьютерной индустрии обрести независимость от американских технологий [49].

При обращении к подпрограммам в Фортране и большинстве современных языков используется передача параметров по значению – формальным параметрам сопоставляются значения фактических. Алгол предусматривает возможность передачи по имени, где формальному параметру сопоставляется имя фактического (например, имена подпрограмм и библиотечных функций); это свойство реализовано не во всех трансляторах с Алгола и наследовавших ему языках.

Другая оригинальная особенность Алгола – возможность организации рекурсивных процедур, где внутри процедуры содержится обращение к самой себе, подобно функции вычисления факториала

```
function fact(n);  
begin  
  if n < 1  
    return 1  
  else  
    return n*fact (n-1)  
end
```

Опять-таки эта возможность реализована не во всех последовавших за Algol 60 языках.

Работы по отечественным трансляторам ТА-2, ТА-1 и АЛЬФА начались практически сразу после публикации завершённого международной рабочей группой описания языка. По-видимому, первым алголовским транслятором стал американский транслятор Айронса, но ТА-1 и ТА-2 были завершены в 1963 году, т. е. практически одновременно с другими известными работами П. Наура и Э. Дейкстры. Транслятор АЛЬФА ввиду объёмности реализации был завершён годом позже [45].

### **10.7. С. С. Лавров и первый транслятор ТА-1**

Научная биография Святослава Сергеевича Лаврова неординарна. «Он не входил ни в одну из существовавших в Советском Союзе «школ программирования», но пользовался признанием и большим уважением у коллег» [52].

Увлечённый со школьных лет математикой, он в 16 лет становится студентом Ленинградского университета. Вот его воспоминания [35]: «К 1941 году успел закончить два курса матмеха, получил базовое математическое образование, которое позже очень помогло в жизни. Примечательно, что во время учёбы в ЛГУ интересовался теорией вычислений, хотя в ту пору в университете её более основательно преподавали

не матмеховцам, а астрономам. Они часто работали на арифмометрах, выдававшихся в читальном зале. Юношеское увлечение стало специальностью на всю жизнь. С началом войны, как и все студенты-мужчины, пошёл в ленинградское народное ополчение. Артиллерийский полк, куда мы попали, задержался с формированием, и в это время приехали вербовщики из созданной Ленинградской военной воздушной академии. Почти все мы согласились пойти туда учиться и были приняты. Трижды продлевался срок нашего обучения, в результате мы были выпущены в 1944 году с дипломом военных инженеров-механиков с сумбурным, но достаточно полным инженерным образованием, в звании старших техников-лейтенантов. Я попал по распределению техником звена в истребительный авиационный полк. В начале 1947 года был демобилизован и принят на работу на должность начальника группы баллистики в подмосковное ОКБ в отдел главного конструктора С. П. Королёва, пригласившего молодого военного инженера участвовать в изучении немецкой трофейной ракетной техники. Однако продолжал осваивать математику (в основном мне не хватало знаний по теоретической механике) и даже поступил заочно на мехмат МГУ (окончил в 1954-м)».

Именно здесь (с 1974 года НПО «Энергия») разрабатывали и производили первый искусственный спутник Земли, автоматические станции, запущенные к Луне, Венере, Марсу, пилотируемые космические корабли и орбитальные станции.

Как и ядерная техника, баллистика требовала трудоёмкого расчёта многочисленных параметров «изделия».

Во второй половине 50-х группа Лаврова получила возможность использовать БЭСМ в ВЦ АН СССР. Надо помнить, что все программы в то время писались в машинных кодах. Стремясь упростить этот процесс, Лавров пытается заменить программирование в кодах машины языком, позволяющим писать программы в символьных обозначениях.

Лавров вспоминает: «1960 год для меня ознаменован тремя событиями. В мире опубликовано «Сообщение об алгоритмическом языке Алгол 60», в стране выпущена первая заводская серия из четырёх вычислительных машин М-20, одна из которых попала к нам в ОКБ, во мне созрело решение посвятить себя впредь уже не баллистике, а программированию. Надо сказать, что в это время под управлением С. П. Королёва работы по подготовке полёта Юрия Гагарина шли полным ходом и сектор баллистики и я принимали в этих работах самое непосредственное участие. Однако к тому моменту в секторе выросло немало способных инженеров, на них можно было положиться. А отличительной чертой Королёва было умение найти для каждого сотрудника место работы, на котором тот мог принести наибольшую пользу. Сергей Пав-

лович, вероятно, не мог не заметить, насколько я был поглощён и увлечён проблемами использования вычислительной техники. Поэтому одобрил мой переход из отдела динамики на заведование ВЦ, насчитывавшее примерно 300 человек и включавшее в себя группу программирования, созданную в ОКБ в конце пятидесятых годов. До появления Алгола, да и длительное время после мы программировали в кодах. С этим связана полуанекдотическая ситуация, существовавшая в Советском Союзе. Вычислительные машины выпускались практически без периферийных устройств. Для ввода применялись двухдорожечные перфоленты, а для вывода – печать чисел на ленте шириной 5 см (вывод буквенных символов не допускался). Позже для ввода/вывода приспособили стандартные телеграфные телетайпы. Язык Алгол 60 мне сразу очень понравился, и я написал о нём книгу. По сравнению с уже существовавшими Фортраном и Коболом, главным достоинством Алгола 60 и позже Паскаля было то, что они вобрали в себя всё самое лучшее, в котором авторы постарались воплотить чуть ли не все возможности, известные на тот момент в мире».

В СССР работы по созданию транслятора с Алгола 60 для М-20 были начаты в Институте прикладной математики, где разработчиков возглавляли М. Р. Шура-Бура и Э. З. Любимский, и в ВЦ СО АН под руководством А. П. Ершова.

Лавров решил взяться за работу собственными силами. К осени проект транслятора («программирующей программы» как тогда называли) для Алгола 60 у Лаврова был готов, и в ОКБ начались работы по его реализации. Оценив возможности М-20 и свои ресурсы, разработчики решили отказаться от рекурсивных процедур и функций, фактических параметров-выражений при вызове по имени, использования переменных с индексами в качестве параметров циклов и собственных массивов `own` (все ограничения, кроме запрета рекурсий, стали тенденцией развития последующих языков программирования).

Группа (В. Н. Попов, В. А. Степанов, А. Г. Стишева, И. А. Травникова) закончила разработку транслятора в октябре 1962 года, раньше, чем другие две группы. На заседании Президиума АН, которое проводил М. В. Келдыш, были зачитаны доклады от каждой из групп и общие результаты получили весьма высокую оценку. Благодаря простоте входного языка и высокой эффективности компиляции ТА-1 приобрёл большую популярность. По идеям Лаврова была реализована расширенная версия ТА-1 под названием «Сигнал», первый в стране транслятор, позволявший проводить отладку в терминах входного языка. В 1965 году вышло русское издание сообщения об Алголе 60, титульными редакто-

рами которого выступили создатели отечественных трансляторов А. П. Ершов, С. С. Лавров и М. Р. Шура-Бура.

В 1966 году, после смерти Королёва, Лавров перешел из ОКБ в ВЦ АН СССР, возглавляемый А. А. Дородницыным, и приступил к заведованию лабораторией программирования. Дородницын считал, что ему «следовало заняться координацией разработки программного обеспечения для БЭСМ-6. Сначала диспетчер – зародыш операционной системы, потом и другие программы для БЭСМ-6 создавали разные организации: Институт точной механики и вычислительной техники, МГУ, наш ВЦ, группа в Свердловске и др. Честно говоря, скоординировать действия этих разработчиков не удалось, так как каждый считался только со своими взглядами, и в этом смысле я не оправдал надежд Дородницына».

Он полностью сосредоточился на языках обработки символьной информации, получив возможность апробации своих идей на ЭВМ БЭСМ-6. Были реализованы языки Снобол-А и Лисп.

С 1959 года Лавров вёл преподавательскую деятельность на мехмате МГУ, а с 1971 года – в Ленинградском университете. Его основные усилия были направлены на создание системы автоматического синтеза программ, проблемы искусственного интеллекта, базы знаний в качестве основы нового поколения систем программирования.

В знак всеобщего уважения, открытый 9 августа 1978 года советским астрономом Людмилой Черных в Крымской обсерватории астероид был назван именем Святослава Сергеевича Лаврова.

### **10.8. М. Р. Шура-Бура и транслятор ТА-2**

Михаил Романович Шура-Бура был известен в компьютерном мире как «патриарх» советского программирования. В 1940 году он окончил мехмат МГУ, до 1947 года работал преподавателем Артиллерийской академии имени Дзержинского. В 1944–1947 гг. в аспирантуре НИИ математики МГУ занимался топологией и защитил кандидатскую диссертацию под руководством П. С. Александрова. С 1947 года преподаватель физтеха МГУ (с 1951 года Московский физико-технический институт).

В 1947–1948 гг. участвовал в работах по тематике приближённых вычислений, проводимой в Математическом институте имени В. А. Стеклова АН СССР. В 1948 году вместе со своим отделом перешёл во вновь организованный Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР. В 1952 году в соавторстве с Люстерником, Абрамовым, Шестаковым создаёт первый советский учебник по программированию «Решение математических задач на автоматических цифровых машинах. Программирование для быстродействующих электронных

счётных машин». С 1953 года М. Р. Шура-Бура работает в Отделении прикладной математики института имени В. А. Стеклова (позднее Институт прикладной математики АН СССР), созданном М. В. Келдышем.

В 1954 году защитил докторскую диссертацию на тему «Вопросы решения математических задач с большим числом операций», далёкую от топологии. Совмещая научную деятельность с педагогической на кафедре вычислительной математики МГУ, во главе отдела программирования ИПМ руководит расчётом на ЭВМ «Стрела» траекторий искусственных спутников Земли.

При его участии спроектирована машина М-20, создан шедевр программирующих программ – знаменитая интерпретирующая система ИС-2 с хорошо продуманным интерфейсом, прославившая автора среди сотен программистов страны. В ИС-2 был эффективно реализован способ динамического подключения библиотечных подпрограмм, реализованы некоторые функции будущих операционных систем, осуществлены динамические подкачка и смена используемых подпрограмм [45].

В 1963 году многочисленный коллектив разработчиков (И. Х. Зусман, С. С. Камынин, Д. А. Корягин, А. С. Луховицкая, В. В. Луцикович, Э. З. Любимский, В. Б. Мартынюк, Г. М. Олейников, В. И. Собельман) под руководством М. Р. Шура-Буры создаёт транслятор ТА-2 с Алгола 60 для М-20. Примечательно, что в нём не было введено никаких отклонений от стандарта языка.

Позднее М. Р. Шура-Бура руководил разработкой систем программирования для БЭСМ-6 и других ЭВМ, в 1970–1993 гг. возглавлял кафедру системного программирования факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ.

### **10.9. АЛЬФА-язык и АЛЬФА-транслятор**

По свидетельству А. П. Ершова начало работы над  $\alpha$ -транслятором (Альфа) датируется 7 сентября 1958 года, вскоре после публикации предварительной версии Алгола. В конце 1959 года автор, выступая на Всесоюзной конференции по вычислительной математике с докладом на тему «Какой должна быть следующая программирующая программа?», изложил основные идеи построения ПП (термин транслятор у нас ещё не использовался), базирующейся на богатом входном языке, не зависящем от особенностей конкретных машин и удобном для формулировки задач вычислительной математики. Ставилась цель создания системы автоматического программирования, которая могла бы конкурировать с математиками-программистами, писавшими программы в машинных кодах. К началу 1960 года входной язык системы был вчерне разработан. Хотя группа разработчиков ещё трудилась в Москве, но ре-

шение о переезде в строящийся новосибирский академгородок было уже принято. Поэтому новый язык в обиходе называли Сибирским или Сибирским Алголом.

После публикации «Сообщения об алгоритмическом языке Алгол 60» было принято решение удалить из проекта непринципиальные отличия от стандарта, сохранив оригинальные и сделав его расширенным диалектом Алгола 60. Поскольку язык создавался, в первую очередь, для русскоязычного пользователя, англоязычные служебные имена Алгола заменили русскими эквивалентами (*for* – для, *begin* – начало, *real* – вещественный, *array* – массив и др.). Кроме типов <целый>, <логический> и <вещественный>, язык пополнился типом <комплексный>, над которым можно было выполнять все ариф-



*Разработчики  $\alpha$ -транслятора  
А. П. Ершов, И. В. Поттосин,  
Г. И. Кожухин, Б. А. Загацкий,  
Ю. М. Волошин, 1963 год.  
Фото И. Крайневой, ИСИ СО РАН*

метические операции, большинство математических функций (*sqrt*, *ln*, *exp*, *sin*, *cos*, *tan*, *sh*, *ch*, *th*, *arctan*, *arth*, *arcsin*, *arccos*, *arsh*, *arch*) и операции сравнения (отношения) на равенство и неравенство. Соответственно пополнилась и библиотека стандартных функций, а в списке символов арифметических операций символ \*\* заменён на  $\uparrow$ .

Новинкой в языке Альфа стала возможность работы не только с индексированными переменными (отдельными элементами массива), но и с массивами в целом.

Более того, если  $A$  описан как двумерный массив (матрица), то  $A[k, ]$  будет обращением к её  $k$ -й строке,  $A[, j]$  – к  $j$ -му столбцу,  $A$  или  $A[, ]$  – ко всей матрице. В некоторых современных языках, например в языке MatLab, эта возможность доведена до совершенства.

При создании  $\alpha$ -транслятора (разработчики И. В. Поттосин, Г. И. Кожухин, Л. Л. Змиевская, Ю. М. Волошин, Б. А. Загацкий, Г. И. Бабецкий, М. М. Бежанова, С. К. Кожухина, Ю. И. Михалевич, Р. Д. Мишкович, Л. К. Трохан под руководством А. П. Ершова) особое внимание уделялось эффективности получаемых программ. Если сегодня быстродействие ЭВМ превысило миллионы операций в секунду, а память исчисляется гигабайтами, то 4096 ячеек ОЗУ М-20 и лишь 25

тысяч операций были сдерживающими факторами. Соответственно, число проходов на этапе трансляции достигло 24, а объём транслятора оказался весьма большим, несмотря на искусное программирование циклов, индексных переменных и обращений к процедурам.

Как и в ТА-1,  $\alpha$ -транслятор не допускает рекурсивность. Разумеется, есть задачи (вычисление кратных интегралов, рекуррентные соотношения в методе динамического программирования, иерархия в базах данных и др.), где использование рекурсии создаёт компактную программу на том или ином языке. Но даже программирование прямой рекурсии (из себя напрямую к себе) требует творческого подхода. К тому же приходится ограничивать глубину рекурсии, а созданная транслятором программа требует многократно большего времени исполнения.

Так типичная рекурсивная функция вычисления факториала  $n!$

```
function Fact(n: integer): integer;
begin
  if n = 0 then Fac:= 1
    else Fact:= n*Fact(n-1)
end;
```

потребуется времени более чем в  $n$  раз больше обычной.

В итоге стремление к эффективности программ за счёт времени трансляции приводит к эффективности  $\alpha$ -транслятора в сравнении с ТА-1 и ТА-2 именно для задач с большим счётом.

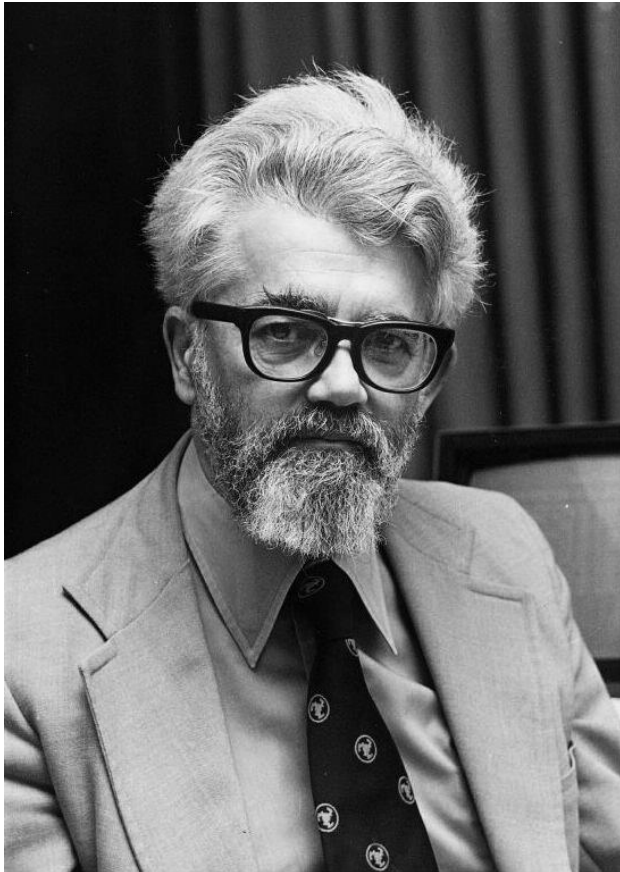
### 10.10. LISP. Джон Маккарти и другие

Практически одновременно с созданием Algol 60 родился новый язык LISP (1958, LISP – *LIS*t *P*rocessing *l*anguage, Лисп) – язык «обработки списков», создателем которого был американский математик, автор термина «искусственный интеллект» (1955), основоположник функционального программирования Джон Маккарти. В юности он самостоятельно изучал математику по университетским учебникам. В результате, поступив в университет, он смог сразу пропустить два первых года обучения по математике. В 1948 году Маккарти получил степень бакалавра математики в Калифорнийском технологическом институте, а в 1951 году в Принстоне доктора философии по математике. После кратковременных пребываний в Принстоне и Дартмутском колледже он работает в 1956 году в Массачусетском технологическом институте (МТИ), а с 1962 года навсегда стал профессором Стэнфордского университета. Эти два вуза «по его вине» стали самыми известными научными центрами США по исследованию проблем искусственного интеллекта.

В 1956–1959 гг. Джон Маккарти вместе со студентами МТИ разработал изящный язык для работы со списками, которому дал имя LISP.



С позиций сегодняшнего дня LISP определяют как язык программирования функционального типа, в основу которого положен метод исчисления (разработан в 30-е годы американским математиком-логиком А. Черчем\* в качестве строгой математической модели для вычисления функций\*\*). LISP отличается тем, что выполнение программы не состоит в последовательности шагов, как в других языках [57]. Программы и данные LISP существуют в форме символьных выражений, которые



*Джон Маккарти (1927–2011)*

хранятся в виде списковых структур.

LISP имел дело с двумя видами объектов: атомами и списками. Атомы – это символы, используемые для идентификации объектов, которые могут быть числовыми или символьными (понятия, материалы, люди и т. д.). Список – это последовательность элементов, заключённых в круглые скобки, каждый из которых является либо атомом, либо списком. LISP манипулирует списками путём использования трёх примитивных функций: CAR (от «содержимое адресной части регистра»), CDR (от «содержимое уменьшаемой части регистра»), и CONS, из которых получаются все другие функции обработки

списков. В функции CAR в качестве значения аргумента используется первый элемент списка; значением аргумента в функции CDR является оставшаяся после удаления первого элемента часть списка, а функция CONS собирает вновь то, что CAR и CDR разбили на части.

---

\* Советскому читателю известен книгой Черч А. Введение в математическую логику, т. 1. – М. : ИИЛ, 1960 (имеется издание 2009 года).

\*\* Функциональное программирование – раздел дискретной математики и совокупность идей и понятий, определяющих стиль написания компьютерных программ (подход к программированию), где процесс вычисления трактуется как вычисление значений функций в математическом понимании последних (в отличие от функций как подпрограмм в процедурном программировании).

LISP относится к языкам интерпретирующего типа, однако в ряде его вариаций имеется функция для компилирования LISP-программ. Совершая в конце 1968 года турне по СССР, Джон Маккарти прочёл в Москве и Новосибирске циклы лекций, посвящённых LISP и автоматизации доказательств теорем.

В 1961 году Джон Маккарти публично предположил, что компьютерная технология разделения времени может привести к будущему, в котором компьютерная мощь и даже определённые приложения могут продаваться с использованием бизнес-модели сферы услуг (подобно воде или электричеству). Эта идея компьютерных или информационных услуг становится популярной с 2000 года, когда аппаратные, программные и коммуникационные технологии стали к этому готовы.

Известны и другие пионерские работы Д. Маккарти – метод ограничений для немонотонных рассуждений; язык программирования Elephant, предназначенный для программ, взаимодействующих с людьми или с программами, принадлежащими другим организациям; формализация контекста и его приложений к искусственному интеллекту [57].

Об интересе к Лиспу в нашей стране свидетельствуют воспоминания С. С. Лаврова [53]: «Одной из самых удачных своих работ в ВЦ считаю реализацию языка Лисп для БЭСМ-6. До этого существовали реализации Лиспа, но более скромные и менее распространённые, чем моя. Мы работали вдвоём: я и мой аспирант Гиви Сергеевич Силагадзе, с которым в 1978 году была написана книга «Автоматическая обработка данных. Язык Лисп и его реализация». Я обрадовался, когда на одной из международных конференций участник из Югославии показал мне эту книгу и сказал, что она является базовой по Лиспу в его стране. Хотя, конечно, все трансляторы, разработанные в Советском Союзе, могли использоваться только в странах Варшавского договора, куда Советский Союз поставлял свою вычислительную технику.

Сегодня существует много новых реализаций Лиспа. Так я работаю на CLISP (Common LISP). В языке Лисп учтён опыт построения языков программирования для компьютеров, накопленный за 20 лет после появления машины Тьюринга – одной из первых абстрактных моделей, ставшей наиболее популярной в теории вычислимости. Обработка формул, автоматическое доказательство теорем, математические выкладки – сфера применения Лиспа в отличие от вычислительных задач, которые лучше решать с применением таких языков, как Паскаль, Алгол и др.».

## 10.11. ALGOL 68

В 1962 году под эгидой Международной федерации по обработке информации (IFIP – *International Federation for Information Processing*) был создан новый комитет с задачей дальнейшего совершенствования Алгола 60. В его составе оказалось немало учёных с мировым именем, в частности Эдсгер Дейкстра, Никлаус Вирт и Тони Хоар\*. Руководителем группы разработки языка по каким-то причинам был назначен Аад ван Вейнгаарден, директор Математического центра Амстердама, нидерландский учёный в области прикладной математики. Утверждают, что авторитарный стиль его руководства нередко приводил к размолвкам в коллективе и даже стал причиной выхода Хоара и Вирта из команды (предложения Вирта, не принятые комитетом, легли в основу языка Pascal)\*\*. Более того, он принимал решения, с которыми не соглашались программисты-практики, что негативно повлияло на получившийся в результате язык.



*Аад ван Вейнгаарден  
(1916–1987)*



*Тони Хоар  
(род. в 1934)*



*Никлаус Вирт  
(род. в 1934)*

Как мы отмечали выше, одним из недостатков Алгола 60 было отсутствие спецификаций ввода/вывода. Вторым серьёзным недостатком

---

\* Чарльз Энтони Ричард Хоар – британский учёный, специалист в области информатики и вычислительной техники. В 1958–1960 гг., овладев русским языком, обучался компьютерному переводу под руководством А. Н. Колмогорова в МГУ.

\*\* Во второй половине 1970-х проект Вирта и Хоара, участвовавший в конкурсе на разработку нового языка для программирования встроенных систем Ада, не был одобрен комитетом по языку и конкурс выиграл проект, основанный на Паскале, но более сложный и объёмный.

было низкое быстродействие, и важной задачей стало повышение эффективности работы на этапе выполнения программы.

В Алголе 68 реализовано несколько интересных идей (например, механизмы расширения языка, а также средства для параллельных вычислений). Наряду с расширением списка типов данных (`realarray` – вещественный массив, `inreal` и `outreal` – внутренние и внешние переменные, `name` и `value` – передача формальных параметров именем или значением и др.), структуры данных, созданные внутри блока, локальны в его пределах и при выходе из блока уничтожаются. Допускаются динамические массивы, что позволяет эффективно управлять распределением памяти.

Эти и другие фундаментальные идеи достались в наследство разработчикам других языков.

По завершении работы комитета в 1968 году многие критиковали Алгол 68. В частности, Вирт был в числе тех, кто говорил о его недостаточной надёжности и чрезвычайной избыточности. Язык получил ограниченное применение, хотя и в СССР были энтузиасты, которые активно использовали его в работе, и язык на основе Алгола 68 стал базовым для программирования компьютера «Эльбрус».

### **10.12. Вычислительный центр СО АН СССР. Время становления**

До 1957 года (практически до 1959) центром математической мысли и образования на пространстве от Урала до Камчатки был Томский государственный университет имени В. В. Куйбышева\*, где работал глава Сибирской математической школы, доктор физико-математических наук Павел Парфеньевич Куфарев, известные математики Абрам Ильич Фет, Георгий Дмитриевич Суворов и др.

В 1957 году здесь были созданы специальность «Вычислительная математика» и новая кафедра под руководством Георгия Александровича Бюлера. А уже с 1959 года её выпускники были востребованы в Пензе, Москве, Коврове, Дзержинске, Бийске, Кемерово, Новосибирске и Томске [15, 23–25].

В 1957 году по инициативе М. А. Лаврентьева, С. А. Христиановича, С. Л. Соболева и других видных советских учёных и с благословения Н. С. Хрущёва создаётся новосибирский академгородок как Сибирское отделение АН СССР и в его составе Институт математики (ныне имени

---

\* В. В. Куйбышев поступил в Томский университет на юридический факультет осенью 1909 года и уже в начале 1910 был отчислен за революционную деятельность.

С. Л. Соболева, возглавлявшего его в 1957–1983 годах). Здесь достаточно быстро сформировались крупные математические школы в области:

1) математической экономики (Л. В. Канторович, с 1960 года возглавлявший математико-экономическое отделение института, Ленинская премия (1965), Нобелевская премия (1975));

2) алгебры и логики (А. И. Мальцев – в 1959–1967 гг. заведует отделом алгебры, один из создателей мехмата НГУ; А. И. Ширшов – в 1960–1974 гг. заместитель директора института, заведующий отделом теории колец; М. И. Каргаполов – один из ведущих советских алгебраистов, с 1960 года в СО АН по приглашению А. И. Мальцева; Ю. Л. Ершов – студент мехмата Томского университета, в 1961 году перевёлся в НГУ, в 1963 году через несколько месяцев после окончания НГУ под руководством А. И. Мальцева защитил кандидатскую, а в 1965 году – докторскую диссертацию, позднее ректор НГУ и директор института);

3) геометрии и топологии (А. Д. Александров в 1964–1986 гг. заведовал отделом обобщённой римановой геометрии; Ю. Г. Решетняк – с 1957 года один из первых молодых учёных в СО АН);

4) функционального анализа (А. В. Бицадзе в 1959–1971 гг. возглавлял отдел общей теории функций; В. А. Топоногов – выпускник мехмата Томского государственного университета (1953), ученик А. И. Фета и А. Д. Александрова, в Новосибирске с 1956 года).

Естественно, они активно участвовали в становлении созданного в 1959 году Новосибирского государственного университета. Мы не говорим здесь о неоднократно упоминавшихся выше М. М. Лаврентьеве, С. Л. Соболеве, А. А. Ляпунове, А. П. Ершове.

В 1957–1963 гг. Институт математики ютился в одном из первых жилых домов на ещё пустынном Морском проспекте, но научной активности той поры могли позавидовать грядущие поколения (новое здание института было сдано в эксплуатацию в сентябре 1962 года). Вычислительный центр, представленный в виде машины М-20, размещался на первом этаже строящегося Института геологии. Вычислительный центр возглавляли молодые кандидаты технических наук Э. В. Евреинов и Ю. Г. Косарев, которые работали в Москве в НИИ-1 и не были новичками в компьютерных делах.

Наряду с секретными атомным проектом во главе с И. В. Курчатовым и ракетным проектом во главе с С. П. Королёвым, которые курировал Л. П. Берия, одной из важнейших областей исследований в интересах обороны была криптография с использованием ЭВМ. Многовековую увлекательную задачу декодирования информации «противника» с помощью технических устройств решали А. Тьюринг и его английские коллеги в противоборстве с немецкой шифровальной машиной «Эниг-

ма». Как и англичане, наши специалисты разрабатывали специализированную вычислительную машину и достигли успеха в расшифровке кодов радиоперехвата дипломатической переписки посольств всех ведущих стран. Даже сегодня работа с алгоритмами криптографии требует не только высокой квалификации специалистов, но и существенной технической поддержки вплоть до создания специальных суперкомпьютеров (попробуйте подобрать целое число, которое можно разложить на два простых 17-значных сомножителя). Уровень же лучших машин начала 50-х был ниже требуемого.

Как вспоминает участник этих работ Н. Г. Загоруйко [57], неожиданный прорыв наши специалисты сделали благодаря применению принципа распараллеливания вычислений, предложенного и разработанного Э. В. Евреиновым. Значимость полученного результата для государства была столь велика, что Ленинская премия № 1 была присуждена специалистам именно этого направления, в том числе Э. В. Евреинову. «После смерти И. В. Сталина начатые работы над высокопроизводительной машиной гражданского назначения стали тормозиться. Удалось довести до конца лишь слабый её вариант – ЭВМ «Весна». Сотрудники, занимавшиеся перспективными разработками в области вычислительной техники, стали искать более благоприятные условия для продолжения своих работ».



*Эдуард Владимирович  
Евреинов (род в 1928)*



*Юрий Гаврилович  
Косарев (род. в 1922)*



*Гурий Иванович  
Марчук (1925–2013)*

Когда началась работа по созданию СО АН СССР, при обсуждении проблем, связанных с вычислительной техникой, С. А. Лебедев предложил С. Л. Соболеву пригласить Э. В. Евреинова и Ю. Г. Косарева и свою рекомендацию аргументировал так: «Слабейший из этих двух сильнее сильнейшего из всех моих». Согласившись на приглашение, они поехали

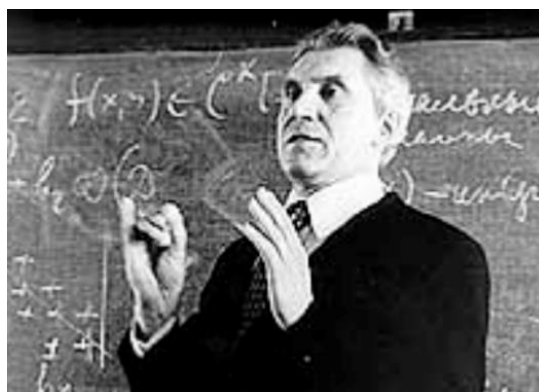
в Новосибирск, где Косарев приступил к руководству созданием институтского ВЦ.

Как свидетельствует Н. Г. Загоруйко [57], «ламповая М-20 занимала правое крыло первого этажа строящегося здания Института геологии. Главный вход в здание ещё строился, и первые пользователи с перфокартами в карманах забирались в машинный зал через окно по доскам с поперечными перекладинами. А в подвале гудели могучие вентиляторы, которые по трубам охлаждали шкафы с ячейками ЭВМ. Посмотреть на чудо техники приходило много разных людей. Был и Н. С. Хрущёв, который посмотрел на длинный ряд шкафов с лампами и цветными проводами, послушал объяснения и, шутя, сказал одному из сопровождавших: «Ну, ты, наверное, всё понял, объяснишь мне потом».

Постепенно расширялся штат ВЦ, приходила молодёжь, в том числе выпускники Томского университета – Т. Л. Резник (1959), Г. И. Русова (1960), Г. И. Бабецкий (1962), И. Б. Рабинович (1963) и другие, принимавшие участие в разработке ИС-22 и Альфа-транслятора, занимавшиеся численными методами прикладной математики, сетевым планированием и автоматизацией производственных процессов. Кроме сотрудников Института математики, машиной начали пользоваться сотрудники институтов ядерной физики, гидродинамики и др. Для научных работников были организованы курсы программистов, которые в 1961–1962 гг. окончили более 200 человек. Территориальной близостью воспользовались и студенты-вычислители мехмата Томского университета, ранее проходившие учебную практику по программированию в Москве на «Стреле». Привыкали работать после 10 часов вечера (на дневное время было слишком много претендентов) в циклическом режиме 10–15 минут работы и 45–50 на устранение найденных ошибок.

«Очень плодотворными оказались контакты с авиазаводом им. Чкалова. Для разработки программы для станка с программным управлением нужно указать точные значения координат точек поверхности обрабатываемых деталей. Для построения профиля самолёта служил макет в масштабе 1:50, с поверхности которого снимались размеры разных сечений. Затем в огромном зале на полу рисовались профили несущих конструкций самолёта в натуральную величину. Поскольку в точках профиля наблюдалась негладкая стыковка линий, проектировщик был вынужден её устранять техническими приспособлениями, после чего уточнённые координаты точек профиля измерялись и вводились в программу. Стало ясно, что задачу сглаживания профиля можно формализовать и решить на машине. Из этой задачи выросло научное направление, связанное с использованием сплайнов, которое успешно развивалось под руководством Ю. С. Завьялова» [57].

В 1962 году Евреиновым и Косаревым предложена модель коллектива вычислителей и обоснована возможность построения суперкомпьютеров на принципах параллельного выполнения операций (их статья «О возможности построения вычислительных систем высокой производительности» опубликована только в 1966 году). Созданы основы методологии решения трудоёмких вычислительных задач, построенной на явном выделении циклов: по времени (каждая последующая операция выполняется над результатами предыдущей) и пространству (повторению цикла по времени при различных начальных условиях). Первый сокращает время счёта, а второй – легко преобразуется в ветви для параллельного счёта.



*Юрий Семёнович Завьялов  
(1931–1998)*

Интересным направлением в работе ВЦ было решение задачи расширения контактных возможностей ЭВМ. Надо было научить машину читать тексты и даже понимать человеческую речь. Появилось научное направление «Распознавание образов». Распознавателей в Институте геологии и геофизики возглавлял Ю. А. Воронин, затем перешедший в ВЦ СО АН. Созданные методы распознавания образов стали применяться в геологии, медицине и других прикладных областях.

В 1962 году с подачи Евреинова и ЦК ВЛКСМ группа молодых специалистов из Новосибирска, Москвы, Ленинграда и Киева составила справку для Хрущёва о состоянии вычислительной техники в СССР и мире, о большом отставании советской техники от американской, о передаче Академией наук проблемы развития вычислительной техники промышленным министерствам, которые ориентируются на закупку и копирование устаревающих американских машин. В результате было принято постановление Правительства, в котором кроме лозунгов были некоторые конструктивные меры, связанные с дополнительным финансированием министерств. К сожалению [57], поднятая волна вскоре затухла, оставив в сохранности тенденцию нашего ускоряющегося отставания.

Что касается ВЦ СО АН, то в 1962 году М. А. Лаврентьев и С. Л. Соболев для укрепления этого направления пригласили на должность заместителя директора Института Г. И. Марчука, который был уже известным специалистом по вычислительной математике и расчётам ядерных реакторов. Г. И. Марчук в 1942 году поступил в ЛГУ, эвакуированный в Саратов, где математический анализ преподавал знаменитый



профессор Г. М. Фихтенгольц. Ещё до окончания первого курса направлен в Школу артиллерийской разведки, после окончания которой был оставлен на преподавательской работе с курсантами и получил двухнедельный отпуск для сдачи экзаменов за первый курс. В 1945 году он вернулся в университет, в 1949 году поступил в аспирантуру, в 1952 году защитил кандидатскую диссертацию в Геофизическом институте АН СССР и приступил к работе в Обнинске, где был Физико-энергетический институт и первая в мире атомная электростанция. Там он руководил математическим отделом института, в 1958 году опубликовал первую книгу «Численные методы расчёта ядерных реакторов», защитил докторскую диссертацию, а за расчёты ядерных реакторов специального назначения ему присуждена Ленинская премия. Приехав в Новосибирск, Г. И. Марчук в 1964–1980 гг. возглавил ВЦ СО АН, ставший самостоятельной научной организацией (в 1986–1991 гг. был президентом АН СССР).

Одним из самых удачных организационных шагов Марчука стало приглашение в 1963 году в Академгородок Н. Н. Яненко, первооткрывателя метода дробных шагов для численного решения ряда задач математической физики. Н. Н. Яненко сформировал отдел численных методов механики сплошной среды, где сразу появились серьёзные результаты по разработкам численных методов и больших программных комплексов для решения прочностных, гидро-газодинамических и плазменных задач для оборонных предприятий. Н. Н. Яненко, после окончания в 1939 году с золотой медалью средней школы в Новосибирске, поступил на физико-математический факультет Томского университета. В связи с условиями военного времени курс обучения в университете был сокращён до трёх лет. Н. Н. Яненко с отличием окончил университет в 1942 году и получил специальность «учитель математики». Знакомый и любимый многими поколениями томского студенчества Захар Иванович Клементьев, преподававший математический анализ, вспоминал: «Николай Яненко был идеальный студент. Со своими прекрасными способностями, богатыми знаниями, часто превышающими учебный курс, он никогда не выделялся среди ребят поведением, манерами – совершенно не было в нём шика от-



*Николай Николаевич  
Яненко (1921–1984)*

личника. Рабочий день студента Коли Яненко начинался в семь часов утра и заканчивался в час ночи».

Провоевав до конца войны, лейтенант Яненко в феврале 1946 года поступил в аспирантуру мехмата МГУ, а с 1948 года начал работать в группе академика А. Н. Тихонова в отделе прикладной математики АН СССР. Группа занималась вопросами газодинамики, решая и оборонные задачи – расчёты первой советской водородной бомбы, за что в 1953 году Н. Н. Яненко удостоен Сталинской премии третьей степени.

В 1955 году Н. Н. Яненко возглавил математическое подразделение вновь создаваемого отраслевого НИИ в «закрытом» Челябинске-70 (ныне Снежинск). Здесь родился метод мелких шагов – открытие в вычислительной математике, сделанное Н. Н. Яненко одновременно с аналогичными результатами американских математиков и заложившее новое направление в численных методах.

Перешёл в штат ВЦ и коллектив лаборатории М. М. Лаврентьева, составивший вскоре математическую школу мирового уровня по теории условно-корректных задач.

### 10.13. Сибирская школа информатики

Становление этой школы, получившей мировую известность, связано с именем А. П. Ершова. Студенческие годы Ершова во многом типичны для конца сталинского времени. В 1949 году он поступил на физико-технический факультет МГУ. Поскольку конкурс на физические и математические специальности (как и в других ведущих университетах) был весьма велик, он тщательно готовился к вступительным экзаменам, перерешал множество задач, предлагавшихся абитуриентам мехмата МГУ предыдущих лет, и задач для подготовки к математическим олимпиадам школьников Москвы и Ленинграда. По воспоминаниям Ершова: «В школе я очень хотел заниматься ядерной физикой. Правда, интерес к математике у меня тоже был, но где-то на втором плане... Выбор [физтеха] был предопределён не глубоким интересом к физике, а тем, что туда вступительные экзамены были в три тура, и мне очень захотелось их все пройти».



*Андрей Петрович  
Ершов (1931–1988)*

Наступило время, когда для развёртывания работ по ядерной энергетике требовались специалисты. В Свердловском, Томском и ряде дру-

гих университетов были созданы специальные отделения, ориентированные на оборонную тематику. Допуск в них был закрыт для детей репрессированных родителей, не тех национальностей или побывавших на оккупированной территории. Пожелавшему попасть сюда комсоргу курса Ершову (он с родителями провёл несколько месяцев в оккупации на Украине) было отказано и предложено выбрать другую специальность.

По воспоминаниям его жены Н. М. Ершовой [58]: «На втором курсе (1950–1951) началась чистка на физтехе МГУ, где учился Андрей. Так называемых «неблагонадёжных» отчисляли или предлагали перейти на другой факультет. Из примерно двадцати «вычищенных» к нам на механико-математический пришло человек десять ребят (А. Ершов, В. Штаркман, Б. Трегубенков и др.). Потом я узнала, каким ударом был для Андрея переход на мехмат, но характер у него был жизнеутверждающий, и он стойко перенёс этот удар. Математика его увлекла. Андрею Ершову и его товарищам пришлось сдать некоторые предметы за первый курс по индивидуальным планам, чтобы их зачислили на второй курс мехмата». В июне 1951 года А. Ершов подал заявление на кафедру высшей алгебры, но ...

Как вспоминал его «крёстный отец» в программировании Евгений Андреевич Жоголев (1930–2003), выпускник кафедры вычислительной математики 1962 года, случайная встреча на легкоатлетической эстафете и рассказ о том, чем занимаются на кафедре вычислительной математики, об электронных вычислительных машинах, определила дальнейший путь Ершова в науке: «Особенно большое впечатление на Андрея произвела память на ртутных трубках. Потом мы долго фантазировали о возможностях этих машин... После этого разговора А. П. Ершов забрал своё заявление с кафедры высшей алгебры и подал его на нашу кафедру». Кафедра была создана на мехмате МГУ в 1949 году, но курса программирования ещё не читали (был курс по электронным схемам вычислительных машин).

Осенью 1952 года в МГУ на кафедрах математической логики и вычислительной математики появился новый профессор – Алексей Андреевич Ляпунов. 29 октября 1952 года, в разгар семестра, он начал читать свой легендарный курс «Принципы программирования», который состоял из восьми лекций. Как вспоминали слушатели, это были не обычные лекции, которые преподаватель читает по заранее составленным планам, а настоящая импровизация, стиль, который смущал студентов и более поздней поры, а в данном случае просто обескураживал. А. А. Ляпунов начинал свой курс, когда программистов были единицы, а всё то, что относилось к устройству ЭВМ, засекречено. По свидетель-

ству Ершова [58], «...первую половину курса он читал довольно реферативно...».

Под руководством А. А. Ляпунова на четвёртом курсе Ершов выполнил курсовую работу по методам программирования циклов, а в апреле 1954 года подготовил и защитил дипломную работу, решив задачу обращения матрицы с учётом требований машинного кода.

Понимая, что английский язык станет международным в программировании раньше, чем в других областях деятельности, А. П. Ершов овладевает им и занимается переводом статей для реферативных сборников ВИНТИ и журнала «Математика».

С октября 1953 года Ершов совмещает учёбу в МГУ с работой в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР, которым руководил С. А. Лебедев, решает задачи для институтов оборонного профиля, пишет программу обращения матриц до 63-го порядка, участвует в создании программирующей программы для БЭСМ и «Стрелы», по просьбе С. А. Лебедева читает лекции по программированию для разработчиков БЭСМ и студентов мехмата и в 1957 году возглавляет отдел теоретического программирования ВЦ АН СССР.

В ноябре 1958 года А. П. Ершов принял участие в конференции по механизации процессов мышления, которая состоялась в НФЛ в Теддингтоне (Англия), где встретился с Джоном Бэкусом, Грейс Хоппер и Джоном Маккарти, с которым в дальнейшем дружил и сотрудничал.

В 1957 году его назначают заведующим отделом автоматизации программирования в ВЦ АН СССР. В связи с образованием СО АН, по просьбе С. Л. Соболева, он берёт на себя обязанность организатора и фактического руководителя отдела программирования Института математики СО АН СССР. В 1964 году Ершов переходит на работу в официально созданный ВЦ СО АН СССР.

Вместе с ним из Москвы приехали И. В. Поттосин, Г. И. и С. К. Кожухины, Ю. М. Волошин, М. М. Бежанова, Л. Л. Змиевская, Р. Д. Мишкович. Этому стартовому составу отдела программирования ВЦ СО АН СССР (около 20 человек) под руководством А. П. Ершова суждено было стать ядром будущей Сибирской школы информатики.

Первым большим проектом школы было создание языка программирования Альфа и транслятора для М-20 (позднее Альфа-6 для БЭСМ-6).

В 1966–1972 гг. Ершов руководил второй проблемной разработкой – созданием программно-аппаратной системы разделения времени АИСТ-0 («автоматическая информационная станция»), объединившей ресурсы комплекса нескольких машин М-20, М-220, Минск и явившейся

прообразом современных распределённых сетевых вычислительных систем (разработка программного обеспечения АИСТ-0 велась под руководством И. В. Поттосина).

Следующим крупным проектом отдела А. П. Ершова, анонсированным в 1971 году, была многоязычная система программирования БЕТА, идея которой связана с созданием универсального программирующего мета-процессора, переводящего тексты с различных входных языков на единый внутренний язык, с которого алгоритмы далее обрабатываются универсальным оптимизирующим транслятором, формирующим уже машинные коды на конкретные ЭВМ (задача была столь грандиозной, что коллегами шутливо расшифровывалась как «Большая Ершовская Трансляторная Авантюра»). Удалось довести систему лишь до уровня пробной реализации.

В 1968 году опубликована совместная работа Марчука и Ершова, посвящённая проблематике вычислительных технологий. Это был их доклад на конгрессе ИФИП в Нью-Йорке о методологиях взаимодействия человека с ЭВМ при решении сложных задач математической физики. По сути, это была первая постановка вопроса об интеллектуальном пользовательском интерфейсе.

Программистские проекты А. П. Ершова и его отдела программирования ВЦ СО АН СССР высоко оцениваются до сих пор как у нас, так и за рубежом.

В 1965 году состоялся визит Ершова в США. Отчёт «Вычислительное дело в США», сопоставлявший уровень развития науки и вычислительной техники на Западе с советскими реалиями, под грифом «рассылается по списку» (тогда иначе было нельзя) представлен многим нашим учёным и производственникам. Заслуженный авторитет и добрые личные отношения с западными учёными привели к тому, что он стал неформально олицетворять нашу страну в научных контактах с Западом.

Когда наступило время активного копирования американской вычислительной техники и сопровождающих её программных средств [58], А. П. Ершов возглавлял Комиссию по системному математическому обеспечению вычислительной техники АН СССР, не позволяя себе быть категоричным по отношению к проводившейся политике и её негативным последствиям. Однако некоторые его выступления показывают скрытую эмоциональность и горечь, вызванную тем глубоким застоём, в котором вынужденно находились фундаментальная наука и инновационная активность разработчиков программ.

В 1985 году по инициативе Ершова стал создаваться Машинный фонд русского языка при Институте русского языка АН СССР.

Ещё в 60-е годы в отдельных школах Томска и Новосибирска как факультативные (не на бумажке, а реально в расписании занятий) возникают уроки программирования для старшеклассников. Некоторые из них, приходя в вуз, были уже подготовлены к созданию самостоятельных эвристических алгоритмов и свободному общению с ЭВМ.

В обиходе советских учёных использовался англоязычный термин «computer science» (возник в 1959 году) как имя компьютерной науки, включающей научные направления, связанные с ЭВМ, но не с изучением самих компьютеров. Та же наука о методах и процессах сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и оценки информации с применением компьютерных технологий, обеспечивающих возможность её использования для принятия решений, стала именоваться «информатикой» от французского термина «informatique», введённого в 1962 году Филиппом Дрейфусом. В нашей стране термины «информология» и «информатика» предложены в 1962 году членом-корреспондентом АН СССР А. Харкевичем и появились в его книге «Основы научной информации» 1965 года, переизданной в 1968 под названием «Основы информатики». В школах СССР учебная дисциплина «Информатика» появилась в 1985 году одновременно с первым учебником А. П. Ершова «Основы информатики и вычислительной техники».

Вдохновитель и организатор школьной информатики А. П. Ершов, совместно с её энтузиастами Г. А. Звенигородским и Ю. А. Первиным, в 1979 году в препринте ВЦ СО АН СССР рассказал [58] о её значимости и необходимости «всеобщей компьютерной грамотности». Никто не опроверг эти заявления, но символично, что на заседании Учёного совета по защите в отсутствие его председателя Г. И. Марчука произошёл беспрецедентный случай. При полном отсутствии критических замечаний тайное голосование по защите кандидатской диссертации Г. А. Звенигородского (первой в мире профессиональной работы по школьной информатике) только четыре голоса было «за», а подавляющее большинство «против». После скомканной официальной церемонии А. П. Ершов потребовал закрытого заседания совета, на котором состоялась неллицеприятная дискуссия по этическим мотивам голосования. Некоторые настаивали на своём праве голосования: «по цвету галстука» диссертант не понравился, и всё». Любопытно, что к Ершову потом поодиночке подходило несколько членов совета, которые ему конфиденциально сообщали, что голосовали «за», причём количество таких доброжелателей никак не стыковалось с результатами голосования. Г. А. Звенигородский отказался переделывать диссертацию и представлять её заново. Через три года он написал совершенно новую диссертационную работу, но за неделю до назначенного дня защиты умер.

Но А. П. Ершов донёс знамя школьной информатики до победного конца [58]. Была создана система Школ Юных Программистов – всесоюзный клуб работы с детьми, увлечёнными компьютерами. Были созданы системы компьютерной графики и языка начального обучения программированию РОБИК, РАПИРА. Разработаны учебник и методические пособия для школьных учителей. Беспартийный А. П. Ершов добился личной встречи по проблеме школьной информатики даже с Генеральным секретарем ЦК КПСС М. С. Горбачёвым. Академгородок по праву на много лет стал методическим центром школьного, а затем и высшего образования по информатике.

Ярким примером гражданственности и ораторского искусства А. П. Ершова явилось его публичное выступление в ДК «Академия» в 1987 году на собрании, организованном ультрапатриотическим обществом «Память» с интригующей афишей: «Компьютеризация: магистрали и тупики. Кому это выгодно? Судьбы отечественных школ. ЭВМ и культура – выбор пути. Правда и домыслы об искусственном интеллекте. Что мы вкусили за огромные расходы на вычислительную технику?.. Общение с ЭВМ на жаргонах иностранных языков (FORTRAN и другие) – это проникновение буржуазной идеологии. Работать на английской клавиатуре – это всё равно что воевать на немецких «тиграх» и «пантерах». Нам нужны национальные, а не международные стандарты! Советский Союз – не 51-й штат США!» [59]. Было смутное время



*Геннадий Исаакович  
Кожухин (1932–1972)*

отрицания «социализма с человеческим лицом», ельцинско-горбачёвского противостояния, с гласностью в СМИ и тупым, демагогическим, иногда и хамским охаиванием всего и вся. «В конце такого заседания слово было предоставлено А. П. Ершову как профессиональному специалисту. В интеллигентной, но твёрдой форме он сумел всё поставить на место. Реабилитировал ряд заклеянных отечественных проектов и фамилий. Упомянул о встречающихся провокаторах общественного беспокойства. Тактично отметил о неосведомлённости выступавших» [59].

Достижения СО АН СССР в области программирования связаны с «троицей» Ершов – Кожухин – Поттосин.

Г. И. Кожухин в 1950 году поступает в Томский политехнический институт, оканчивает его с отличием в 1955 году по специальности «механика», в течение 1955–1957 гг. работает в в/ч 01168 под Москвой,

а в 1958 году становится первым сотрудником ВЦ СО АН СССР в составе Института математики. С 1963 года – ведущий конструктор ВЦ и впоследствии заведует отделом системного программирования.

Первая его научная работа в области информатики состояла в построении «самообучающейся» программы, которая находила способ решения полного квадратного уравнения. Обучающей последовательностью явилась серия конкретных уравнений нарастающей степени общности. Работа была доложена в 1959 году на Всесоюзной конференции в МГУ по вычислительной математике.

В 1960 году Г. И. Кожухин переводит на русский язык «Сообщение об алгоритмическом языке АЛГОЛ 60». В том же году он совместно с А. П. Ершовым и Ю. М. Волошиным готовит публикацию «Входной язык для систем программирования», известный впоследствии под названием «АЛЬФА-язык». С 1961 года Кожухин – ведущий разработчик АЛЬФА-транслятора.

Параллельно с этой работой Г. И. Кожухин занимался многовековой проблемой раскраски вершин графов, совместно с А. П. Ершовым получил верхние и нижние оценки хроматического числа связного графа и серию практических алгоритмов раскраски.

Г. И. Кожухин был одним из инициаторов разработки в ВЦ СО АН СССР машинно-ориентированных языков высокого уровня. При его участии были созданы язык экспериментального макроасемблера Сигма и система Эпсилон. Он один из авторов проекта первой в СССР универсальной системы коллективного пользования АИСТ-0. В 70-е годы он занимается программным обеспечением для БЭСМ-6 (транслятор АЛЬФА-6, система дистанционной пакетной обработки ДИСПАК и система программирования задач машинной графики ИРИС) и проектом БЕТА для ЕС ЭВМ.

Не менее яркой фигурой на небосводе отечественного программирования был И. В. Поттосин. Окончив школу с золотой медалью, И. В. Поттосин в 1950 году поступил на специальное отделение механико-математического (затем физического) факультета Томского государственного университета и в 1955 году окончил его по специальности «баллистика». С характеристикой, в которой была отметка о склонности



*Игорь Васильевич  
Поттосин (1933–2001)*



к исследовательской работе, Поттосин распределён в Москву инженером в в/ч 01168 [26].

Это была не рядовая воинская часть, а созданный 1 мая 1954 года ЦНИИ-27 – ВЦ-1 Министерства обороны СССР – первый советский вычислительный центр, предназначенный для решения особо важных задач оборонного характера на основе использования вычислительной техники. Первым его руководителем был назначен тридцатитрёхлетний инженер-подполковник Анатолий Иванович Китов, который в 1950 году с золотой медалью окончил Артиллерийскую академию имени Дзержинского, а в 1952–1953 гг. возглавлял отдел вычислительных машин в Академии артиллерийских наук МО СССР. В 1952 году он защитил кандидатскую диссертацию – первую в стране по программированию военных задач на ЭВМ. В июле 1953 года Китов был назначен начальником отдела вычислительных машин в Артиллерийской академии имени Дзержинского [62]. Он был одним из тех, кто настойчиво и реально способствовал реабилитации кибернетики.

Тогда ВЦ-1 размещался в Москве в здании Артиллерийской академии имени Дзержинского и включал три научных подразделения: отдел эксплуатации вычислительной машины «Стрела» (была установлена в 1956 году, на ней делались расчёты орбит всех искусственных спутников Земли и решались другие задачи); отдел эксплуатации ЭВМ «Интеграл» и отдел программирования.

Поскольку работы по профилю не было, Поттосину предложили временно заняться программированием для ЭВМ, чем он занимался до конца жизни. Немногим его современникам «повезло» с таким уникальным местом работы. В отделе программирования И. В. Поттосин рос как профессионал под руководством таких выдающихся учёных, как Л. А. Люстерник, А. А. Ляпунов, Н. А. Криницкий, И. П. Бусленко и др. [26].

А. И. Китов читал новым сотрудникам курс «Программирование для ЭВМ». Заведующий отделом Института точной механики и вычислительной техники член-корреспондент АН СССР Лазарь Аронович Люстерник читал курс вариационного исчисления, А. А. Ляпунов – некоторые вопросы теории множеств, доктор физико-математических наук, профессор Николай Андреевич Криницкий\* – теорию функций комплексного переменного. Одновременно шла работа над созданием программ для ЭВМ.

---

\* Китов А. И., Криницкий Н. А. Электронные цифровые машины и программирование. – М. : Физматгиз, 1959. Первый официальный учебник по программированию.

В сборнике трудов Министерства обороны под редакцией А. И. Китова появились первые публикации И. В. Поттосина, связанные с автоматизацией программирования. Вместе с Н. А. Криницким, Н. А. Бухтияровым и другими он участвовал в создании программирующих программ (трансляторов) для «Стрелы».

«Интерес к проблеме автоматизации программирования привёл И. В. Поттосина и его друга со школьной скамьи Г. И. Кожухина на семинар к А. П. Ершову в Вычислительный центр АН СССР. Случилось это, видимо, не без влияния А. А. Ляпунова. В 1957 году, когда было принято решение об организации Сибирского отделения Академии наук СССР, А. П. Ершов с благословения академика С. Л. Соболева занялся формированием коллектива отдела программирования Института математики с Вычислительным центром СО АН. Друзья, узнав об организации научного центра в родной Сибири, захотели там работать, обратились к С. Л. Соболеву. Отношение с просьбой о переводе И. В. Поттосина в Институт математики СО АН датировано 24 апреля 1958 года и составлено на имя начальника войсковой части 01168 генерал-майора Березина в канцелярии комплекса физико-математических институтов СО АН. Развитие науки в Сибири было объявлено государственным приоритетом. Руководители всех ведомств, в том числе и Министерства обороны, обязаны были направлять своих сотрудников в распоряжение СО АН по первому требованию» [26].

Так в июне 1958 года Поттосин стал младшим научным сотрудником Института математики в отделе программирования. К концу 1958 года было решено, что он переедет в Новосибирск и до приезда А. П. Ершова будет исполнять обязанности заведующего отделом. В 1959 году он заведующий группой подготовки задач, а в мае 1960 года возглавил лабораторию стандартных подпрограмм. Шла подготовка к пуску М-20, он обучал сотрудников института, много сил отдавал разработке СП, программировал задачи для институтов СО АН.

Со временем А. П. Ершов, Г. И. Кожухин и И. В. Поттосин составили интеллектуальное ядро отдела программирования ВЦ СО АН.

Поначалу Поттосин не участвовал в разработке  $\alpha$ -транслятора. Однако в начале 1961 года Ершов настоял на том, чтобы Поттосин подключился к проекту. В 1961–1965 гг. Игорь Васильевич стал одним из ведущих его разработчиков. Вслед за  $\alpha$ -транслятором в 1965 году была инициирована разработка экспериментального макроассемблера Сигма для собственных нужд системных программистов. Вне планов отдела И. В. Поттосин, М. М. Бежанова и Б. А. Загацкий создавали язык Эпсилон, близкий к машинному языку, с удобным синтаксисом. Программ-

ное обеспечение создаваемой системы АИСТ-0 размером в сотни тысяч команд было написано на Эпсилоне.

В 1969 году И. В. Поттосин подготовил диссертацию па соискание учёной степени кандидата физико-математических наук (научный руководитель А. П. Ершов, оппоненты – С. С. Лавров и Н. А. Криницкий), посвящённую методам оптимизации при программировании циклов и индексных выражений, реализованных в системе Альфа.

Интересной разработкой И. В. Поттосина и его учеников была архитектура рабочей станции «Кронос», ориентированной на языки высокого уровня Паскаль, Си, Модула-2 и предназначенной для создания бортовой вычислительной машины (БЦВМ). Эта разработка послужила основой для использования языка Модула-2, предложенного Н. Виртом, в создании программного обеспечения БЦВМ для спутников.

В сотрудничестве с Красноярским НПО прикладной механики (Красноярск-26) был запущен проект «Сократ» по разработке инструментальной системы поддержки программирования встроенных систем.

И. В. Поттосин обладал незаурядными организаторскими способностями. С начала своей деятельности он был руководителем научных подразделений ВЦ СО АН и КБ СП (Конструкторского бюро системного программирования), многое сделал для сохранения Сибирской школы программирования, инициировал исследования по истории программирования, руководил рабочей группой по языкам и системам программирования в комиссии по системному математическому обеспечению.

В 1990 году отдел программирования ВЦ СО АН перерос в Институт систем информатики (ИСИ СО РАН). Поттосин стал заместителем директора по научной работе, а в тяжёлые для отечественной науки годы принял на себя обязанности директора (1992–1998). В октябре 1992 года вышло постановление Президиума РАН с рекомендацией ликвидировать ряд институтов СО РАН и передать часть сотрудников в другие институты. В этот список попал и ИСИ СО РАН. К этому времени в штате института насчитывалось около 190 человек, из них 95 научных сотрудников, в том числе один член-корреспондент, 4 доктора и 22 кандидата наук. За два с половиной года существования института был выполнен немалый объём научно-исследовательских и экспериментальных работ. Соответственно учёный совет ИСИ высказал несогласие с таким решением. За сохранение ИСИ СО РАН высказались отечественные и зарубежные коллеги из московских институтов РАН, Красноярска-26, С. С. Лавров (Институт прикладной астрономии РАН, Ленинград), Технического университета Мюнхена, Института Блеза Паскаля в Париже, Королевского института технологий в Стокгольме и многих других. В конце ноября в институте работала комиссия, пришедшая к заключе-

нию об актуальности и высоком качестве научных исследований в ИСИ СО РАН. Институт был сохранён [60, 61].

Задачей Поттосина как директора Института было сохранение кадров. Сотрудники ИСИ, ощущающие свою ненужность, демонстрировали свой профессиональный и интеллектуальный уровень в многочисленных конкурсах и уезжали Кремниевую долину, искали не столь творческую, но более высокооплачиваемую работу внутри и за рубежом страны. Но в отличие от множества НИИ, где оставались только директор и главбух, в ИСИ продолжался поиск перспективных направлений работы института – системное и прикладное программное обеспечение вычислительных машин, систем, сетей и комплексов, методы и системы искусственного интеллекта и др.

И. В. Поттосин, как и его старшие коллеги, не забывал о воспитании научной смены. После долгой борьбы в 1993 году была создана кафедра программирования мехмата НГУ, где многие годы он читал курс программирования и вёл спецкурс по методам трансляции.

Как признание заслуг в 1985 году И. В. Поттосину была присуждена Премия Совета Министров СССР по науке и технике за «Создание и внедрение прогрессивной технологии автоматизированного проектирования программ для специализированных, встраиваемых мини- и микроЭВМ и обеспечивающего её комплекса настраиваемых инструментальных средств на базе универсальных ЭВМ».

Ученики И. В. Поттосина вспоминают [61]: «Игоря Васильевича любили и уважали не только за научные заслуги, но и потому, что видели в нём лучшие черты настоящего русского интеллигента. Он был человеком завидной эрудиции, полиглотом, глубоко знал отечественную и мировую литературу. Человек поразительной деликатности, он искренне переживал, если ему приходилось сказать что-то непохвальное другому человеку».

Логическим венцом первого этапа сформировавшейся Сибирской школы программирования было проведение в Киеве (1968) и Академгородке (1970) Всесоюзных конференций по программированию, каждая из которых собрала более 1000 официальных участников из самых разных городов страны. Количество и качество докладов учеников А. П. Ершова свидетельствовало о мировом уровне нового Центра информатики (этот термин был введён Ершовым в обиход несколько позже).

На первой Всесоюзной конференции (ВКП-1) в Киеве в ноябре 1968 года присутствовало 23 делегата от ВЦ СО АН. И. В. Поттосин сделал пленарный доклад «Операционные системы», обобщающий требования к компонентам операционных систем и их взаимодействию, ор-

ганизации информации, получаемой от абонентов, и организации потока задач. Этот анализ «молодой учёный из СО АН СССР» сделал опираясь на свой опыт участника проекта АИСТ-0. Второй доклад на секции «Теория и общие вопросы программирования» был посвящён языку Эпсилон [26].

#### 10.14. Вторая Всесоюзная конференция по программированию

Конференция ВКП-2 (1970) свидетельствовала о признании Новосибирской школы программирования в качестве одной из авторитетнейших в стране и за рубежом. Авторы не задавались целью выяснить полный список иностранных участников, хотя по архивам приглашавшего их А. П. Ершова это можно уточнить (в те годы безвизовый режим отсутствовал). Сегодня можно посчитать число докладчиков, но трудно оценить число приглашённых и тем более приехавших без приглашения из Томска, Бийска, Кемерово и других городов Советского Союза.

Зал заседаний и фойе Дома учёных были заполнены.



*Хозяева и гости ВКП-2:*

*А. В. Гладкий, А. Я. Диковский – Теория формальных грамматик и языков; А. П. Ершов – Программирование за рубежом; Ю. М. Баяковский, В. С. Штаркман – Машинная графика; М. Г. Гонца, М. Н. Маричук – Параметрически управляемый синтаксический контроль и анализ языков программирования*

Молодёжь с восторгом встречала С. С. Лаврова, прославившегося своим транслятором ТА-1, и патриарха советского программирования М. Р. Шура-Буру. С любопытством участники взирали на уже знаменитого Дж. Маккарти, который в конце 1968 года в Новосибирске прочёл серию лекций, посвящённых языку Лисп. Сотрудники ВЦ СО АН Л. В. Городня, Т. С. Янчук и Л. В. Черноброд осуществили экспериментальную реализацию русифицированного интерпретатора полного Лисп 1.5. При очередном визите в Новосибирск Джон Маккарти собственноручно написал тест на функциональную полноту Лисп. Система выдержала эту проверку.



*В кулуарах ВКП-2:*

*математики-вычислители – выпускники мехмата Томского государственного университета 1959–1962 гг. Пенза – Бийск – Новосибирск – Кемерово – Томск*

Любопытен и показателен список докладов ВКП-2.

В списке докладов иностранных участников:

- 1) Ф. Л. Бауэр (ФРГ). Языки программирования с образовательной и профессиональной точек зрения;
- 2) А. ван Вейнгаарден (Нидерланды). На границе между естественным и искусственным языками;
- 3) П. З. Ингерман (Швеция). Таксономия для программирования;
- 4) Дж. Кок (США). Глобальная экономия команд;
- 5) Дж. Кок (США). Глобальная экономия совпадающих выражений;
- 6) Дж. Маккарти (США). Текущее состояние математической теории вычислений;
- 7) Луи Нолэн (Франция). АТФ – разумный язык программирования.

Некоторые доклады отечественных учёных:

- 1) Глушков В. М. Автоматизированные системы управления;
- 2) Лавров С. С. и др. Эвристическое программирование;

3) Камынин С. С., Любимский Э. З., Ушкова В. Л. Универсальная схема программирования;

4) Тинн К. А., Тыугу Э. Х., Унт М. И. Система модульного программирования для ЦВМ Минск-22;

5) Иванников В. П., Канатникова З. А. Операционная система НД-69 для БЭСМ-6;

6) Курочкин В. М. и др. Система БЭСМ-АЛГОЛ;

7) Жоголев Е. А., Кабанов М. И. Принципы построения операционной системы УНИОС-68;

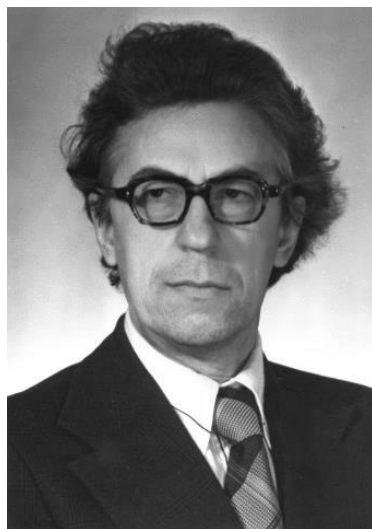
8) Даугавет О. К. и др. Транслятор с языка моделирования СИМУЛА на АЛГОЛ-60.



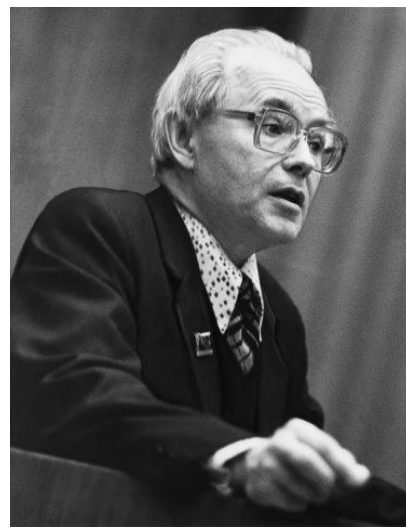
*Евгений Андреевич  
Жоголев (1930–2003)*



*Дж. Кок*



*С. С. Лавров*



*А. П. Ершов*



*В. М. Глушков*



*М. Р. Шура-Бура*



*Г. И. Марчук*

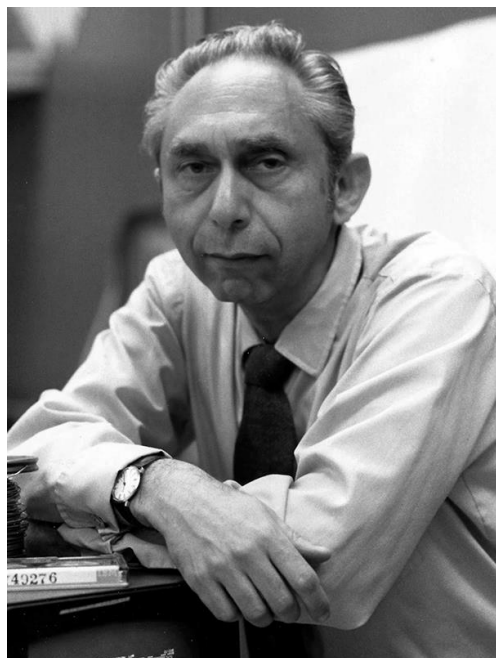
Среди других доклады учеников Камынина, Любимского, Шура-Буры об операционной системе ИПМ АН СССР для БЭСМ-6; о математическом обеспечении системы машин измерительно-вычислительного

комплекса ОИЯИ-Дубна; о мониторной системе Дубна для ЭВМ БЭСМ-6; о системе автоматизации программирования задач обработки данных для ЭВМ Минск-22; о программном обеспечении для ЭВМ Минск-22 и Минск-32, БЭСМ-4, М-220 и БЭСМ-6; об исследованиях характеристик системы с разделением времени посредством имитационной модели и многие другие.

Приведённый здесь список характеризует обширную тематику работ отечественных школ программирования.

### 10.15. Суперязык PL/1

Язык программирования PL/1 (*Programming Language One*, ПЛ/1) был разработан в 1964 году как часть создаваемой системы IBM System-360, способной заменить предыдущие модели и с равным успехом использоваться для научных, инженерных и бизнес-ориентированных задач. Соответственно ПЛ/1 должен был стать глобальным языком, сочетающим возлюбленные американцами Фортран и Кобол с новорождённым европейским Алголом 60. Язык создавался под руководством Д. Рэдина специалистами IBM, ведущими программистами фирм Lockheed, Standard Oil и др.



*Джордж Рэдин (1931–2013)*

В отличие от Алгола 68, который глубоко и долго прорабатывался теоретически, ПЛ/1 создавался в спешке и был логически рыхлым, представляя собой механическую смесь идей из многих языков. Критики сравнивали его с перочинным ножом в сто лезвий. Несмотря на теоретическое несовершенство, язык ПЛ/1 сыграл важную роль в практике программирования для машин класса IBM-360/370. В СССР в эпоху АСУ (1970–1990) он был основным языком программирования экономических и научно-технических задач на ЕС ЭВМ, БЭСМ-6 и Эльбрусе, а также для обучения программистов [2].

Для объявления переменных (скалярных, массивов и структур) используется ключевое слово DECLARE с последующим списком атрибутов, например

```
DECLARE A1 DECIMAL FIXED(8,3), A2 DECIMAL FLOAT(9),  
A3 CHARACTER(9),  
A4(25) DECIMAL FIXED(8,3);
```



(A1 – десятичное 8-позиционное число с 3 знаками после десятичной точки, A2 – десятичное число с плавающей запятой и 9-символьной мантиссой, A3 – 9-символьная строка, A4 – одномерный массив с 25 элементами). Допустимо отсутствие атрибутов объявляемой переменной (по умолчанию именам, начинающимся с I, J, K, L, M, N, сопоставляется `BINARY FIXED(15)`, а остальным – `DECIMAL FLOAT(6)`).

Предлагается любопытный для вывода на печать подобный фортрановому `FORMAT` шаблон `PICTURE` `строка`, где небольшой набор символов определяет фиксацию на соответствующей позиции буквы, цифры, пробела и т. п.

Для создания систем управления базами данных (СУБД) исключительно интересны предложенные структуры (заимствовано из Кобола). В отличие от массивов с однотипными элементами, структура в ПЛ/1 содержит элементы разного типа и разного уровня и даже может содержать другие структуры. Например,

```
DECLARE 1 ANKETA,  
        2 FIO,  
        3 FAM CHARACTER(18),  
        3 IMJA CHARACTER(12),  
        3 OTCH CHARACTER(20),  
        2 PASPORT,  
        3 SER CHARACTER(4),  
        3 NOM CHARACTER(4),  
        2 ROZHD,  
        3 DATA,  
        4 DEN DEC FIXED(2),  
        4 MES DEC FIXED(2),  
        4 GOD DEC FIXED(4),  
        3 MESTO CHARACTER(20),  
        2 SPEC CHARACTER(14);
```

Доступ к элементам структуры определяется составным именем, например `ANKETA.ROZHD.DATA.GOD`.

Для хранения порций данных (записей) объявляются файлы на внешних носителях (перфокартах, перфоленте, магнитной ленте, магнитных дисках)

```
DECLARE <имя файла> FILE <список атрибутов>;
```

(без объявления используются файлы `SISIN` для последовательного ввода с перфокарт и `SISPRINT` для вывода на АЦПУ). В зависимости от носителя допускаются файлы последовательного (`STREAM`) или прямого (`RECORD`) доступа, по назначению атрибут `INPUN` для ввода,

OUTPUT для вывода, UPDATE для любой цели. Открытие и закрытие файла выполняются операторами OPEN и CLOSE <имя файла>; соответственно. Разумеется, отсутствует возможность одновременной работы нескольких пользователей с одним открытым файлом. Для ввода-вывода очередной записи используются операторы GET EDIT; и PUT EDIT; с указанием формата данных.

Подобно Алголу допускаются составные операторы в операторных скобках DO ... END;.

Наряду с традиционным циклом, подобным DO K = 1 TO 13 BY 2; <операторы > END; предлагается цикл с предусловием DO <WHILE <условие; <операторы > END;.

Используются непереносимые IF ... THEN ... ELSE; (условный оператор) и GOTO <метка>; (оператор безусловного перехода). Появился оператор-предупреждение о действиях при чрезвычайной ситуации, например ON ENDFILE (SYSIN) GOTO <метка>;.

Перечисленные возможности языка составляют ничтожную часть его полной версии, где допустимы рекурсия, поддержка мультизадачности, асинхронного ввода-вывода, сложных методов доступа для ввода-вывода, необозримое количество атрибутов. Как утверждают авторы [64], документация для рассматриваемого подмножества языка превышала 20 тысяч страниц. Компиляторы для различных подмножеств ПЛ/1 и операционных систем часто дают непереносимые программы. Неоптимальность скомпилированного кода негативно сказывалась при математических расчётах.

ПЛ/1 был недостижимым ориентиром для разработчиков СУБД, которые постепенно перешли на более простые специализированные языки. Несмотря на его популярность среди пользователей, знакомых с языками Фортран и Алгол и способных выделить разумно полезное для них подмножество ПЛ/1, он не выдержал конкуренцию с молодым языком Pascal (Паскаль).

### 10.16. Никлаус Вирт и язык Pascal

Имя этого швейцарского учёного, известного теоретика в области разработки языков программирования мы уже неоднократно упоминали выше. В 1960 году он окончил Швейцарский технологический институт (ETH) в Цюрихе, затем университет Лавалья (Квебек) по специальности «электроника», приглашён в Калифорнийский университет в Беркли, где в 1963 году защитил диссертацию, темой которой стало расширение Алгола средствами Лисп – язык программирования ЭЙЛЕР.

В том же году он был приглашён в Комитет IFIP по стандартизации Алгола, разрабатывающий будущий Алгол 68, где вместе с Хоаром отстаивал разработку более умеренной модификации Алгола, но не нашёл поддержки. Параллельно Н. Вирт, работая в Стэнфорде, вместе с Д. Уэльсом создаёт язык PL/360.

В 1967 году вернулся в Цюрих, получил звание профессора компьютерных наук и в 1968–1970 гг. создал язык программирования Pascal (Паскаль), сочетающий возможность эффективного решения разумного многообразия задач и обучения программированию на современных ЭВМ. Позднее в 1984 году Вирт говорил: «По сегодняшним меркам Паскаль обладал явными недостатками при программировании больших систем, но 15 лет назад он представлял собой разумный компромисс между тем, что было желательно, и тем, что было эффективно».

Именно Паскаль превратил Вирта из учёного, авторитетного в мире теоретиков программирования, в человека, известного десяткам тысяч пользователей ЭВМ.

В 1975 году Вирт создал язык Modula как «средство промышленного системного программирования, позволяющее писать надёжные, понятные, удобные в сопровождении программы», а в 1988 году – язык Oberon для реализации программного обеспечения проектируемой рабочей станции, основой которого стала Modula 2. В 1992 году Вирт и Мёсенбек выпустили сообщение о расширенной версии Oberon – нового языка Oberon 2.

Любопытный факт. В 1975 году Министерство обороны США, обеспокоенное языковой несовместимостью программных продуктов, решило создать стандартный язык для программирования сложных и ответственных военных приложений. Н. Вирт участвовал в конкурсе на разработку нового языка, но повторилась история с Алголом 68. В 1979 году победитель конкурса Жан Избиа (Франция) приступил к созданию компилятора для этого языка с именем Ада (в честь Ады Лавлейс). Его стандарт с 1986 года стал обязательным для всех военных разработок США и НАТО.

Не останавливаясь на других разработках последующих лет, заметим, что в 2007 году Вирту была присуждена учёная степень почётного



*Никлаус Вирт (род. в 1934)*

доктора РАН по представлению российского учёного, профессора Лондонского университета Метрополитен И. Шагаева, работавшего с Н. Виртом в 2005–2008 гг. над европейским проектом ONBASS.

Чем отличается Паскаль от своих предшественников? Достаточно взглянуть на приведённую ниже упрощённую программу поиска максимума функции в интервале с заданной точностью и увидеть абсолютную близость Паскаля к Алголу (вплоть до обозначения оператора присваивания (:=), структуру программы и циклов, догадаться об организации ввода-вывода и пр.

```
Program Maximum;
  Var A,B,At,Bt,E,H,X,Ft,Xmax,YMax: Real;
  Function F(X: Real): Real;
  begin
    If X=0 then F:=1 else F:=Sin(X)/X*Ln(1+X)
  end;
BEGIN
  ClrScr; {очистка экрана}
  Repeat
    Write('Границы (-1<A<B) A ='); ReadLn(A);
    Write(' B ='); ReadLn(B);
    If (A<=-1) then WriteLn('A=',A:8:3,'<=-1'
      'недопустимо')
  Until (A<B) and not (A<=-1);
  Write('Точность поиска ='); ReadLn(E);
  Ymax:=-1E20; H:=(B-A)/10; At:=A; Bt:=B;
  While H > E do
  begin
    X:=At;
    While X<Bt+H/2 do
    begin
      Ft:=F(X);
      If Ft>Ymax then begin Ymax:=Ft; Xmax:=X
        end;
      X:=X+H
    end;
    If Xmax=At then Bt:=At+H else if Xmax=Bt
      then At:=Bt-H
      else
        begin At:=Xmax-H; Bt:=Xmax+H end;
    H:=H/10
  end;
```

```

WriteLn('Максимум при X=' , Xmax,
        ' равен' , Ymax) ;
ReadLn
END.

```

В публикации [66] о стандартном Паскале определяется понятие блока как конструкции, состоящей из последовательности разделов описаний меток, констант, типов, переменных, процедур и функций, операторов (все разделы, кроме последнего, могут отсутствовать).

Процедуры/функции состоят из заголовка Procedure/Function имя (список формальных параметров;) и нескольких блоков.

Сохранены традиционные типы данных (увы, по соображениям оптимизации компилятора не допускаются массивы переменной длины), расширены возможности конструирования типов, предложены типы множество (Set) и запись (Record). Например, Record  
year 1990...2017, mon 1...12, day 1...31  
end;

Сохранён оператор безусловного перехода GoTo, но метки только числовые и должны быть описаны как Label. Допустима рекурсия.

В списке арифметических операций исчезло возведение в степень, но появились операции целочисленного деления – mod (остаток от деления, приведение по модулю) и div (целая часть).

Ставшая уже классикой конструкция цикла с параметром, подобная For A=B to C [step N] <тело цикла>, упрощена требованием целочисленности A, B, C. При A < B For A=B to C по умолчанию N=1, при A > B For A= B down to C по умолчанию N=-1. Не претерпел изменений цикл с предусловием While и появился цикл с постусловием Repeat <тело цикла> until <условие> (выход при истинности условия).

Вирт сознательно пошёл на заведомое ограничение возможностей языка в отношении общения с человеком (ввод-вывод и системно зависимые средства). В основу принято понятие текстового файла типа Input/Output, к которому применяются операторы Read/Write (для завершения общения ReadLn/WriteLn). Так для большинства ЭВМ той поры общение выполнялось через чтение с перфокарт и вывод на АЦПУ. Соответственно Write означало запись в файл, а WriteLn – вывод на печать и перевод с переводом строки АЦПУ. При общении с другими устройствами необходимо описать тип <тип>=file of код; описать переменную-шифр с этим типом, в дальнейшем открыть

файл с этим шифром и последующие Read/Write сопровождать ссылкой на шифр.

Созданный в 70-е годы Паскаль [2] «пережил второе рождение в 1984 году благодаря Ф. Кану, перенёсшему его в безбрежный мир персональных компьютеров».



*Филипп Кан  
(род. в 1952)*

Уроженец Парижа (его мать была выжившей в Освенциме скрипачкой и лейтенантом французского Сопротивления), учился в Высшей технической школе Цюриха, получил степень магистра в области математики, получил степень магистра в области музыковедения и классической игры на флейте в Цюрихской консерватории. Познав в Цюрихе теорию языков программирования, разработал скоростной оптимизирующий компилятор Turbo Pascal.

Решив заработать на поприще программирования, Кан сел на пароход и поехал искать счастья в Америку. Там в Калифорнии он основал фирму Borland International, создал рекламу продажи по почте своего компилятора (по цене в десять раз меньшей, чем у конкурентов) и превратил фирму во всемирно известного поставщика программного обеспечения [2, 69].

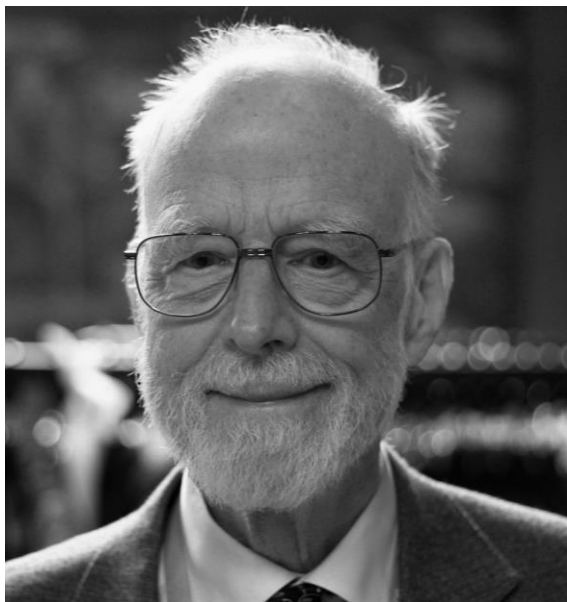
Дальнейшее совершенствование Borland Pascal на основе пришедшего из Simula понятия «объекта» и концепции объектного программирования из Modula 2 привело к появлению на рынке IBM PC с новой визуальной средой программирования Delphi, получившей исключительную популярность среди прикладных программистов [2].

### **10.17. Э. Дейкстра и структурное программирование**

В 1970-х годах Н. Вирт предложил вместе с Т. Хоаром и Э. Дейкстрой новую методологию программирования – структурное программирование – разработку программного обеспечения, предполагающую представление программы в виде иерархической структуры блоков и использование технологии создания программ «сверху вниз».

Однако в первую очередь методологию структурного программирования связывают с именем Э. Дейкстры. Всё началось с публикации его статьи «Структурное программирование» (1969). В ней он предложил [70] ограничить логику управления программы всего тремя формами: следованием (sequence), ветвлением (selection) и циклом (iteration). Из этого вытекало, что в языках Алгол и ПЛ/1 оператор

безусловного перехода (GoTo) был попросту не нужен. Вирт не рискнул изъять его из Паскаля, но во всём мире последовало обсуждение на тему «о вреде оператора GoTo». Но главное было в другом: методология структурного программирования задавала нисходящий принцип разработки (пошаговая декомпозиция), предусматривала структурирование логики и данных, за счёт простоты и математической основы повышала надёжность создаваемых программ.



*Эдсгер Вибе Дейкстра  
(1930–2002)*



*Чарльз Энтони Ричард Хоар  
(род. в 1934)*

Э. Дейкстра был весьма популярен в мире программирования. Родился в Роттердаме, по окончании школы поступил на факультет теоретической физики Лейденского университета. Увлёкшись экзотикой программирования, в 1951 году поступил на трёхнедельные компьютерные курсы в Кембридже, с 1952 года работал программистом в Математическом центре Амстердама под руководством А. ван Вейнгаардена. Решив окончательно специализироваться на программировании, тем не менее закончил курс теоретической физики (1952).

Занимаясь прозаической задачей разводки соединений на печатной плате, он в 1959 году разработал алгоритм поиска кратчайшего пути в ориентированном графе, рёбрам которого сопоставлен некоторый вес. Созданный алгоритм получил всемирную известность как «алгоритм Дейкстры».

В 1958–1960 гг. принимал участие в разработке Алгола 60. Работая над созданием компилятора языка, в соревновании с командой П. Наура поклялся не бриться до завершения проекта и победил, написав компилятор за шесть недель (!) [70].

В 1965 году Э. Дейкстра, участвуя в создании операционной системы, ввёл в практику понятие «семафора» – средства разделения доступа к критическим ресурсам параллельно работающих процессов. Именно здесь была осознана необходимость в структуризации процесса программирования и самих программ.

Автор великолепной статьи о творчестве Дейкстры [70] пишет, что «рассказ о нём будет не полон без упоминания о ещё одной стороне творчества великого программиста – его афоризмах, ставших поистине «народным» программистским фольклором. Некоторые из них весьма резки, например: «Студентов, ранее изучавших Бейсик, практически невозможно обучить хорошему программированию. Как потенциальные программисты они подверглись необратимой умственной деградации». Другие более сдержанны: «Средства не виноваты в том, что их безграмотно используют» или «Если отладка – процесс удаления ошибок, то программирование должно быть процессом их внесения». Сами афоризмы – отнюдь не тщеславное желание их автора прослыть остроумным человеком. Они – концентрированное выражение опыта, интуиции и тонкого аналитического мастерства Эдсгера Вибе Дейкстры – смиренного гения программирования».

### 10.18. Объектно-ориентированное программирование

Алгол, Фортран, ПЛ/1 и большинство упомянутых выше языков являются процедурно-ориентированными языками программирования.

В 1964 году в Норвегии для записи алгоритмов моделирования динамических процессов под руководством Кристена Нюгора и Оле-Йохана Дала как специализированное развитие Алгола 60 был создан язык программирования Simula, где появляется понятие объекта. В версии [2] Simula 67, вышедшей в компьютерный мир, это понятие приобретает универсальный характер. Методология объектно-ориентированного программирования (ООП) выступает как способ организации кода программы, основой которой служат объекты и классы в их взаимодействии.

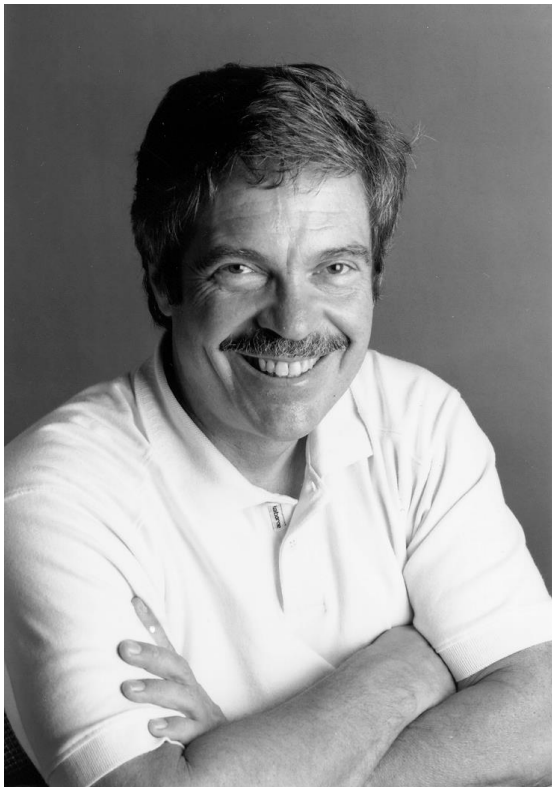


*Кристен Нюгор (1926–2002)  
и Оле-Йохан Дал (1931–2002)  
(вручение медали Тьюринга)*



Класс – это структура данных, которую может формировать сам программист. Класс состоит из полей (аналог переменных) и методов (аналог подпрограмм-функций). Объект – это конкретный экземпляр класса. По аналогии класса со структурой данных, объект – это конкретная структура данных, где полям присвоены какие-то значения. В аналогичной интерпретации класс – это шаблон, а экземпляр – его конкретная реализация. Объекты взаимодействуют, посылая и получая сообщения-запросы на выполнение действия, дополненные набором аргументов, которые могут понадобиться при его выполнении.

Одним из преимуществ ООП является возможность единообразной обработки объектов с различной реализацией при общем интерфейсе. Идея объектно-ориентированного программирования не скоро «овладела массами», программисты 60-х оказались не готовы воспринять ценности языка Simula 67.



*Алан Кёртис Кэй (род. в 1940)*



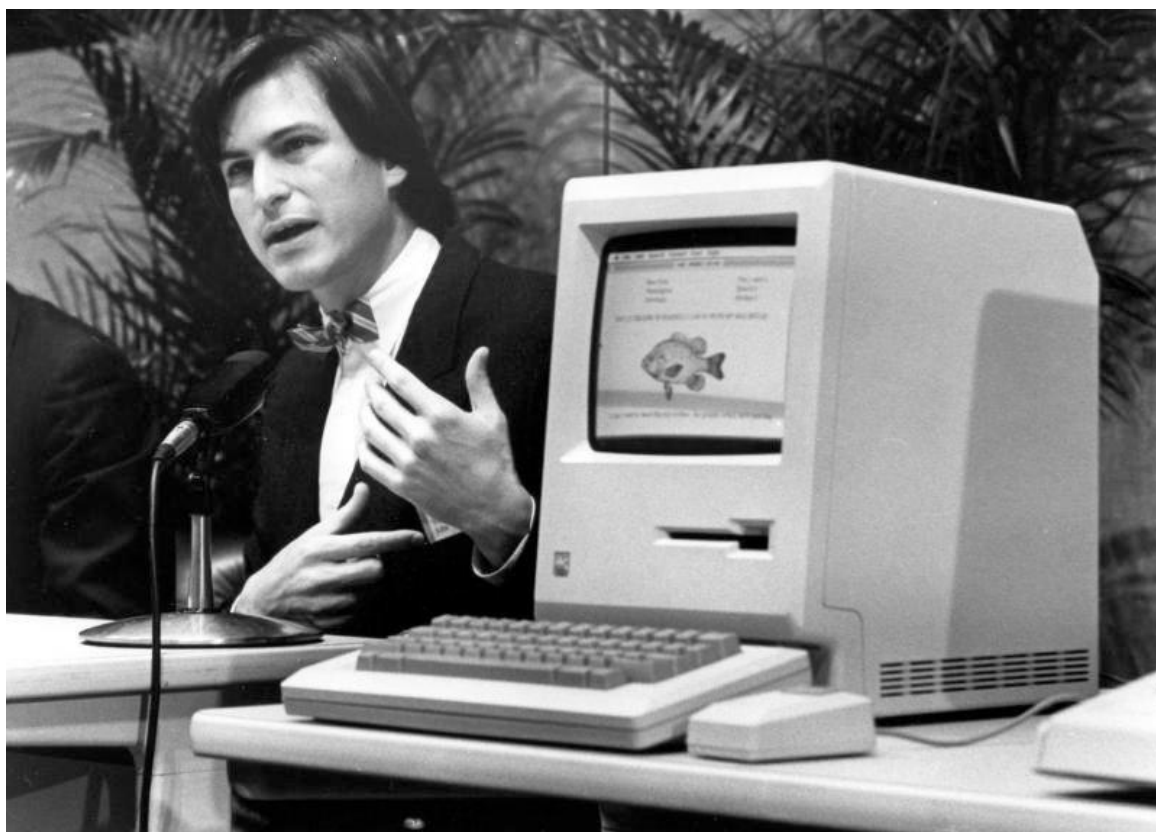
*Xerox Alto (1973)*

В 1973 году американский учёный в области теории вычислительных систем А. Кэй из научно-исследовательского центра Palo Alto Research Center (PARC) фирмы Xerox, известной в мире своей копировальной техникой (ксероксами), один из пионеров объектно-ориентированного программирования, замыслил компьютер Dynabook, минимальный по размерам с цветным графическим дисплеем, способный подключаться к любым библиотекам мира и к тому же дешёвый (мечта, воплощённая сегодня в персональных компьютерах). При разра-

ботке более скромного компьютера Alto (первого в мире компьютера [2], использующего подобие «рабочего стола с окнами» и графический пользовательский интерфейс), А. Кэй предложил систему Smalltalk, развивающую принципы Simula 67.

Заметим, что он был не первым среди создающих мечтателей о «дружественном пользовательском интерфейсе». Ещё в 1964 году Дуглас Энгельбарт из Стенфорда реализовал связь между пультом управления и удалённым компьютером, управляя выбором файлов и корректурой текстов с помощью подвижной коробочки с двумя кнопками – мышкой.

Совершенствуя Alto и Smalltalk до 1980 года, А. Кэй разработал серийный компьютер Star-810 для офисов, но дороговизна не принесла фирме финансового успеха и [2] «проект стал бы историческим курьёзом, если бы не его второе рождение в фирме Apple».



*Стивен Пол Джобс (1955–2011)*

*24 января 1984 года с первым компьютером Macintosh*

Группа ведущих инженеров во главе со Стивеном Джобсом, по приглашению с PARC в 1983 году, ознакомившись с Alto и Star, в восторге от увиденного переманила более половины ведущих инженеров PARC и поручила им создать на их основе ЭВМ под именем Lisa. Затратив 50 млн долл. на ЭВМ и 100 млн на программное обеспечение, получили компьютер с ОЗУ ёмкостью 1 Мбайт, ПЗУ на 2 Мбайт и 5-мегабайтным

винчестером. Пожертвовав цветным монитором, получили сравнительно дешёвый Apple Macintosh с прекрасным интерфейсом и оригинальной операционной системой MacOS, где все манипуляции выполнялись посредством мыши.

### 10.19. С – язык для профессионалов

Разработка трансляторов для языков первых поколений выполнялась большими коллективами, ориентировалась на программирование непосредственно в кодах конкретной ЭВМ. Расширение многообразия языков и операционных систем предопределило проблему создания языков системного программирования. Естественно, эти языки создавались в коллективах, имевших острую потребность и хороший опыт разработки больших программных проектов.

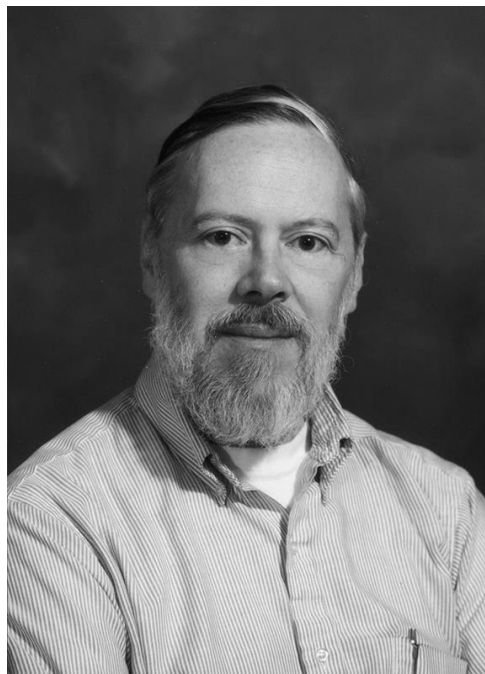
Массового программиста-практика интересовала не процедура рождения транслятора, а его эффективность (минимум времени трансляции при качественной итоговой программе). Поэтому известность системных языков и их создателей не сопоставима с известностью авторов Алгола или Паскаля.

Не вдаваясь в технические подробности, выше мы лишь упоминали Эпсилон, Сигма, Модула и немногие другие языки. Идеи объектно-ориентированного программирования, воплощённые в Smalltalk, постепенно стали популярны среди системных программистов. Вместо традиционного написания ядра операционной системы UNIX на ассемблере разработчики предпочли придумать язык высокого уровня. Так родился С (Си) – язык для профессионалов.

Автор этого языка Д. Ритчи (1993) в присутствии Вирта утверждал: «Паскаль очень близок языку Си. Эти языки больше расходятся в деталях, но в основе своей одинаковы.

Если вы взглянете на используемые типы данных, а также на операции над типами, то обнаружите очень большую степень совпадения...

И это несмотря на то, что намерения Вирта при создании Паскаля весьма отличались от наших в языке Си. Он создавал язык для обучения, а потому преследовал дидактические цели.



*Деннис Ритчи (1941–2011)*

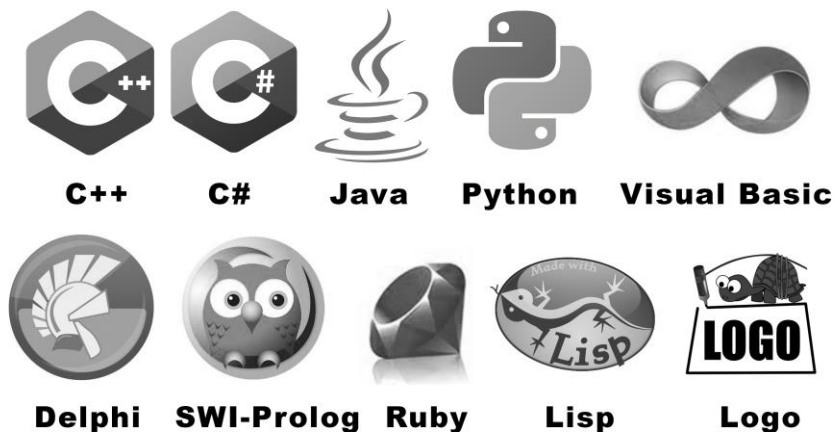
И, как я заметил это по Паскалю и по его более поздним языкам, Вирт был во власти своего стремления ограничить выразительные средства как можно сильнее...»

Бесспорно, Си приобрёл популярность как язык системного программирования, но в практическом программировании даже визуальное сопоставление программ на лаконичном Паскале и Си будет не в пользу последнего.

Крёстный отец Паскаля Ч. Э. Хоар, идеи которого повлияли на Вирта, утверждал: «Почти всё в программном обеспечении может быть реализовано, продано и даже использовано, если проявить достаточную настойчивость...»

Но существует качество, которое нельзя купить таким образом, – это надёжность. Цена надёжности – это погоня за крайней простотой. Это цена, которую очень богатому труднее всего заплатить».

Объектно-ориентированными потомками Си общего назначения были Си++ (1979–1997), Java (эмблема языка – чашка с дымящимся кофе «Ява», 1996) и Си# (Си-шарп, # – знак диеза в музыке, 1998–2001).



*Эмблемы некоторых языков программирования*

## Глава 11. ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Сегодня операционные системы представляют неперемнную часть программного обеспечения компьютера. Это совокупность программ, обеспечивающая организацию и функционирование вычислительного процесса. Рядовому пользователю не надо знать физическое устройство компьютера и его систему команд, распределять память на магнитном диске, собирать файлы в группы (папки) и распаковывать их, искать «помощь» в 600-страничных справочных руководствах для «чайников» и т. д. Почти всё это достижимо с помощью «мышки» – кнопочных технологий. Даже ребёнок знает, как включить или выключить персональный компьютер, щёлкнуть кнопкой мыши по знакомой «иконке» и приступить к игре или рисованию на экране.

Во времена первых ЭВМ программист быстрыми шагами входил в машинный зал «Стрелы» или М-20, устанавливал колоду перфокарт на устройство чтения, нажимал клавишу ввода на пульте управления, после чего содержимое перфокарт переносилось в ОЗУ с ячейки 0001. На этом этапе мог возникнуть «авост» с сигналом о «нехватке маркера» или отсутствии контрольной суммы (решение окончательное и бесповоротное – покидай зал или быстренько, вооружившись бритвочкой, разрежь маркер на карте). При благополучном вводе опытный программист, идеально знающий свою программу, мог угадать по смене сигнальной информации причину её завершения (текущая команда и содержимое её адресов) и ожидать сигнала «останов» или «авост» с указанием места и причины «переполнение», «деление на нуль» или «корень из отрицательного числа». По исчерпанию заявленного времени программист покидал машинный зал, в лучшем случае выдав содержимое массива ячеек на перфокарты («распечатаете – по коридору направо») или на печать при наличии таковой. Периферийные устройства того времени не отличались многообразием и новизной.

В такой обстановке программист должен быть виртуозом, мгновенно реагировать на прерывания. Это диктовалось тем, что машин было мало, число программистов постепенно росло и машинное время стоило дорого – час в ВЦ СО АН СССР на М-20 стоил 156 рублей (зарплата инженера – 98 рублей, а молодого преподавателя в университете – 105 рублей в месяц). Для выполнения солидного расчёта было выгоднее слетать в Москву и на ЭВМ заказчика (одного из подмосковных «почтовых ящиков») неделю получать все ночи в своё полное распоряжение.

Покинув машинный зал, рядовой программист приступал к следующему этапу отладки программы – поиску и устранению ошибок (даже пустяковых) и вступал в фазу очередного ожидания.

Немалое время обслуживающего персонала (знающих и соображающих инженеров) уходило на профилактику и устранение текущих неполадок – обнаружение подозрительного блока и замену электронных ламп. Постепенно в обиход вошли тестовые программы, позволяющие ускорить эту процедуру

Наступило время, когда программисты покинули машинный зал, писали краткие инструкции на бумаге и вместе с перфокартами передавали оператору ВЦ, который устанавливал приоритет в очереди заданий и фиксировал итоги согласно инструкции. Невнимательность оператора в сочетании с нечёткостью инструкций порождали взаимное недовольство. К тому же терялось время на утомительные перемещения оператора между устройствами ввода-вывода и пультом управления.

Второе поколение ЭВМ, дополнив систему команд режимом прерываний, знаменовалось появлением автооператоров (мониторов, супервизоров). Теперь колоде перфокарт (программа и её исходные данные) предшествуют карты управления заданиями, содержащие команды на языке управления заданиями JCL (*Job Control Language*). Физическое прерывание по авосту, останову и другим причинам подменяется передачей управления супервизору – программе, постоянно хранимой в защищённой области памяти и фиксирующей итоги запуска.

Выигрыш во времени был незначительным, поскольку приступить к выполнению очередного задания было невозможно до окончания предыдущего. На смену однопрограммному приходит режим мультипрограммирования. Здесь пакет заданий полностью загружается в память машины. В такой ситуации главный планировщик заданий сам устанавливает очередь задач. Супервизор операционной системы (ОС) организует управление задачами, выделяет им ресурсы, обеспечивает их защиту друг от друга и обработку прерываний. ОС содержит систему управления файлами, которая контролирует использование библиотек и массивов данных, задействованных в разных задачах.

В [2] усматривается аналогия между ОС и системой управления промышленным предприятием: аналог главного планировщика – плановый отдел, супервизор – диспетчерская служба, система управления файлами – складское хозяйство. Высшим достижением в разработке таких систем была OS IBM MVT (*Multiple programming with Variable number of Tasks* – мультипрограммирование с переменным числом задач). Эта и ей подобные ОС существенно сэкономили дорогое машинное время сильно загруженных ВЦ, но программист, создающий новый продукт и нуждающийся в многократном доступе к ЭВМ на этапе отладки, не получал ничего. Так в условиях учебной практики группы из 25 студентов её руководителю в машинном зале за 30–40 минут приходилось

ухитряться «пропускать через машину» программы студентов, между делом устраняя очевидные, непринципиальные ошибки. При отсутствии программиста в машинном зале эта процедура растягивалась на дни.

Решение проблемы было предложено в 1959 году Д. Маккарти (многократно упоминавшийся выше автор языка LISP) на основе принципа деления времени (time sharing). Пользователь общается с ЭВМ



*Кеннет Томпсон  
(род. в 1943)*

посредством терминала (телетайпа, дисплея), ему выделяется своя область памяти. Каждая из запущенных задач последовательно получает квант времени процессора, и у пользователя создаётся иллюзия индивидуального общения с ЭВМ, иллюзия наличия нескольких воображаемых (виртуальных) машин. Естественно, при отсутствии достаточно мощных машин того времени создание таких реальных ОС затянулось на годы. Так в США реализация операционной системы Unix растянулась до 70-х годов, когда её идеолог Кеннет

Томпсон (совместно с Д. Ричи, разработчиком Си) создал бесплатную открытую систему (поставлялась вместе с исходными текстами на Си), непрерывно совершенствующуюся до настоящего времени и пользующуюся популярностью в науке и образовании.

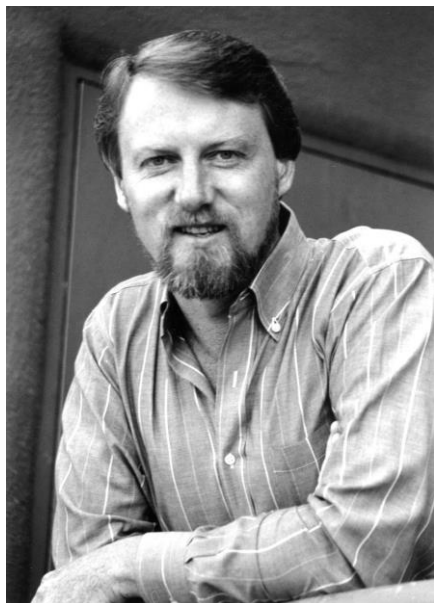


*Кеннет Томпсон и Деннис Ричи  
перенесли Unix на ЭВМ PDP-11 (1971–1973)*

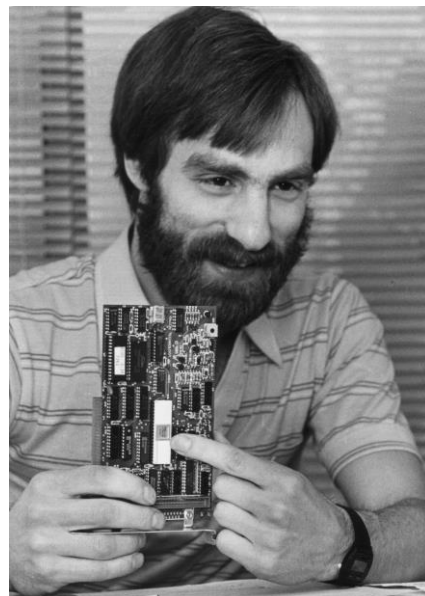
В нашей стране системы с разделением времени разрабатывались для БЭСМ-6, где экономия времени и удобство для пользователя стали приоритетами (о таких работах Л. Н. Королева, Э. З. Любимского и других можно судить по приведённому в п. 10.14 списку докладов ВКП-2).

С появлением в 80-е годы микропроцессоров и персональных компьютеров требования к ОС существенно изменились. Разделение времени утратило значимость. На первый план выходит удобство пользовательского интерфейса.

В 1976 году Г. Килдалл написал ОС CP/M (*Control Program for Microcomputers*). В 1980 году IBM, готовясь к выпуску IBM PC, обратилась к Б. Гейтсу из фирмы Microsoft (1975), уже известной своими приложениями – интерпретаторами языков Бейсика, Кобола и Фортрана. На вопрос об операционной системе Б. Гейтс советует обратиться к Г. Килдаллу. Тот не спешит, а энергичный Гейтс не упускает шанс, пообещав поставить IBM нужную ОС в кратчайшие сроки.



*Гэри Арлен Килдалл  
(1942–1994)*



*Тим Патерсон  
(род. в 1956)*

Два будущих мультимиллиардера Б. Гейтс и П. Аллен, школьные приятели и соучредители Microsoft, купили за 50 тыс. долларов у Т. Патерсона из фирмы Seattle Computer Products созданную им в 1980 году на основе CP/M для процессоров Intel 808x систему QDOS (*Quick and Dirty Operating System*), адаптировали и в 1981 году выпустили в мир знаменитую MS-DOS (*MicroSoft Disk Operating System*) для ПК. До 2000-х годов простая и надёжная, не требующая особой мощности множества появившихся самодеятельных ПК, MS-DOS в различных версиях, совместимых по наборам команд и базовых функций, сохраняла популярность у пользователей. Несмотря на все достоинства, MS-DOS при отсутствии



графического интерфейса на «птичьем языке» десятков её команд [2] даже для обыденных действий с файлами требовала набора в командной строке дисплея нескольких команд со своими параметрами. Во избежание этого были разработаны «командно-файловые оболочки», среди которых созданный легендарным П. Нортоном файловый менеджер Norton Commander.



*Уильям Генри Гейтс III  
(род. в 1955)*



*Пол Гарднер Аллен  
(род. в 1953)*



*Питер Нортон  
(род. в 1943)*



### *Двухоконный интерфейс Norton Commander*

Владелец компании Peter Norton Computing П. Нортон в 1980-х годах создал популярную программу для персональных компьютеров, позволяющую восстанавливать стёртые данные. В итоге последующих работ созданы Norton Commander (1986), Norton Utilities, Norton Disk Doctor, Norton Integrator, автоматизированные справочники по ассембле-

ру, Си, Паскалю и Бейсику. В нашей стране были изданы переводы практически всех опубликованных учебных пособий Нортон. Даже сегодня многие программисты предпочитают работать с файлами посредством наследника Norton Commander – оболочки Far Manager.

Как мы указывали выше, в те же годы стараниями С. Джобса родился Apple Macintosh с прекрасным интерфейсом и оригинальной операционной системой MacOS. Примечательно, что фирма Apple подавала в суд за использование деталей MacOS в создаваемой системе OS Windows.

Следует упомянуть OS/2, первые версии которой появились в 1987–1990 гг. Однако программисты не увидели стимулов для переделки своих программ под эту оболочку, хотя в 90-е годы она была достаточно популярна. На этом этапе закончилось сотрудничество IBM и Microsoft, увлечённым совершенствованием своей Windows 1.0. В 1995 году появилась Windows 95, уступающая OS/2 по производительности и надёжности, но очаровавшая массового пользователя исключительным по изяществу и удобству дизайном. За ней последовали Windows 98, Windows NT 3.1 (NT от *New Technology*) в версиях Workstation и Server – для рабочих станций и серверов, Windows 2000, Windows ME (*Millenium Edition*).



*Всем знакомая картинка*

25 октября 2001 года в результате 15-летнего опыта исследований на рынок поступила операционная система Windows XP (*eXPerience*), олицетворяющая симбиоз потребительской и корпоративной систем. На презентации Б. Гейтс называл её лучшей из операционных систем фирмы Microsoft [2]. Этому же мнению придерживаются многочисленные её поклонники и в наши дни. Windows XP была самой популярной в мире операционной системой (76 % рынка в 2007 году). Появление Windows 7, Windows 8, Windows 10 и отказ от поддержки корпорацией Microsoft с 2014 года уменьшили к 2017 году её долю, по оценкам разных агентств, от 2 до 9 %.

Последовательное обновление операционной системы Windows определялось не столько естественным стремлением к совершенству, имеющим плюсы и минусы для пользователей, но в большей степени коммерческим предприятием, вынуждающим пользователей персональных компьютеров к приобретению новых её версий.

## Глава 12. КОНЕЦ ВЕЛИКОЙ ЭПОХИ

### 12.1. Это было так

К середине 60-х годов выпуск ЭВМ второго поколения в СССР достиг некоторого успеха. Были в какой-то мере удовлетворены компьютерные запросы крупных промышленных предприятий, космонавтики и средств ПВО. Увы, аппаратная и программная несовместимость семейств ЭВМ (разная разрядность процессоров, разная система команд, 7 или 8-битовые «байты», несовместимость устройств ввода-вывода) требовала дублирования программного обеспечения, мешала производственным связям и не способствовала качественной подготовке кадров в вузах. В сравнении с США, численность программистов была ничтожно малой (порядка полутора тысяч на всю страну), мы пытались создавать операционные системы десятком программистов в противоположность 100–200 из Силиконовой (Кремниевой) долины (сегодня, в эпоху кнопочных технологий, не всякий молодой человек, перемещая мышку, осознаёт, что за ней следит программа – порождение теории распознавания образов и аппроксимации данных, кропотливый труд его дедов и бабушек). Та же проблема была и с кадрами электронщиков, способных создавать и грамотно эксплуатировать средства вычислительной техники. Была хорошая школьная математическая подготовка, необходимая для воспитания хотя бы логики мышления, были коллективы энтузиастов и романтиков, возглавляемые талантливыми учёными и организаторами. Увы, «энтузиазмом сыт не будешь», была проза окружающего мира, где в очереди за финансированием в стране, только оправившейся от войны, стояли задачи обеспечения населения хлебом и маслом, поддержки образования и культуры, реконструкции промышленности и совершенствования средств обороны. Кстати, мы отказались от военных баз в Порт-Артуре и Порткала-Удд, столетнего притязания на Карс и Эрзерум и в ответ получили американские базы по периметру всей границы.

Основу компьютерного парка промышленных предприятий составили ЭВМ «Минск-22» (734 машины) и пришедшая в 1968 году им на смену массовая ЭВМ «Минск-32» (2889 машин), удовлетворившая многочисленные запросы от статистических бюро до энергетики. Сохранялся спрос промышленности и технических вузов на «Урал-4» и «Урал-14».

Сложнее было удовлетворить заявки космонавтики, НИИ и вузов на семейство М-20 (было выпущено около 200 М-220), об определённом совершенстве которого свидетельствует тот факт, что в 1973 году массовый выпуск М-222 был прекращён, а в 1976 году по заказу Министер-

ства обороны он был возобновлён и продолжался малыми партиями до 1978 года (всего выпущен 551 экземпляр).

Разработкой ЭВМ, их элементов, внешних накопителей, устройств ввода-вывода полностью или частично занимались 26 НИИ и СКБ, выпуск средств вычислительной техники осуществляли более 30 заводов, в основном подчинённых Главному управлению вычислительной техники Министерства радиопромышленности (ГУВМ МРП) СССР [76].

Однако серьёзные заказчики ЭВМ видели отставание большинства отечественных разработок от зарубежных, очередным сигналом чего было появление в 1964 году системы IBM-360 с единой архитектурой и совместимой при различной производительности.

По мнению авторов работы [75], к этому времени при всей технической и программной несовместимости у нас была БЭСМ-6 – «лучший компьютер в мире как по производительности, так и по оптимальности конвейерной архитектуры, использованной Сеймом Креем, основным конкурентом Лебедева, на полтора года позже, в системе CDC-7600».

А. П. Ершов продвигал проект АИСТ (создание сети автоматизированных информационных станций), воплощённый в 1973 году как многомашинная система АС-6 с переменной структурой (свой процессор и две БЭСМ-6), работавшая в Центре управления полётами.

Идея создания семейства программно и конструктивно совместимых ЭВМ была высказана Б. Рамеевым на полтора года раньше публикаций об IBM-360 и реализована практически одновременно в семействе ЭВМ «Урал-11», «Урал-14» (200 машин), «Урал-16», в отличие от первых моделей семейства IBM-360, обеспечивающих возможность создания систем обработки информации, состоящих из нескольких одинаковых или разных машин, рассчитанных на работу в сетях и открытых для дальнейшего наращивания технических средств [77]. Более того, уже в 1968–1969 гг. был завершён проект старшей модели семейства, многопроцессорной ЭВМ «Урал-25», и начата проработка «Урал-21» на интегральных схемах.

В 1966 году появилось задание МРП о разработке аванпроекта по опытно-конструкторской разработке единой системы ЭВМ «Ряд», предписывающее в 1966–1967 гг. представить «комплекс типовых, высоконадёжных информационных вычислительных машин с диапазоном по производительности от 10 тыс. до 1 млн операций в секунду, построенных на единой структурной и микроэлектронной технологической базе и совместимых системах программирования для вычислительных центров и автоматизированных систем обработки информации» [76].

В качестве ориентира в конце 1966 года на заседании Госкомитета по науке и технике и Академии наук СССР было принято решение о ко-

пировании серии IBM-360 на отечественной элементной базе. Предстояло перенацелить НИИ и заводы на новую продукцию, переучить специалистов, переориентировать студенчество на изучение архитектуры и программного обеспечения IBM-360. Нужно было создать технологическую базу для производства интегральных схем и других средств.

Естественно, эта идея встретила сопротивление таких видных учёных, как С. А. Лебедев, М. А. Лаврентьев, В. М. Глушков, А. А. Дородницын, Б. И. Рамеев. Не возражая против перехода на мировые стандарты, они предлагали параллельно вести новую разработку на основе отечественного опыта, хотя и с учётом зарубежных достижений. В 1967 году ещё были альтернативы для семейства IBM. Если IBM в обстановке холодной войны откажется от технического сотрудничества (так оно случилось и пришлось покупать американские образцы через третьи страны), было предложение английской фирмы ICL, которое обсуждалось на заседаниях в правительственных комиссиях [75].

Одно из последних совещаний в МРП с участием представителей ЦК КПСС и Госплана состоялось в декабре 1969 года. Его стенограмма передана Б. А. Рамеевым Б. Н. Малиновскому и опубликована [1].

Заместитель министра М. К. Сулим предлагал к обсуждению два варианта:

«Вариант IBM-360. В ГДР принята ориентация на IBM-360. Успешно разрабатывается одна из моделей (P-40). У нас есть задел, есть коллектив, способный начать работу. На освоение операционной системы IBM-360 потребуется 2200 человеко-лет и 700 разработчиков. С фирмой IBM отсутствуют всякие контакты. Возникнут трудности в приобретении машины-аналога. Её стоимость 4–5 млн долларов. В ГДР имеется только часть необходимой документации.

Вариант ICL. Получим всю техническую документацию, помощь в её освоении. Придётся провести небольшие переделки. Фирма предлагает закупить партию выпускаемых ею машин. Есть возможность использовать коллектив программистов для подготовки прикладных программ. Группа наших программистов уже проходит стажировку на фирме. В перспективе совместная разработка ЭВМ четвёртого поколения. Фирма старается помочь во всём, поскольку надеется в союзе с европейскими фирмами, в том числе с нами, выступить конкурентом IBM. Согласие фирм Италии и Франции об участии в создании вычислительной техники четвёртого поколения имеется».

**Мнение других участников совещания.** А. А. Дородницын: «Вопрос освоения IBM-360 подаётся в упрощённом виде. Всё значительно сложнее. На освоение ОС надо не менее четырёх лет, и неизвестно, что получим. Надо самим (вместе с ICL) создавать ДОС и ОС и ориентиро-

ваться на разработки машин совместно с ICL». А. А. Дородницын оценивал наше отставание в 9 лет, указывая, что в СССР всего 1,5 тысячи программистов, а в США – 50 тысяч.

С. А. Лебедев: «Система IBM-360 – это ряд ЭВМ десятилетней давности. Создаваемый у нас ряд машин надо ограничить машинами малой и средней производительности. Архитектура IBM-360 не приспособлена для больших моделей (суперЭВМ). Система математического обеспечения для ICL System-4 динамична, при наличии контактов её вполне можно разработать. Это будет способствовать подготовке собственных кадров. Их лучше обучать путём разработки собственной системы (совместно с англичанами)».

М. В. Келдыш: «Нужно купить лицензии и делать свои машины. Иначе мы будем просто повторять то, что сделали другие. В принципе, большие машины надо создавать самим».

Б. И. Рамеев поставил вопрос о переориентации с архитектуры IBM-360 на архитектуру системы Spectra-70 американской компании RCA. В качестве аргументов выдвигались наличие в СССР образцов этих машин, более доступная технология их изготовления и обещания фирм всячески способствовать их освоению в СССР.

Генеральный конструктор ЕС ЭВМ С. А. Крутовских отвергал вариант ICL: «Работая с ГДР по IBM-360, можно получить ДОС и ОС к началу серийного производства, снимается вопрос об их разработке. Немцы ушли дальше нас. При переориентации ГДР по IBM-360 можно получить ДОС и ОС к началу серийного производства, снимается вопрос об их разработке. Англичанам нужен рынок. Они будут водить нас за нос. По большим машинам они сотрудничать не будут. 150 машин у них купить нельзя. Задержатся сроки подготовки технической документации на 1,5–2 года, а может и больше. Все разработчики, кроме Рамеева, не хотят переориентироваться на фирму ICL. Р-50 будет готова в 1971 году».

М. Р. Шура-Бура склонялся к варианту IBM: «С точки зрения системы математического обеспечения американский вариант предпочтительнее. ОС требуется усовершенствовать».

Историческое решение было принято. М. К. Сулим просто написал заявление об уходе сразу после очередной коллегии министерства. Это был «акт возмущения той глупостью, что делало руководство» [75]. Ушёл и свободолюбивый Б. И. Рамеев.

В результате этого решения мы пожертвовали своими техническими и программными наработками, окольными путями приобрели качественные операционные системы, вынуждены утилизировать имеющиеся ЭВМ и приобретать новые, отнюдь не дешёвые, но с лучшим набором периферийных устройств, что потребовало напряжения от его произво-

дителей. Мы приобрели качественные пакеты прикладных программ, но потеряли своё великолепное математическое обеспечение – работа многих программистов стала рутинной, скучной или вообще ненужной.

Последовательное копирование американских машин шло с задержкой порядка четырёх лет, хотя и сопровождалось гораздо большими тиражами. Первая хорошо зарекомендовавшая себя у потребителей ЕС-1022 (аналог IBM-360/50 образца 1965 года) поступила в серийное производство лишь в 1974 году.

В. В. Пржиялковский, возглавивший разработку ЕС, приводит данные о моменте окончания разработки первых моделей [77]:

Модель	ЕС-1020	ЕС-1030	ЕС-1040	ЕС-1050
Год окончания	1971	1972	1973	1973

«Уточняет» эти данные Б. Рамеев (1991 г.), по исследованиям парка ЭВМ в стране:

Модель	Начало производства	Парк на 01.01.1981, шт.	Доля в парке, %	Аналог	Начало производства
ЕС-1022	1974	3398	26,9	IBM-360/50	1965
ЕС-1033	1975	1405	10,3	IBM-370/145	1971
ЕС-1035	1977	1872	13,8	IBM-370/138	1976
ЕС-1036	1983	933	6,9	IBM-370/148	1977
ЕС-1045	1979	1069	7,9	IBM-30/31	1978
ЕС-1046	1984	375	2,8	IBM-30/31	1978
ЕС-1050	1973	87	0,7		
ЕС-1055	1978	456	3,3	IBM-370/155	1971
ЕС-1060	1977	237(315)	1,7	IBM-370/158	1973
ЕС-1061	1980	400	2,9	IBM-370/158	1973
ЕС-1066/68*	1984	43	0,3	IBM-3033	1980
Другие (вып. 1965–1970)		1653	12		
Импорт (вып. 1971–1978)		1774	13,2		
Итого		13700	100		

Не будем прибегать к сослагательному «если» и искать «врагов народа». Что мы приобрели и потеряли в итоге?

Технологическое отставание от США сократилось до 4–5 лет, поневоле расшевелились действующие и были созданы новые предприятия, многократное увеличение выпуска позволило насытить рынок. Мы

получили доступ к импортному программному обеспечению (операционные системы, компиляторы, СУБД).

Публикация учебной литературы в стране была уникальной – с задержкой на 5 лет. Так справочник И. С. Брука по программированию для М-2 [9] в 1957 году был своеобразной «поминальной молитвой» по безвременно скончавшейся ЭВМ. Учебное пособие старшего из авторов [14] по М-20 при полном отсутствии аналогов ждало ротاپринта 4 года, а с программированием для БЭСМ-6 можно было ознакомиться только неофициально. Теперь бурным потоком хлынули переводы с английского, что положительно сказалось на процессе подготовки специалистов.

С другой стороны, переход на ЕС потребовал больших затрат, затянулся из-за отсутствия достойной электронной промышленности – демоagogическое «догоним и перегоним» потерпело фиаско. Появилась [1] и до сих пор существует проблема перевода программного обеспечения и терминологии на русский язык – учебная литература заговорила на «смеси английского с нижегородским». Островком стабильности и даже прогресса, вселяющим надежды на возрождение отечественного компьютеростроения, остался ВПК (бортовые ЭВМ и системы ПРО), где не был утерян накопленный богатейший опыт.

## **12.2. Единая система ЭВМ**

Многочисленные авторы относят начало выпуска ЕС ЭВМ на заводах в Казани, Минске и Пензе к 1971 году, сообщая о выпуске ЕС-1020 в Минске и ЕС-1030 в Ереване. Это не совсем так.

Даже Казанский завод ЭВМ, начавший производство ЕС-1030 в 1972 году, был вынужден перестроиться на новые технологии и «первая ласточка» в семействе ЕС отличалась невысокой надёжностью и большой трудоёмкостью производства.

Формально, в соответствии с архитектурой, машины серии ЕС ЭВМ разделяли на ряды: «Ряд 1», «Ряд 2», «Ряд 3», «Ряд 4».

«Ряд 1» выступал аналогом серии System-360 и, начав с моделей ЕС-1010, 1020, 1021, 1030, 1040, 1050, включал их усовершенствованные модели: ЕС-1010М, 1011, 1012, 1022, 1032, 1033, 1052.

«Ряд 2» (аналог серии System-370) включал модели ЕС-1015, 1025, 1035, 1045, 1055, 1060, 1061, 1065.

«Ряд 3» включал модели ЕС-1036, 1046, 1066, 1068, а «Ряд 4» – появившиеся в начале 90-х ЕС-1130, 1181 и 1120.

Некоторые модели и периферийные устройства производились в ГДР, Венгрии, Чехословакии и Болгарии.



Для сопоставления возможностей различных моделей серии ЕС ЭВМ обратимся к таблице, основанной на материалах [78].

*Технические возможности моделей ЕС ЭВМ*

Модель	Начало выпуска	Операций, тыс. в секунду	Ёмкость ОЗУ, Кбайт	Цикл ОЗУ, мкс	Разрядность
<b>Ряд 1</b>					
ЕС-1010	1971	2,75	8–64	1	
ЕС-1020	1972	20	64–256	2	
ЕС-1021	1972	40	16–64	2	
ЕС-1022	1975	40	128–512	2	32
ЕС-1025	1978	33	256		16
ЕС-1030	1973	60	256–512	1,5	
ЕС-1032	1974	200	128–1024	1,2	
ЕС-1033	1976	200	512–1024	1,25	
ЕС-1040	1971	350	128–1024	1,25	
ЕС-1050	1973	500	256–1024	1,25	
ЕС-1052	1978	700	1024–8192		
<b>Ряд 2</b>					
ЕС-1060	1977	1050	2048–8192	0,65	64
ЕС-1025	1979	600	256	1,5	16
ЕС-1035	1977	150	256–2048	1,2	32
ЕС-1045	1979	800	1024–4096	1,2	32
ЕС-1055	1979	600	1024–2048	1,14	64
ЕС-1065	1984	4000	2048–16384		
<b>Ряд 3</b>					
ЕС-1036	1983	400	2048–4096		32
ЕС-1046	1984	1300	4096–8192	1	64
ЕС-1066	1986	5500	8–32 Мбайт	0,4	64
ЕС-1087	1988	15000	8–16 Мбайт (до 256)		1 образец
<b>Ряд 4</b>					
ЕС-1130	1994	2000	8–16 Мбайт		230 (437) машин?
ЕС-1181	1994	10000	64–128 Мбайт		1 образец

Как утверждают «осведомлённые источники», с начала 1968 года к исследованиям, ведущимся в СССР по унифицированному ряду ЭВМ, стали проявлять интерес научные и промышленные организации Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Чехословакии. В надежде на закупки

со стороны СССР Болгария строила заводы для производства внешних накопителей, устройств подготовки данных, ЭВМ и узлов к ним.

Номинально относились к «Ряду 1» и «Ряду 2» разработанные и выпускавшиеся в Венгрии модели ЕС-1010, 1011, 1012 и 1015, имевшие архитектуру французских мини-ЭВМ Mitra. Не ручаясь за правдивость, автор [77] объясняет, как оказались в «едином семействе» ЕС ЭВМ эти «приёмные дети». Дело в том, что Нефтегаз применял на своих предприятиях французские мини-компьютеры Mitra компании СП, вскоре поглощённой Honeywell-Bull. Эти машины были не хуже, но и не лучше других. Получили их вместе с технологическим оборудованием, освоили, привыкли – «от добра добра не ищут». Вскоре стали выпускать по лицензии клоны французских машин на заводе Videoton в Венгрии. Происходило это в самый разгар «еэсовской» пиар-компания, и, чтобы все были довольны, присвоили машинкам маркировку ЕС. «Хоть горшком назови – не убудет».

Признавая ориентацию на IBM-360, но не желая жертвовать уже имеющимися заделами в кооперации, и Чехословакия включила в ЕС ЭВМ свою ЕС-1020А, не совместимую с остальными моделями ЕС.



*В. В. Пржиялковский, Г. Д. Смирнов, Н. А. Мальцев,  
Р. М. Асцатуров и др.*

Примечательна предыстория самой массовой ЕС-1022. Её главный конструктор В. В. Пржиялковский, реализуя архитектуру IBM, был вынужден пожертвовать производительностью (20 тыс. операций в секунду для ЕС-1020 против 65 тысяч для «Минска-32»). В 1975 году перешли на выпуск ЕС-1022 с производительностью 40 тысяч операций.

Заслуживают упоминания разработки, выполненные под руководством В. С. Антонова (в Москве и Пензе). Так старшая машина серии «Ряд 1» ЕС-1050 (апрель 1973 года) строилась на отечественных интегральных схемах ЕСЛ с весьма посредственными характеристиками. Тем

не менее была достигнута средняя производительность 500 тыс. операций в секунду и рекордно высокая для того времени суммарная пропускная способность системы ввода/вывода 4 Мбайт/с.

Одной из самых высокопроизводительных машин серии «Ряд 2» была модель ЕС-1060, где появилась поддержка механизма виртуальной памяти, вычислений с 128-битной точностью и автоматического повторения сбойных команд.

Как мы уже отмечали выше, ожидаемый эффект от переориентации на ЕС не был достигнут. Для совместимости архитектуры ЕС и IBM необходима была совместимость элементной базы, а у нас практически не было электронной промышленности. Были оригинальные технологические, защищённые патентами решения наших «эвмщиков», но требовалось время для совершенствования производства. Созданные в начале 70-х наши микросхемы походили на американские и японские функционально, но не по техническим параметрам (расхожее выражение – «наши микросхемы – самые большие микросхемы в мире»).



*Подписание акта о сдаче  
в эксплуатацию ЭВМ ЕС-1050.*

*В. С. Антонов (в центре),  
В. В. Пржиялковский (справа внизу)*

### **12.3. Вычислительные центры коллективного пользования**

Б. А. Гладких [2], цитируя В. М. Глушкова, пишет, что «в каждом большом деле есть пять обязательных стадий: шумиха, неразбериха, поиски виновных, наказание невиновных и награждение непричастных».

В компьютерной жизни 70-х было много шума, радости и разочарований, но то, что сегодня мы называем информатикой, перестало быть чем-то таинственным, абсолютно недоступным «для простого советского человека». ЭВМ были достаточно дороги, и небольшие предприятия предпочитали арендовать машинное время у неких вычислительных центров коллективного пользования (ВЦКП), но не это главное. Пришло осознание, что волевое руководство народным хозяйством при недостоверной или отсутствующей информации чревато губительными последствиями. Первыми это осознали промышленные предприятия с большим и сложным производством и проблемами кооперации со смежниками. В конечном счёте приобрела актуальность предложенная идеологом «безбумажной информатики» В. М. Глушковым идея создания государ-

ственной сети вычислительных центров, связанной единой системой передачи данных.



*ЕС-1035 в ГДР*



*ЕС-1060*

На её верхнем уровне должны были быть крупные ВЦ, обслуживающие органы государственного управления (ЦСУ, Совмин и др.).

На следующем должны были оказаться территориальные ВЦКП с терминалами, установленными непосредственно на предприятиях и в органах местного управления.

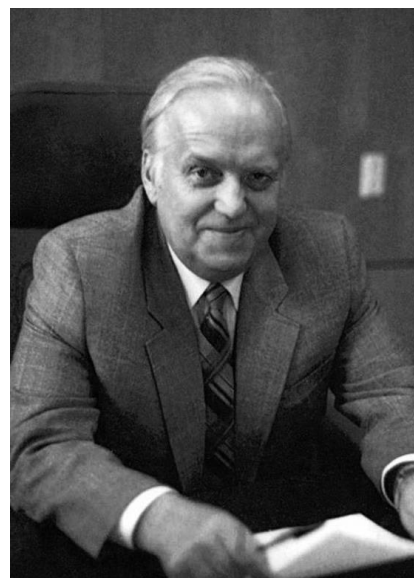
**Разработчики АСУ Томской области.** Эксперимент реализации этой колоссальной задачи было решено поставить в Минске, Туле, Таллине и Томске.



*Феликс Петрович  
Тарасенко  
(род. в 1942)*



*Владимир Петрович  
Тарасенко  
(1934–2003)*



*Феликс Иванович  
Перегудов  
(1931–1990)*

В Томске с 1972 году под руководством Ф. И. Перегудова (независимого организатора и создателя методологии системного анализа\*, с 1984 года первого заместителя министра высшего образования СССР) усилиями учёных томских вузов уже велось проектирование АСУ Томской области. Был построен девятиэтажный корпус ВЦКП, установлены несколько ЕС ЭВМ, абонентские пункты у пользователей, но...



*Борис Афанасьевич  
Гладких (род. в 1942)*

Не только в Томске, но и во всей стране обнаружилось неподобающе низкое качество каналов связи. Связь прерывалась, и операционные системы зависали. Идея ВЦКП возродилась лишь в конце 90-х на новой технической базе компьютерных сетей с коммутацией пакетов [1].

#### **12.4. Мини-ЭВМ. СМ ЭВМ**

В 1974 году решением Межправительственной комиссии по сотрудничеству социалистических стран в области вычислительной техники была определена головная организация по СМ ЭВМ – Институт электронных управляющих машин (ИНЭУМ) и её генеральным конструктором был назначен Б. Н. Наумов (с 1984 года Н. Л. Прохоров).

Научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами по СМ занимались институты и предприятия СССР, Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Польши, Румынии и Чехословакии. Обширна и география отечественных разработчиков: Северодонецк (НПО «Импульс»), Орёл (завод управляющих вычислительных машин), Вильнюс (ПО «Сигма»), Киев (ПО «Электронмаш») и другие.

Ставилась цель разработки международной системы малых ЭВМ – комплексов технических и программных средств, соответствующих нормативов и методик эксплуатационного обеспечения, обеспечения совместимости схемотехнических и конструктивных решений. Ещё в 1960-х годах в ИНЭУМ (Е. Н. Филинов) и НИИУВМ (В. В. Резанов) были разработаны принципы построения агрегатной системы средств вычислительной техники (АСВТ) – управляющих вычислительных комплексов для автоматизации производства. В соответствии с ними разрабатывались машины разного уровня.

---

\* Перегудов, Ф. И. Введение в системный анализ : учеб. пособие / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. – М. : Высш. шк., 1989. – 360 с.

На высшем уровне была машина М-4030, совместимая по архитектуре с IBM-360, обладающая операционными системами ДОС, ОС ЕС и созданной компанией Siemens для IBM-360 СуперДОС.

На среднем уровне были мини-ЭВМ М-400 производства НПО «Импульс», программно совместимая с DEC PDP-11/40 (получила дальнейшее развитие как СМ-3), М-5000, М-6000 и М-7000.



*Управляющий вычислительный комплекс СМ-4*

Линия АСВТ была воплощена в семействе 16-разрядных машин СМ-1, СМ-2, СМ-1М, СМ-2М, продолжающих М-6000 и программно совместимых с Hewlett Packard HP-2000. Этой же линии следовали СМ-1210 (с 1984 года, продолжение М-7000) и другие. Всего было выпущено порядка 17 тысяч комплексов упомянутых выше машин.

Наиболее развитой линией в семействе СМ ЭВМ были машины, совместимые по системе команд и архитектуре с машинами DEC PDP-11. В первую очередь, это СМ-3 с производительностью 200 тыс. операций в секунду, небольшим ОЗУ 56 Кбайт на ферритовых сердечниках.

Основной моделью, находившейся в эксплуатации долгие годы, была СМ-4 с производительностью до 800 тыс. операций в секунду с полупроводниковым ОЗУ до 124 Кбайт слов. Среди множества других мо-

делей управляющих машин с той же ориентацией любопытна двухпроцессорная СМ-1410 – программно совместимая с машинами серии МИР благодаря сопроцессору, интерпретирующему язык «Аналитик».

Как линия на совместимость ЕС с 32-разрядной VAX-11/730 были СМ-1700 и СМ-1702 с быстродействием 3 млн операций в секунду и ОЗУ до 5 Мбайт (выпускалась в Вильнюсе в 1987–1990 гг., всего 3000 штук).

Наконец была и линия с ориентацией на процессоры Intel разнообразной разрядности.

Большинство моделей СМ ЭВМ были полностью выполнены на советской элементной базе и периферии. Использовалось прикладное и системное программное обеспечение собственной разработки. СМ ЭВМ нашли широкое применение как в хозяйственной деятельности, так и в промышленности. «По секрету всему свету» известно, что СМ-1 использовались в устройствах сопряжения тренажёров Центра подготовки космонавтов.

## 12.5. На пути к персональным компьютерам

В середине 1970-х годов в лексиконе инженеров-электриков и программистов появилось новое слово «микропроцессор» как синоним некоторого крошечного устройства, способного исполнять функции АУ (арифметического устройства) и УУ (устройства управления) в ЭВМ. Вскоре началась микропроцессорная революция – «свержение самодержавия мейнфреймов и война в мире компьютерного бизнеса в полном соответствии с лозунгами партии эсеров и Международного рабочего движения: «в борьбе обретёшь ты право своё» и «кто был ничем, тот станет всем».

В 1948 году Вильямом Шокли и его коллегами был изобретён первый германиевый биполярный транзистор. В середине 50-х «по вине восьмёрки» его молодых сотрудников рождается Силиконовая долина как центр промышленности полупроводников. В 1958–1959 гг. Джек Килби создал интегральную схему (с 5 германиевыми транзисторами, скреплёнными золотыми проводниками и воском), а Роберт Нойс её усовершенствовал, разработав тонкоплёночную технологию на основе кремния. Последующее десятилетие характеризовалось массовым производством микросхем – чипов (от англ. *chip* – тонкий ломтик) с повышением степени интеграции по закону Мура, утверждающему удвоение числа транзисторов на интегральной микросхеме каждые 18 месяцев.

Производство микросхем возросло воистину революционными темпами, о чём свидетельствует таблица [2].

Год	1976	1977	1982	1983
Производство, тыс. шт.	20	50	5000	10000

Существуют определённые требования к надёжности кристалла и корпуса, устойчивости к вибрациям, влажности, перегрузкам, большому температурному диапазону. Так в США микросхемы разделяются на коммерческие с диапазоном от 0 до 70 °С, промышленные и военные с диапазоном от –40 до +125 °С. Не прошедшие проверку понижаются в звании и маркируются как коммерческие [79].

Первоначально основными заказчиками были авиация и космонавтика. Бортовые компьютеры космических аппаратов серии «Аполлон» (совместный полёт «Союз» – «Аполлон» в 1975 году и лунная программа) были собраны на основе интегральных схем. Использовались микросхемы и для межконтинентальных баллистических ракет.

Военные микросхемы и сейчас обходятся буквально в космические суммы, когда кусочек кремния может стоить дороже танка. Но, благодаря микропроцессору Intel 960mx, американский самолёт F-22 Raptor (золотой по стоимости) летал с 1984 года до недавнего времени. Что касается коммерческих микросхем, то их стоимость многократно снизилась и они успешно используются в микрокалькуляторах, персональных компьютерах, бытовых электроприборах, промышленности.

В 1971 году был готов первый микропроцессор Intel 4004, содержащий на одном чипе 2250 транзисторов и выполняющий до 60 тыс. операций в секунду над 4-битовыми числами. В последующие годы были созданы 8-разрядный процессор Intel 8008 с быстродействием 300 тыс. операций в секунду и 16-разрядный Intel 8086.

На базе Intel 8008 в 1974 году был создан первый персональный компьютер «Альтаир». Его память составляла лишь 256 байт, не было устройств ввода-вывода, но исключительная дешевизна (набор деталей можно было заказать по почте) сделала его «любимой игрушкой для тысяч американских энтузиастов, быстро приделавших к нему клавиатуру и телевизор и с увлечением занявшихся программированием на Бейсике, интерпретатор с которого написали Билл Гейтс и Пол Аллен, вскоре основавшие знаменитую фирму Microsoft» [2].

Основанная С. Джобсом и С. Возняком знаменитая фирма Apple на базе Intel 8086 в 1977 году создала Apple-II, 8-битовый персональный компьютер с цветным дисплеем, с ОЗУ 4 Кбайт и ПЗУ 16 Кбайт, с встроенным Бейсиком и весом в 5 кг.

В 1981 году IBM, решившая создать свою модель ПК, приняла систему команд Intel 8086 за промышленный стандарт для своих IBM PC-совместимых персональных компьютеров.



В СССР, подобно тому, как дети в 1939–1940 гг. увлеченно собирали детекторные радиоприёмники, «солидные дяди» из НИИ, вооружившись паяльниками, стали создавать свои мини-ЭВМ и ПК, среди которых были достойные внимания пользователей ВТ.



*Apple-II*



*IBM Personal Computer*

В их числе были НПО «Научный центр» (Зеленоград), ПО ВТ и НИИ ЭВМ (Минск), Институт кибернетики и НПО «Микропроцессор» (Киев), Институт автоматики и электрометрии СО АН (Новосибирск), НИИ «Аргон» (тот самый СКБ-245), НИИ полупроводниковой электроники «Пульсар» (НИИ-35) и множество московских НИИ.

Вот некоторые из них [80].

**Электроника ДЗ-28** – специализированное управляющее вычислительное устройство, созданное на базе программируемого калькулятора Wang 700. Могло использоваться в составе специализированных вычислительных комплексов. Микропрограмное обеспечение в ПЗУ на магнитных сердечниках (впоследствии на интегральных микросхемах). Встроенная клавиатура (цифровые и функциональные клавиши), двухстрочный числовой дисплей (12 цифр мантиссы, две для степени и две для индикации знака), накопитель на стандартных аудиокассетах, принтер и алфавитно-цифровой терминал.

**Диалоговый вычислительный комплекс (ДВК)** – семейство мини-ЭВМ, разработанное в 1981 году в НИИ точной технологии (Зеленоград). Архитектурно подобно DEC PDC-11 и PDP-11, но на более современной элементной базе с использованием однокристальных микропроцессоров.

**БК-10** (бытовой компьютер) – семейство 16-разрядных совместимых по системе команд и архитектуре с СМ ЭВМ, PDP-11 и ДВК, разработанное в 1981–1983 гг. в НИИ точной технологии (Зеленоград). Для хранения данных служил бытовой кассетный магнитофон. В каче-

стве дисплея использовался бытовой телевизор, что допускало только графический режим вывода (текстового режима не было; символы при выводе преобразовывались в картинку). В поставке БК-10 был минимальный набор программ – кассета с примерами на Фокале или Бейсике, популярная игра Тетрис и тесты оборудования.



*Электроника ДЗ-28*



*ДВК-2*

**Искра 1256** – 16-разрядная микроЭВМ на интегральных схемах, разработанная в 1979 году и выпускавшаяся серийно в 1980-х годах в Курске на известном заводе ПО «Счётмаш». ОЗУ от 4 до 64 Кбайт, ПЗУ 16 Кбайт. Быстродействие (500 тыс. операций в секунду для коротких операций, 1 млн операций в секунду для арифметического сложения) позволяло решать серьёзные задачи и сдерживалось небольшими размерами памяти. Устройство отображения информации: встроено в процессорный блок – монохромный символьный ЭЛТ-монитор, 16 строк по 64 символа. В зависимости от исполнения, в поставку включались



*Искра 1256*

процессорный блок, клавиатура, принтер и даже графопостроитель (новинка для того времени). Искра 1256 с её исключительной надёжностью, великолепной системой команд, строгим изящным дизайном мгновенно завоевала симпатии программистов. Приемлемая стоимость от 6970 до 14200 рублей и минимум требуемой площади позволяли даже вузам приобретать эту машину для учебного процесса.

процессорный блок, клавиатура, принтер и даже графопостроитель (новинка для того времени). Искра 1256 с её исключительной надёжностью, великолепной системой команд, строгим изящным дизайном мгновенно завоевала симпатии программистов. Приемлемая стоимость от 6970 до 14200 рублей и минимум требуемой площади позволяли даже вузам приобретать эту машину для учебного процесса.

## 12.6. Восхождение на «Эльбрус»

Естественно, военно-промышленный комплекс оказался достаточно предусмотрительным, отказавшись от «переоснащения» зарубежными аналогами как из соображений секретности, так и наличия отече-

ственных оригинальных разработок для космонавтики, авиации и средств ПВО, подчас превосходящих зарубежные. Наряду с малыми бортовыми ЭВМ в Институте точной механики и вычислительной техники в 1970–1980 годах под руководством Всеволода Сергеевича Бурцева создавалась полностью отечественная серия советских суперкомпьютеров «Эльбрус». Впоследствии «Эльбрус» был использован как бортовой компьютер орбитального корабля «Буран».

«Эльбрус-1» – многопроцессорный вычислительный комплекс, разработанный в 1973–1979 гг., построенный на базе микросхем и обеспечивающий производительность до 12 млн операций в секунду в комплектации Э1-10 с десятью центральными процессорами (ЦП). Главный конструктор серии – Всеволод Сергеевич Бурцев.

Программное обеспечение включало операционную систему, систему программирования Эль-76 и многоязыковые разработки Новосибирского филиала ИТМиВТ (Фортран, Кобол, ПЛ/1, Алгол), Ленинградского университета (Паскаль, РЕФАЛ, Снобол-4 и др.), Института кибернетики АН СССР (интеллектуальная система программирования МИС, Лисп), Ростовского университета (Симула-67). Общесистемное программное обеспечение написано на Автокоде Эль-76 (автор В. М. Пентковский), напоминающем язык Алгол 68.

Особенностью архитектуры «Эльбруса» является использование так называемых *тегов*. Каждое из 16 млн 80-битовых слов памяти (24-битовая физическая адресация) кроме информационной части содержит управляющую часть, на основании которой аппаратура процессора выполняет выбор нужного варианта операции и контроль типов операндов (похожие принципы: применялись в компьютере В5000 фирмы Burroughs Corporation).

«Эльбрус-2» – многопроцессорный вычислительный комплекс, разработанный в 1977–1984 гг., построенный на интегральных схемах и обеспечивающий производительность 125 млн операций в секунду. Память ОЗУ – 144 Мбайт, внешняя память на МБ (от 8,5 до 136 Мбайт), на сменных МД (от 34 до 700 Мбайт) и МЛ (от 70 до 560 Мбайт). Примечательно, что высокая потребляемая мощность повлекла за собой создание мощной системы охлаждения. Производство велось на Загорском электромеханическом заводе «Звезда». По словам Б. А. Бабаяна, было выпущено до 200 машин с разным числом процессоров. По данным на 2001 год использовались в системе ПРО, ЦУПе, «Арзамасе-16» и «Челябинске-70».

Существовали «Эльбрус-Б» («Эльбрус-1КБ») как усовершенствованная БЭСМ-6 на интегральных микросхемах (главный конструктор Г. Г. Рябов) и «Эльбрус-1К2», разработанный на основе компонентов

и технологий «Эльбруса-2» для замены БЭСМ-6 с сохранением программной совместимости (произведено около 60 машин).



*Многопроцессорный вычислительный комплекс «Эльбрус-3»*

Многопроцессорный вычислительный комплекс «Эльбрус-3», содержащий 16 суперскалярных процессоров, разрабатывался в конце 80-х группой сотрудников ИТМиВТ под руководством Б. А. Бабаяна на основании совершенно новых архитектурных идей. Его опытный образец с быстродействием, вдвое большим чем американский суперкомпьютер того времени Cray Y-MP, прошёл испытания, но не был запущен в серию. В 1994 году единственный экземпляр разработанного компьютера был разобран и пущен под пресс.



*МКП Эльбрус-3-1 в машинном зале*

В 1993 году под руководством А. А. Соколова был успешно завершён первый этап государственных испытаний «Эльбрус-3-1» – МКП (модульный конвейерный процессор), удостоенный Премии имени С. А. Лебедева РАН. Основная идея МКП заключалась в возможности подключения процессоров разных назначений (обработка данных радиолокации, быстрые

преобразования Фурье и т. д.). МКП обладал несколькими счётчиками команд и одновременно на едином поле памяти в процессоре выполнялось до четырёх потоков команд.

Архитектура «Эльбрус-3» получила дальнейшее развитие в архитектуре последующих микропроцессоров, прошедших государственные испытания. Предполагалось, что в 2008 году будут построены 100 серверов «Эльбрус-3М» для оборонной отрасли. Теоретическая производительность двухпроцессорной системы составляет 4,8 Гфлопс\* (64-битовые числа, двойная точность). Процессоры «Эльбрус» имеют площадь 189 мм<sup>2</sup> и содержат 75,8 млн транзисторов, могут выполнять до 23 операций за такт. При всём этом обеспечивается низкое энергопотребление 0,4 Вт/Гфлопс.

О достигнутом за последние годы успехе свидетельствует нижеприведённая таблица.

*Характеристики МПВК «Эльбрус»*

Архитектура Эльбруса	Эльбрус	Эльбрус-S	Эльбрус-2С+	Эльбрус-4С
Год выпуска	2005	2010	2011	2014
Техпроцесс, нм	130	90	90	65
Количество ядер	1	1	2	4
Производительность (32 бита), Гфлопс	4,8	8	28	50
Производительность (64 бита), Гфлопс	2,4	4	8	25
Потребляемая мощность, Вт	6	20	25	45
Команд на 1 такт	23	23	23	23
Площадь кристалла, мм <sup>2</sup>	189	142	289	380
Число транзисторов, млн	75,8	218	368	986
Максимальное число ядер в системе с общей памятью				
Прямое соединение	2	4	8	16
Соединение через чип-коммутатор	–	16	32	64

\* *Flops* (флопс) – внесистемная единица для измерения производительности компьютеров, показывающая число операций с плавающей запятой в секунду. Гфлопс = 10<sup>9</sup> флопс.

*Ядро процессора* – кристалл, кремниевый чип, являющийся процессором.

Идеологом и руководителем этих работ является Борис Арташесович Бабаян (род. в 1933) – выпускник МФТИ, в 1956–1996 гг. работавший в ИТМиВТ. За разработку и внедрение «Эльбруса-2» удостоен Ленинской премии (1987). В 1996 году основал в МФТИ базовую кафедру «Вычислительные технологии». С 2004 года вместе с частью разработчиков проекта «Эльбрус» перешёл в структуру корпорации Intel.

## 12.7. Системы управления базами данных

Область работы первых поколений ЭВМ соответствовала их названию. Они оперативно рассчитывали таблицы артиллерийских стрельб и управляли зенитным огнём, прокладывали траектории космических кораблей и управляли их полётом (мы не намерены преуменьшать роль самих космонавтов и астронавтов), оценивали параметры защиты оболочек ядерных реакторов, вывели решение задач математической физики из сферы эксперимента, аналитических оценок и аналогового моделирования в сферу числовых величин. В первую очередь здесь был самым значимым фактор быстродействия. Человеку, решившему посягнуть на сотворение прогноза погоды или автоматизированного управления энергосистемой региона, требуются достойные уважения скорость вычислений и ёмкость оперативной памяти, недостаточность которой вела к многократному обращению к внешней памяти. Кстати, для оценки первых поколений ЭВМ в качестве тестовой задачи использовалось решение системы линейных алгебраических уравнений. Даже при наличии серийного выпуска хороших машин было мало, ими оснащались ВЦ оборонных министерств и избранные НИИ общего назначения.

Постепенно слух об ЭВМ достиг финансистов и бухгалтеров, которых устраивало и не столь большое быстродействие (ведомость на зарплату 250 сотрудников готова за 2 минуты, а не за 10 секунд – и это отличный результат), но была необходима большая внешняя память для хранения архивов. Привычные сегодня системы резервирования авиабилетов и отелей, справочные системы прибытия-отправления поездов и самолётов не нуждаются в извлечении корней, вычислении синусов и дизъюнкциях. Нужны машины с примитивной арифметикой и логикой, но с фантастически большой памятью с относительно быстрым доступом.

В языке программистов появляется понятие *базы данных* (БД) – представление совокупности данных произвольного происхождения и назначения, систематизированных так, чтобы они могли быть найдены и обработаны с помощью ЭВМ. Создание и операции с БД могут выполняться встроенными средствами универсальных языков программирования

ния. Так язык ПЛ/1 обладает понятиями структуры и записи, форматами хранения БД и обмена с внешними устройствами.

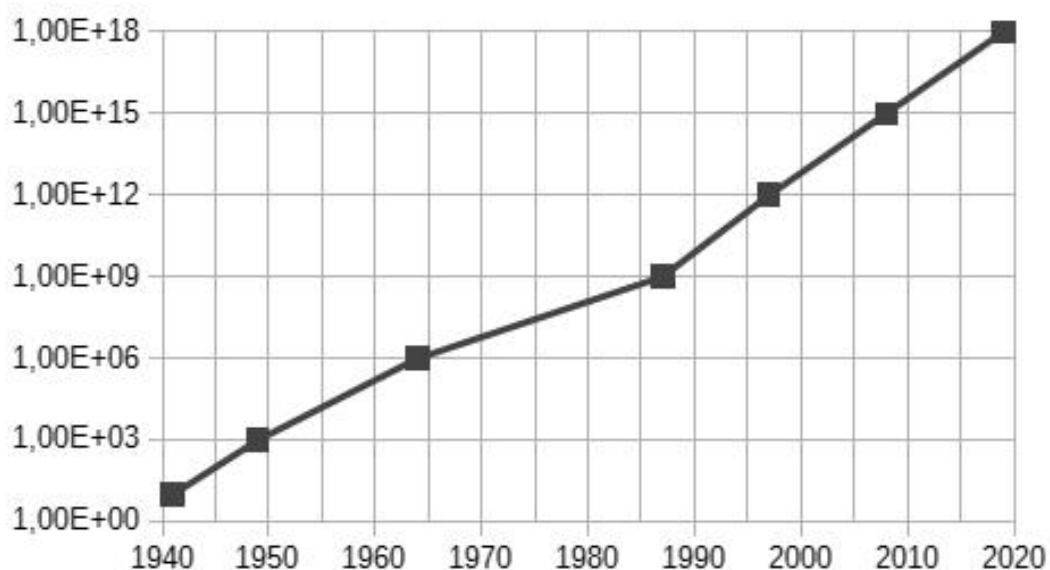
Однако не столь просвещённый пользователь предпочитает нечто более простое и возникает необходимость построения *систем управления базами данных* (СУБД) – совокупности программных средств общего или специального назначения, обеспечивающих управление созданием и использованием баз данных. СУБД, в зависимости от модели представления данных, бывают иерархическими, реляционными и сетевыми. В зависимости от размещения данных – локальными и распределёнными. Различаются они и по способу доступа к файлам БД.

Наибольшую популярность приобрело семейство dBase-подобных (dBase-совместимых) программных продуктов и языков программирования, связанное с реляционными СУБД в однопользовательском (а затем многопользовательском) режиме. Первая версия dBase была разработана в начале 1980-х компанией Ashton-Tate. В середине 1980-х возник близкий по совместимости продукт Clipper (1984–1987). В 1984 году фирма Fox Software предложила версию FoxBASE с бóльшей скоростью обработки данных, а затем FoxPro v 1.0 и v 2.0 с использованием SQL и технологии объектного программирования. В итоге компания Fox Software вместе с её технологиями была куплена Microsoft. Позже Microsoft переносит эти технологии на свои СУБД MS SQL Server и MS Access.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компьютерный век (и неотделимая от него информатика) является ребёнком в сравнении даже с паровым двигателем, но растущим, подобно пушкинскому Гвидону, «не по дням, а по часам». Ещё 60 лет назад лишь сотни обитателей Земли умели общаться с этими Гулливерами в стране лилипутов-арифмометров, сегодня ребёнок может включить свой или школьный персональный компьютер и выяснить с помощью Google, «кто открыл Америку», или, обратившись к встроенному калькулятору, умножить 3 на 8. Первая серийная ЭВМ с символическим именем «Стрела» (о ней мы неоднократно упоминали выше) обладала памятью 2048 43-битовых ячеек – обычный ПК на столе авторов имеет память 599 000 878 592 байт. По производительности произошёл скачок от 20 000 операций в секунду до порядка 0,1 терафлопса (триллиона операций в секунду).

Самый производительный отечественный суперкомпьютер «Ломоносов-2», установленный в ноябре 2014 года (22 место в мировом рейтинге суперкомпьютеров TOP500), продемонстрировал производительность в 1,85 петафлопс.



### *Рост производительности суперкомпьютеров во флотах*

Электричеству понадобилось три десятилетия, чтобы дойти до потребителей, телевизору – столько же, телефон изменил сферу связи за 20 лет, а планшетному компьютеру потребовалось всего четыре года. Несомненно, в будущем технологические новинки будут внедряться ещё быстрее.



И. Р. Агамирзян, директор по стратегии в области науки и технологий Microsoft в России и СНГ, заявлял [83]: «Я считаю, что самое важное событие 2006 года – это выход на уровень массового коммерческого использования многоядерных процессоров. Они чрезвычайно быстро развиваются: недавно стали доступны четырёхъядерные процессоры. Это революционное событие, которое изменит индустрию с точки зрения не только аппаратуры, но и программного обеспечения. До недавнего времени процесс развития ПО шёл экстенсивным путём за счёт применения тех преимуществ, которые давал рост производительности процессоров при повышении их тактовой частоты. Этот этап сейчас заканчивается, индустрия ПО будет развиваться за счёт технологий параллельного программирования». Мнение, что будущее за параллельными вычислениями, подтверждает и практика сегодняшних дней [81].

Компьютер уже сейчас способен распознавать устную речь и может подавать команды голосом не только обученным большим техническим устройствам типа автомашины или бронетранспортёра (вспомните «Сезам, откройся!» из арабских сказок), но и миниатюрным устройствам на теле человека. Фантазёры твердят, что не за горами возможность передавать команды мысленно. Несмотря на исключительные успехи в области машинного перевода, ещё долго придётся продолжать работы по математической лингвистике.

В. М. Глушков в 1961 году мечтал о создании вычислительных структур с производительностью, близкой к производительности мозга человека. Некоторые авторы утверждают, что быстрый прогресс компьютерной техники сегодня делает реальностью создание таких мозгоподобных структур для ЭВМ. Не все мечты сбываются: полувековой давности мечта руководителей угольной промышленности о «безлюдной шахте», управляемой ЭВМ, осталась мечтой, а «безбумажная информатика» по В. М. Глушкову требует в 2–3 раза большего потребления бумаги в сфере управления и рекламы.

Едва ли осуществимо и разумно требовать от информационной индустрии создания столь больших хранилищ информации, чтобы хранить всё многообразие данных от активности пользователей интернета до режима работы бытовой техники. Маркетологи, жаждущие изучать индивидуальные привычки потребителей и влиять на их поведение, лишили бы тогда человека отдыха и возможности пользоваться телефоном и интернетом из-за лавины предложений.

Разумно и достижимо создание баз знаний, проверенных практикой или прогнозируемых научными коллективами, в виде некоторых моделей (идей, гипотез, теорий, закономерностей, методик и т. п.) – по-

лезных сведений, которые могут многократно использоваться людьми для решения тех или иных задач.

Мы выше писали, что 50 лет назад на пике всемирной эйфории относительно возможностей ЭВМ А. И. Берг на вопрос «Может ли машина мыслить?» отвечал контрвопросом «Каким местом?».

Работы по искусственному интеллекту (ИИ), начатые Д. Маккарти, обросли мифами – от величайшего блага до губительных последствий для человечества. Слушая по ТВ и читая в глянцевах журналах о «явлении ИИ народу», нельзя забывать слова одного из мудрых советских писателей Ю. Трифонова: «Чужая глупость бывает иногда ослепительно прекрасна».

С оговорками на неопределённость понятия о «мышлении» Википедия даёт обтекаемую интерпретацию понятия ИИ:

1) наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ;

2) свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека.

Пигмалион, создавая прекрасную Галатею, едва ли мечтал о воплощении в ней Высшего Разума.

«Никто не может объять необъятное» (К. Прутков), но оправдано ли естественное для исследователя «к этому надо стремиться».

Основатель FaceBook М. Цукерберг говорит, что не стоит бояться ИИ, что он сделает «невероятное количество хороших вещей для мира».

Но есть ли гарантия, что так называемый ИИ, узнав всё (?) даже о конкретной задаче, не уподобится реальным хакерам, успешно взламывающим банковские, оборонные и личные БД и запускающим вирусы обогащения или тщеславия ради, оставаясь невеждой в других задачах.

Двести лет назад английские ткачи (луддиты) крушили машины, сделавшие их безработными, лишив куса хлеба. Сто лет назад была предпринята завершившаяся крахом попытка реализации утопических идей коммунизма. Глобальная автоматизация сегодня (от управления АЭС до интеллектуального джакузи в апартаментах владельца N-ского рынка), при всех её достоинствах, делает ненужными миллионы людей, оставляя их без средств для существования.

В околонульном мире звучат прогнозы: ИИ не будет ошибаться, ИИ будет дружелюбным, ИИ вне морали и нас уничтожит, ИИ согласится на контроль [84].

«Искусственный суперинтеллект (ИСИ) – субъект, с разумом значительно большим, чем обладает лучший человеческий мозг в любой области знаний. Он будет точно знать, что мы хотели, чтобы он сделал» (А. Макинтайр). Мнения других философов диаметрально противополо-

ложны: 1) «машинный разум будет обладать сознанием и думать так, как думают люди» и 2) «ИИ будет делать лишь то, на что запрограммирован, но если станет *достаточно умён*, поймёт, как это отличается от духа закона или намерений людей».

Когда ожидать пришествия ИИ?

Яркий образец интеллектуальной машины – суперкомпьютерная программа игры в шахматы не гарантирует 100%-ного успеха, выполняя лишь заложенное в неё человеком, и едва ли сможет уподобиться Остапу Бендеру в его общении с шахматистами Васюков. Всякая «интеллектуальная система» имеет узкую область применения и способна лишь имитировать человеческие эмоции и Человеческий Разум.

В 1942 году замечательный писатель-фантаст Айзек Азимов сформулировал три закона робототехники:

1) робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинён вред;

2) робот должен повиноваться командам человека, если эти команды не противоречат Первому Закону;

3) робот должен заботиться о своей безопасности, пока это не противоречит Первому и Второму Законам.

Увы, не всякий исследователь готов следовать этим законам!

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Малиновский, Б. Н. История вычислительной техники в лицах. – Киев : КИТ, ПТОО «А.С.К.», 1995. – 384 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://sovietcomputing.com>, свободный.
2. Гладких, Б. А. Информатика от абака до компьютера. Введение в специальность. – Томск : Изд-во НТЛ, 2005. – 484 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.vital.lib.tsu.ru>, свободный.
3. Ван дер Варден, Б. Л. Пробуждающаяся наука. Математика Египта, Вавилона и Греции ; пер. с гол. Н. Н. Веселовского. – Москва : Физматгиз, 1959. – 460 с.
4. Лоренц, Г. Элементы высшей математики. Т. 1. Основания аналитической геометрии, дифференциального и интегрального исчисления и их приложений к естествознанию ; пер. В. П. Шереметевского. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Типография товарищества И. Д. Сытина, 1919. – 592 с.
5. Мир математики : в 40 т. Т. 15. Бизенц Торра. От абака к цифровой реализации. – Москва : Де Агостини, 2014. – 160 с.
6. Лависс, Э. История XIX века : в 8 т. : пер. с фр. – 2-е изд., доп. и испр. / Э. Лависс, А. Рамбо ; под ред. Е. В. Тарле. – Москва : Гос. соц.-эконом. изд-во, 1939. – 4752 с.
7. Ляхович, Е. С. Университеты в истории и культуре дореволюционной России / Е. С. Ляхович, А. С. Ревушкин. – Томск : Изд-во ТГУ, 1998. – 580 с.
8. Виртуальный компьютерный музей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.computer-museum.ru>, свободный.
9. Брук, И. С. Быстродействующая вычислительная машина М-2. – Москва : Гос. изд-во технико-теоретич. лит., 1957. – 111 с.
10. Китов, А. И. Электронные цифровые машины и программирование / А. И. Китов, Н. А. Криницкий. – Москва : Физматгиз, 1959. – 572 с.
11. Бондаренко, В. Н. Программирование задач для машины «Урал» / В. Н. Бондаренко, И. Т. Плотников, П. П. Полозов. – Москва : Изд-во Артиллер. инженер. академии им. Дзержинского, 1957. – 414 с.
12. Программирование для электронной вычислительной машины «Урал» / Е. Т. Гавриленко, Н. М. Конопля, Б. В. Коробов, Г. Л. Лившин. – Москва : Машиздат, 1962. – 296 с.
13. Дымарский, Я. С. Справочник программиста. Т. 1, 2 / Я. С. Дымарский, Н. Н. Лозинский [и др.]. – Ленинград : Судпромгиз, 1963. – 1476 с.

14. Тынкевич, М. А. Программирование для трёхадресной вычислительной машины. – Томск : Изд-во ТГУ, 1965. – 218 с.

15. Тынкевич, М. А. Преданья старины глубокой // Вестник КузГТУ. – 2004. – № 2. – С. 146–152.

16. Глушко, Н. М. Начало подготовки инженеров-математиков в Томском политехническом институте / Н. М. Глушко, Л. В. Массель, А. Л. Дейнеженко // Вестник ТГУ. История. – 2016. – № 3 (41). – С. 74–81.

17. Воронин, В. На чём считали первую атомную бомбу [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://balalaika24.ru/history>, свободный.

18. Серийная ЭВМ «Стрела» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://geektimes.ru/companу/ua-hosting/blog/271034>, свободный.

19. Езерова, Г. Начало цифровой эпохи / Г. Езерова, Э. Луховицкая [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.osp.ru/os/2014/07/13042921>, свободный.

20. Курс программирования для ГАММА 60 / под ред. М. Р. Шура-Буры ; пер. с фр. – Москва : Изд-во иностр. лит., 1962. – 309 с.

21. Всесоюзное совещание по вычислительной математике и вычислительной технике (Программа). Москва, 16–21 ноября 1959 г. – Москва : Изд-во МГУ, 1959.

22. История ИТМиВТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ipmce.ru/about/history>, свободный.

23. Берцун, В. Н. Кафедре вычислительной математики и компьютерного моделирования 45 лет / В. Н. Берцун, М. Д. Михайлов, М. А. Тынкевич // Вестник ТГУ. Бюллетень оперативной научной информации. – 2003. – № 10. – С. 7–17.

24. Круликовский, Н. Н. Из истории развития математики в Томске. – Томск : Изд-во ТГУ, 2006. – 172 с.

25. Берцун, В. Н. Из истории развития вычислительной математики в Томском университете // Четвёртая Сибирская школа-семинар по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, г. Томск, 9–11 октября 2007 г. – Томск, 2008. – С. 3–19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [conference.tsu.ru/engine/download.php?id=153](http://conference.tsu.ru/engine/download.php?id=153), свободный.

26. Крайнева, И. А. Из истории Новосибирской школы программирования. Игорь Васильевич Поттосин / И. А. Крайнева, А. Г. Марчук [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.computer-museum.ru/articles/pottosin-igor-vasilevich/609>, свободный.

27. Программное обеспечение ЭВМ МИР-1 и МИР-2 : в 3 т. Т. 1. Численные методы. Т. 2. Программы. – Киев : Наукова думка, 1976. – 279 с., 371 с.

28. Брук Исаак Семёнович – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Брук,\\_Исаак\\_Семёнович](https://ru.wikipedia.org/wiki/Брук,_Исаак_Семёнович), свободный.
29. Малашевич, Б. М. Акушский Израиль Яковлевич [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.computer-museum.ru/galglory/akushsky2.htm>, свободный.
30. Малашевич, Б. Неизвестные модулярные суперЭВМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.computer-museum.ru/histussr/sok\\_evm.htm](http://www.computer-museum.ru/histussr/sok_evm.htm), свободный.
31. Иоффе, Б. Особо секретное задание. Из истории атомного проекта в СССР // Новый мир. – 1999. – № 5. – Режим доступа : [http://www.zh-zal.ru/novyi\\_mi/1999/5/ioffe.html](http://www.zh-zal.ru/novyi_mi/1999/5/ioffe.html), свободный.
32. Ирвинг, Д. Вирусный флигель. – Москва : Госатомиздат, 1961. – 350 с.
33. Фейнман, Р. Ф. Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман! – Москва : АСТ, 2014. – 480 с.
34. Мозговой, А. Тайны узла [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://memoclub.ru/2015/08/aleksandr-mozgovoу>, свободный.
35. Понтекорво, Б. М. Энрико Ферми. – Москва : Знание, 1971. – 48 с.
36. Гранин, Д. Зубр. Бегство в Россию. – Курган : Зауралье, 1996. – 640 с.
37. Сухов, В. Троичный компьютер : Да, Нет, Может быть [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://judgesuhov.livejournal.com/23505.html>, свободный.
38. Краткий философский словарь / под ред. М. Розенталя и П. Юдина. – 4-е изд., доп. и испр. – Москва : Гос. изд-во полит. лит., 1954. – 704 с.
39. Кампания против кибернетики в СССР [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kitov-anatoly.ru/naucnyie-trudy/pioner-sovetskoj-kibernetiki/negativ>, свободный.
40. Пивоваров, Н. Правда и мифы о гонениях на кибернетику в СССР [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://statehistory.ru/4804/Pravda-i-mify-o-goneniyaх-na-kibernetiku-v-SSSR>, свободный.
41. Винер, Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. – 2-е изд. – Москва : Наука, 1983. – 344 с.
42. Радунская, И. Аксель Берг. Человек XX века. – Москва : Молодая гвардия, 1971. – 494 с.
43. Кацкова, О. И. Описание системы команд электронной вычислительной машины БЭСМ-1. – Москва : ВЦ АН СССР, 1960. – 70 с.

44. Жоголев, Е. А. Система программирования с использованием библиотеки стандартных программ // Система алгоритмизации программирования / под ред. Н. П. Трифонова, М. Р. Шура-Буры. – Москва : Физматгиз, 1961. – 187 с.

45. Любимский, Э. З. От программирующих программ к системам программирования (российский опыт) / Э. З. Любимский, И. В. Потто-син, М. Р. Шура-Бура // Становление новосибирской школы программирования. Мозаика воспоминаний. – Новосибирск : Институт систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН, 2001. – С. 18–27.

46. Мак-Кракен, Д. Численные методы и программирование на Фортране / Д. Мак-Кракен, У. Дорн. – Москва : Мир, 1977. – 583 с.

47. Соколов, С. Н. Фортран и мониторная система / С. Н. Соколов, Л. В. Беляевская, П. А. Калинин. – Москва : Статистика, 1970. – 144 с.

48. Создатель языка BASIC Джон Кемени [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.peoples.ru/technics/programmer/john\\_kemeny](http://www.peoples.ru/technics/programmer/john_kemeny), свободный.

49. Гринштейн, Г. История языков программирования: Algol – жертва конфликта интересов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/post/317010>, свободный.

50. Лавров, С. С. Универсальный язык программирования (АЛГОЛ-60). – 3-е изд., испр. – Москва : Наука, 1972. – 183 с.

51. Лавров, С. С. СНОБОЛ-А. Язык для обработки строк. – Москва : ВЦ АН СССР, 1968. – 16 с.

52. Орбита Лаврова [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.osp.ru/cw/2004/29/78845>.

53. Из истории развития языков Алгол-60 и ЛИСП [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.computer-museum.ru/histsoft/algol60.htm>, свободный.

54. Филинов, Е. Н. Михаил Романович Шура-Бура / Е. Н. Филинов, А. Н. Томилин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.computer-museum.ru/galglory/shurabur.htm>, свободный.

55. Альфа-язык. I. Руководство по составлению программ. – Новосибирск : ВЦ СО АН СССР. Препринт, 1966.

56. Ершов, А. П. «Альфа-рождение», или как создавалась система автоматического программирования / Газета «За науку в Сибири», 1965 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://academ.info/news/6993>, свободный.

57. Загоруйко, Н. Г. Взгляд на историю информатики в Институте математики / Проблемы информатики. – 2013. – № 4. – С. 80–88 [Элек-

тронный ресурс]. – Режим доступа : <http://problem-info.sccc.ru/2013-4/11.pdf>, свободный.

58. Крайнева, И. А. Путь программиста / И. А. Крайнева, Н. А. Черемных. – Новосибирск : Нонпарель, 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.iis.nsk.su/files/book/krayneva\\_cheremnykh.pdf](http://www.iis.nsk.su/files/book/krayneva_cheremnykh.pdf), свободный.

59. Ильин, В. П. Бесценный опыт общения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.computer-museum.ru/books/n\\_ershov/3\\_ershov\\_ilin.htm](http://www.computer-museum.ru/books/n_ershov/3_ershov_ilin.htm), свободный.

60. Таганов, Л. С. Информатика : учеб. пособие / Л. С. Таганов, А. Г. Пимонов ; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2010. – 330 с.

61. Богатырёв, Р. П. Об Учителе. Памяти И. В. Поттосина [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rbogatyrev.livejournal.com/11424.html>, свободный.

62. Миронов, Г. А. Первый ВЦ и его основатель [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kitov-anatoly.ru/o-kitove-a-i/stati-ob-a-i-kitove/mironov2>, свободный.

63. Джермейн, К. Б. Программирование на IBM/360. – 4-е изд., стер. – Москва : Мир, 1983. – 870 с.

64. Аугустон, М. И. Программирование на ПЛ/1 ОС ЕС. – 2-е изд., доп. / М. И. Аугустон, Р. П. Балодис, Я. М. Барздинь [и др.]. – Москва : Финансы и статистика, 1984. – 327 с.

65. Скотт, Р. ПЛ-1 для программистов / Р. Скотт, Н. Сондак. – Москва : Статистика, 1977. – 224 с.

66. Йенсен, К. Паскаль. Руководство для пользователя и описание языка / К. Йенсен, Н. Вирт. – Москва : Финансы и статистика, 1982. – 151 с.

67. Тынкевич, М. А. Лекции по программированию на Паскале : учеб. пособие / М. А. Тынкевич, Е. К. Ещин, О. А. Бияков. – Кемерово : Кузбас. гос. техн. ун-т, 1994. – 99 с.

68. Бардинова, Т. Ю. От Паскаля к Аде / Т. Ю. Бардинова, В. Ю. Блажнов, А. А. Маслов, В. Н. Орлов. – Москва : Финансы и статистика, 1990. – 254 с.

69. Филипп Кан [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Кан,\\_Филипп](https://ru.wikipedia.org/wiki/Кан,_Филипп), свободный.

70. Вторников, А. Эдсгер Вибе Дейкстра. Смирный гений программирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [samag.ru/uart/more/16](http://samag.ru/uart/more/16), свободный.

71. Дейкстра, Э. Дисциплина программирования. – Москва : Мир, 1978. – 277 с.



72. Андрианов, А. Н. Программирование на языке Симула-67 / А. Н. Андрианов, С. П. Бычков, А. И. Хорошилов. – Москва : Наука, 1985. – 288 с.

73. Стрельченко, Ю. Удивительная история рождения MS-DOS / Ю. Стрельченко, Е. Турбина [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.osp.ru/pcworld/2004/09/168699>, свободный.

74. Гринштейн, Г. Персона. Командир Нортон [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/post/319528>, свободный.

75. Две трагедии российской кибернетики. Ч. 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://malchish-org.livejournal.com/90183.html>, свободный.

76. Хроники одного государственного решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://idealist-t.livejournal.com/58142.html>, свободный.

77. Пржиялковский, В. В. Исторический обзор семейства ЕС ЭВМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.computer-museum.ru/histussr/es\\_hist.htm](http://www.computer-museum.ru/histussr/es_hist.htm), свободный.

78. ЕС ЭВМ – это... Что такое ЕС ЭВМ? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/14613>, свободный.

79. Производство микросхем [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://yablor.ru/blogs/proizvodstvo-mikroshem/5382560>, свободный.

80. Список советских компьютерных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_советских\\_компьютерных\\_систем](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_советских_компьютерных_систем), свободный.

81. Левин, В. К. Очерк становления Единой системы ЭВМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.computer-museum.ru/histussr/es\\_levin.htm](http://www.computer-museum.ru/histussr/es_levin.htm), свободный.

82. Старченко, А. В. Методы параллельных вычислений : учебник / А. В. Старченко, В. Н. Берцун. – Томск : Изд-во ТГУ, 2013. – 223 с.

83. Агамирзян, И. Р. Будущее за параллельными вычислениями [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://compress.ru/article.aspx?id=17120>, свободный.

84. 10 мифов об искусственном интеллекте [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://hr-portal.ru/article/10-mifov-ob-iskusstvennom-intellekte>, свободный.

Тынкевич Моисей Аронович  
Пимонов Александр Григорьевич  
Тайлакова Анна Александровна

**Очерки истории информатики:  
введение в специальность**

Учебное пособие

Редактор З. М. Савина

Подписано в печать 08.06.2019. Формат 60×84/16  
Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman». Уч.-изд. л. 15,7  
Тираж 350 экз. Заказ № 35

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28

Издательский центр УИП КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А



**Тынкевич Моисей Аронович** – родился 28 февраля 1937 г. в г. Новосибирске, кандидат физико-математических наук, доцент, профессор кафедры прикладных информационных технологий. В 1959 г. окончил механико-математический факультет Томского государственного университета в группе двадцати четырёх первых за Уралом выпускников по новой специальности «Вычислительная математика». В 1959–1966 гг. работал на кафедре вычислительной математики Томского государственного университета. С 1966 г. работает в Кузбасском государственном техническом университете. Внёс значительный вклад в становление и развитие кафедры прикладных информационных технологий. Подготовил более 80 научных работ и учебных пособий,

несколько циклов методических разработок. Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации. Ведёт занятия по курсам «Численные методы», «Исследование операций и методы оптимизации».

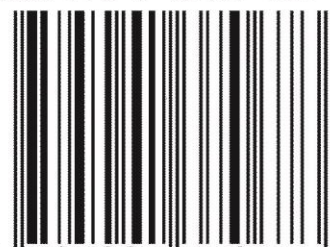
**Пимонов Александр Григорьевич** – родился 23 ноября 1959 г. в селе Чапаево Хакасской автономной области, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладных информационных технологий. В 1981 г. с отличием окончил факультет прикладной математики и кибернетики Томского государственного университета. В Кузбасском государственном техническом университете работает с 1985 г. Подготовил более 200 научных работ и учебно-методических разработок. Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации. Научный руководитель магистерской программы по направлению подготовки «Прикладная информатика» и программы подготовки кадров высшей квалификации по направлению «Информатика и вычислительная техника». Ведёт занятия по курсам «Теория систем и системный анализ», «Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений», «Математическое и имитационное моделирование».



**Тайлакова Анна Александровна** – родилась 31 мая 1987 г. в г. Кемерово. В 2009 г. с отличием окончила Кузбасский государственный технический университет по специальности «Прикладная информатика в экономике». С 2009 г. работает в Кузбасском государственном техническом университете. Окончила аспирантуру по специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Является старшим преподавателем кафедры прикладных информационных технологий, ведёт занятия по дисциплинам «Программная инженерия», «Информационные системы и технологии», «Интеллектуальные информационные системы», «Разработка программных приложений».

ISBN 978-5-00137-067-3



9 785001 370673