

*«Настоящей наукой можно заниматься в обществе,
построенном на иных принципах, чем купля-продажа»*

Н. Винер

ЧАСТЬ III

ВЫДАЮЩИЕСЯ УЧЕНЫЕ

**Академик Жорес Иванович Алфёров:
Гражданин. Ученый. Патриот.**

**Исследования Леонида Витальевича Канторовича
в области программирования в 1950-х годах**

«КИБЕР-БЕРГ»: АКАДЕМИК АКСЕЛЬ ИВАНОВИЧ БЕРГ

Академик Воронов Авенир Аркадьевич

О Евгении Павловиче Попове

**Александр Александрович Вавилов –
ученый, педагог, организатор науки и высшей школы**

Владимир Иванович Зубов

Святослав Сергеевич Лавров

Владимир Иванович Сифоров

О Викторе Ильиче Варшавском

Тарас Николаевич Соколов

АКАДЕМИК ЖОРЕС ИВАНОВИЧ АЛФЁРОВ Гражданин. Ученый. Патриот.

Гражданин

*«Распад Советского Союза был не только
экономической катастрофой.
Это была трагедия для всего человечества
в двадцатом веке».*

Жорес Алфёров

Почетный гражданин городов Санкт-Петербурга, Минска и Витебска, лауреат Ленинской премии, Государственных премий СССР и России, лауреат Демидовской, Киотовской и Нобелевской премий Жорес Иванович Алфёров родился в Беларуси, однако вся его жизнь корнями связана с Россией. В начале прошлого века белорусская диаспора была в Санкт-Петербурге второй – после русских – этнической группой. Как как известно еще из дореволюционных энциклопедических изданий, с давних времен сельская и местечковая беднота в Белоруссии уходила на заработки в город, а для жителей Витебской губернии, где и родился в 1930 г. будущий нобелевский лауреат, таким городом был, прежде всего, Санкт-Петербург.

Семья Алфёровых – интернациональна, и интернационализм и социализм были искренними убеждениями, той идейной средой, в которой воспитывались братья Маркс и Жорес. Отец нобелевского лауреата Иван Карлович Алфёров – участник Первой мировой и Гражданской войн, прожил долгую жизнь. В молодости он был легок на подъем. Перемещения по огромной стране, с севера на юг и в Сибирь, смена мест работы и коллективов, которыми он руководил, были привычны и желанны, как для многих его современников, охваченных энтузиазмом огромного строительства. В сентябре 1917 г. он стал членом Российской социал-демократической рабочей партии (большевиков), и вере в её идеи не изменял никогда.

Вместе с родителями колесили по стране и дети. Не случайно одну из глав своей автобиографической книги академик Алфёров назвал: *«Наш адрес не дом и не улица, наш адрес – Советский Союз»*. Родители Жореса Ивановича, как большинство людей того поколения, стойко верили в революционную идею. Это были честные и умные люди. *«Жизнь потом усложнялась, но, однако, я не могу, ни при каких обстоятельствах, ни при каких изменениях взглядов на прошлое, упрекать и тем более осуждать таких людей. Перед памятью всей их большой, ничем не запятнанной жизни»*, – писал о родителях Жореса Ивановича его друг академик Борис Петрович Захарченя.

Приехав в Ленинград в 1948 г. после окончания с золотой медалью минской школы и первого курса Белорусского политехнического института, Жорес Алфёров с отличием окончил ЛЭТИ – Ленинградский электротехнический институт имени В.И. Ульянова (Ленина) и более полувека проработал в знаменитом Физтехе –

Ленинградском Физико-техническом институте имени А.Ф. Иоффе. Попад после окончания вуза в Физтех, молодой ученый занимался в лаборатории профессора Владимира Максимовича Тучкевича физикой мощных полупроводниковых вентилей-тиристоров. Работа была связана с многочисленными поездками в Северодвинск, где вентили, созданные на кристаллах германия, устанавливались на первых атомных подводных лодках. Так ковался оборонный потенциал страны. За участие в этих работах в 1959 г. молодой ученый был награжден орденом «Знак Почета».

Исключительно большое влияние на формирование юного Жореса оказал старший брат Маркс Алфёров. Поэтому, как отмечают хорошо знающие Жореса Ивановича друзья, на многие проблемы современной жизни он «смотрит глазами лейтенанта Отечественной войны Маркса Алфёрова». В кабинете Жореса Ивановича на даче, где он живет и работает намного больше, чем в городской квартире, висит портрет брата Маркса в старой форме командира Красной Армии с полевыми петлицами – зелеными «кубарями».

«Я буду драться, чтобы мой отец был свободным человеком, мать – свободным деятелем человечества, братишка – человеком будущего и человеком с большим будущим. Я буду бороться и за себя. За Ваше и свое право на свободную жизнь», – такие слова писал родным с фронта пехотный лейтенант Маркс Алфёров, погибший в 1944 году в Корсунь-Шевченковском сражении.

Глядя на его портрет, говорит Жорес Алфёров, я вижу немой укор брата: – *«Как же это могло случиться, что после того, как мы разбили фашистов и отстояли впервые в мире созданное государство трудящихся, страну, целью которой была социальная справедливость, вы все это дали уничтожить?»*

– Как же могло случиться, что к нашей стране сегодня можно снова обращаться строками великого Михаила Лермонтова:

*«Прощай, немытая Россия,
Страна рабов, страна господ,
И вы, мундиры голубые,
И ты, послушный им народ».*

Огромной трагедией для академика Алфёрова стал не распад, а сознательный развал Советского Союза. Его обида и горечь концентрированно представлены в одной его фразе: *«Я счастлив, что мои родители не дожили до этого времени».*

«Мы потерпели сокрушительное поражение в холодной войне. Развал Советского Союза произошел для многих неожиданно быстро, но готовился достаточно долго. Россия – одна из самых богатых природными ресурсами стран мира. Многие стремились захватить эти богатства. Пытался осуществить это Гитлер, развязавший Вторую мировую войну. И можно только удивляться, как одна из самых культурных наций Европы дружно пошла грабить другие страны и народы, не стесняясь самых бандитских форм этого грабежа.

В открытом бою мы отстояли свою страну, принесли освобождение от коричневой чумы народам Европы и Германии, в первую очередь. Но после Второй мировой войны против нашей страны были использованы другие средства. Пятую колонну в лагере противников, как известно, создавали еще фашисты. Наши современные «квислинги» по глупости или нарочно предали великую страну», – говорит и пишет Жорес Иванович. К кормилу власти пришли люди, для которых единственным богом, которому они молятся, являются деньги. Великая и могучая держава оказалась на обочине мировой истории. *«Даже если мы ограничимся экономическими последствиями развала СССР – его можно квалифицировать только как экономическую катастрофу»,* – подчеркивает академик Алфёров.

Жорес Иванович – человек исключительно эмоциональный, и это подкупает всякого, кто общается с ним близко. Выступая в Государственной Думе и во многих местах за ее пределами, Ж.И. Алфёров выражает свою гражданскую позицию, суть которой нельзя свести к ностальгии по советскому строю. Он сетует по поводу утраты многих социальных гарантий наших граждан, ему больно видеть, что природное богатство страны оказались захваченными группой людей, эгоистические интересы которых вступают в резкое противоречие с интересами развития всего общества. Академик Алфёров не может смириться с тем, что наша промышленность, строившаяся десятилетиями, пришла в упадок, что больно ударило и по науке. За многое обидно нашему нобелевскому лауреату; он хотел бы гордиться своей страной, которую строил его отец, за которую отдал жизнь его старший брат.

«Я думаю, что в XXI веке наша страна поднимется», заявляет академик Алфёров. Эти слова ученого-гражданина наверняка разделяют все, кому дорога Россия, кто верит в ее достойное будущее.

Ученый

*«Мы просто делали интересную физику,
на основе которой получились замечательные вещи:
те же компьютеры, тот же Интернет».*

Жорес Алфёров

Развитие физики и технологии полупроводниковых гетероструктур привело к значительным переменам в нашей повседневной жизни. Телевидение, компьютеры, Интернет, мобильные телефоны, проигрыватели для компакт-дисков, лазеры всех мастей, солнечные батареи сегодня стали неотъемлемыми ее атрибутами. Открытие транзистора привело к изменению социальной структуры населения сначала развитых стран, а затем постепенно и всех остальных. Именно открытие транзистора дает нам право говорить о наступлении постиндустриального времени, времени информационного общества.

Нобелевская премия последнего года минувшего столетия была присуждена за труды, заложившие основу современной информационной техники. Отмеченные ею работы – это два ствола современных информационных технологий: интегральные схемы – вся современная микроэлектроника, а гетероструктуры – прежде всего телекоммуникации, связь, и выросли эти стволы из зерен – открытий транзистора и лазерно-мазерного принципа. Лауреатами стали три выдающихся физика: американцы Джек С. Килби, Герберт Кремер и россиянин Жорес Иванович Алфёров.

Гетероструктуры дают возможность решить проблему управления фундаментальными параметрами в полупроводниковых кристаллах и приборах: шириной запрещенной зоны, эффективными массами носителей и их подвижностями, показателем преломления, электронным энергетическим спектром и т.д. Создание «идеального» гетероперехода и введение концепции гетероструктуры в физику и технологию полупроводников привело к открытию новых физических эффектов, кардинальному улучшению характеристик фактически всех известных и созданию новых типов полупроводниковых приборов. Электронные устройства на основе гетероструктур сегодня широко используются во многих областях человеческой деятельности.

Королевская академия наук Швеции, представляя нобелевского лауреата, так описала для широкой публики заслуги академика Алфёрова: «... Быстрые транзисторы, созданные на основе открытой им гетероструктурной технологии, используются в радиоспутниковой связи и мобильных телефонах. Лазерные диоды передают инфор-

мационные потоки посредством оптоволоконных сетей интернета. Их можно обнаружить в проигрывателе CD-дисков, устройстве, декодирующем товарные ярлыки, лазерной указке и во многом другом. <...> В будущем лампочки накаливания уступят место светоизлучающим диодам».

Уже на втором курсе, обучаясь в ЛЭТИ, студент Алфёров вступил в Студенческое научное общество, а в начале третьего курса начал работать на кафедре основ электровакуумной техники, возглавлявшейся лауреатом Сталинской премии Борисом Павловичем Козыревым. Кафедра в то время в основном специализировалась на разработке методов регистрации инфракрасного излучения. Свою первую научную награду (Почетную грамоту Ленинградского обкома комсомола и министра высшего образования СССР) Жорес Алфёров получил в 1951 г. за доклад на студенческой научной конференции.

«ЛЭТИ – институт, сыгравший выдающуюся роль в развитии отечественной радиотехники, электроники и образования в этих областях», – подчеркивает Жорес Иванович. Возникший в 1886 г. как училище телеграфных инженеров имени Александра II, уже в 20-х – начале 30-х гг. ЛЭТИ стал центром образования и исследований в области радиотехники и электроники. Его первым выборным директором был изобретатель радио А.С. Попов. ЛЭТИ – активный участник плана ГОЭЛРО. Первенец ГОЭЛРО – Волховская ГЭС – воздвигалась по проекту и под руководством академика Г.О. Графтио. В последующие годы основателями научных школ в ЛЭТИ стали академик А.И. Берг, профессора В.И. Сифоров, А.А. Шапошников, И.Г. Фрейман и другие. *«В послевоенные годы радиотехнический и электронный факультеты ЛЭТИ были, наверное, самыми сильными в стране»,* – отмечает академик Алфёров.

Интерес к полупроводникам юному исследователю привила Наталья Николаевна Созина – жена будущего ректора института Александра Александровича Вавилова. Жорес Иванович часто с благодарностью вспоминает эту свою первую наставницу в науке.

В последующие годы, работая в Физтехе он очень быстро дополнил свое инженерно-техническое образование физическим и стал высококлассным специалистом по квантовой физике полупроводниковых приборов.

Систематическое изучение полупроводников было начато в Физико-техническом институте в начале 30-х гг. под прямым руководством его основателя – Абрама Федоровича Иоффе. Уже в 1932 г. В.П. Жузе и Б.В. Курчатов исследуют собственную и примесную проводимость полупроводников. В том же году А.Ф. Иоффе и Я.И. Френкель создают теорию выпрямления тока на контакте металл-полупроводник, основанную на явлении туннелирования. В 1931 и 1936 гг. Я.И. Френкель публикует свои знаменитые статьи, где предсказал экситонные эффекты и разработал теорию экситонов в полупроводниках. Впоследствии экситоны были экспериментально обнаружены Е.Ф. Гроссом в 1951 г. *«Мы почерпнули очень много из того высокого теоретического, технологического и экспериментального уровня исследований, который существовал в ФТИ в то время»,* – вспоминает Жорес Иванович.

Как известно, в первые послевоенные годы произошло крупнейшее научное событие – были созданы транзисторы, на многие годы определившие одно из главных направлений работы физиков. Сначала молодой исследователь шел в кильватере тех исследований, которые полным ходом уже велись во всем мире. Но его предприимчивый, живой ум искал новый путь в науке, и Жорес Алфёров обратил внимание на гетероструктуры. Многие научные сотрудники, в том числе и его руководитель, заведующий лабораторией Владимир Максимович Тучкевич, отговаривали Алфёрова заниматься гетеропереходами, не веря в перспективность этой тематики.

Хотя сама идея использования гетероструктур в полупроводниковой электронике была выдвинута уже на заре развития электроники, но многочисленные попытки реа-

лизовать ее были безуспешны. Приборы на гетероструктурах не получались. Причина была в сложности создания гетероперехода близкого к идеальному, то есть такого, где размеры элементарных ячеек кристаллических решеток разных полупроводников, составляющих переход, практически совпадали бы. Найти такую гетеропару никто не мог. Именно за это, казалось бы, безнадежное дело и взялся Жорес Алфёров.

Как рассказывает Жорес Иванович, поиски были трудными. Первоначально теоретические изыскания продвигались существенно быстрее, чем их экспериментальная реализация. Для идеального гетероперехода подходили арсенид галлия (GaAs – известнейшее в полупроводниковом мире соединение) и арсенид алюминия (AlAs), но последний мгновенно окислялся на воздухе, и о его использовании, казалось, не могло быть и речи. Однако кладовые природы хранят в себе драгоценнейшие подарки, а ищущий всегда находит. Оказалось, что ключи к нужной кладовой уже были подобраны физтеховской сотрудницей Ниной Александровной Горюновой, замечательным специалистом по химии полупроводников. В 1950 г. ею и А.Р. Регелем, а несколько позже немецким физиком Г. Велькером были теоретически предсказаны и экспериментально открыты свойства полупроводниковых соединений $A^{III}B^V$ (соединения III и V групп таблицы Менделеева).

Жорес Иванович всегда с огромным пиететом относился к энергии и таланту рано ушедшей из жизни Нины Александровны, понял и оценил ее выдающуюся роль в науке. Об открытии Горюновой и Регеля за рубежом стало известно много позже, поэтому в мире долгое время приписывали это открытие лишь немецкому ученому. Получая в последующем золотую медаль Велькера, Жорес Иванович Алфёров заметил, что ее следовало бы называть медалью «Велькера-Регеля-Горюновой».

На ранней стадии исследования гетероструктур теоретические изыскания были выполнены американским исследователем Г. Кремером. Однако следующий важный шаг был сделан, когда независимо Ж. Алфёровым и Р.Ф. Казариновым, а в США Г. Кремером была сформулирована концепция лазеров на основе двойной гетероструктуры (ДГС). В 1966 г. Алфёров с коллегами предсказали эффект «суперинжекции», при котором плотность инжектированных носителей могла бы на несколько порядков превосходить плотность носителей в широкозонном эмиттере. В полученном в 1963 г. Ж.И. Алфёровым и Р.Ф. Казариновым авторском свидетельстве исследователи отметили возможность достигнуть высокой плотности инжектирования носителей и инверсной заселенности с помощью «двойной» инжекции. При этом они особо указали на то, что лазеры на гомопереходах «не обеспечивают непрерывного режима генерации при повышенных температурах», и как дополнительное преимущество ДГС лазеров рассмотрели возможности «увеличения излучающей поверхности и использования новых материалов для получения излучения в различных областях спектра».

В статье, направленной в новый советский журнал «Физика и техника полупроводников», Ж. Алфёров обобщил свои представления основных преимуществ ДГС для различных устройств, особенно для лазеров и высокоомощных выпрямителей. Среди большинства исследователей в то время имел место общий скептицизм относительно возможности создания «идеального» гетероперехода с бездефектной границей и тем более с теоретически предсказываемыми свойствами инжекции. *«Даже фактическая реализация эффективных широкозонных эмиттеров рассматривалась попросту как невозможная, наш патент лазера на ДГС многими рассматривался как «бумажный патент», – вспоминает Жорес Иванович.*

Однако дальнейший прогресс в области полупроводниковых гетероструктур был стремительным. В 1967 г. в физтеховской лаборатории Ж.И. Алфёрова и исследовательском центре корпорации ИВМ одновременно и независимо друг от друга были открыты первые уникальные, фактически идеальные AlGaAs-гетероструктуры. В последующие годы в Физтехе создаются наиболее важные приборы, в которых

реализуются основные преимущества гетероструктур. Среди них: низкопороговые ДГС лазеры при комнатной температуре; высокоэффективные светодиоды; солнечные элементы и биполярные транзисторы на гетероструктурах; тиристорные переключатели на гетероструктурах. Большинство этих результатов было воспроизведено в других лабораториях в течение 1-2 лет, а в некоторых случаях даже позже.

Международная конкуренция в 70-х гг. была очень сильной. Как рассказывает Ж.И. Алфёров: *«Достижение режима непрерывной лазерной генерации при комнатной температуре вызвало взрыв интереса к физике и технологии полупроводниковых структур. Мой доклад произвел большое впечатление на участников конференции в университете города Ньюарк в США в 1969 г., потому что в этой области мы оказались впереди американских исследователей почти на два года».*

В 1971 г. в авторском свидетельстве физтеховцев были сформулированы основные идеи относительно лазера с распределенной обратной связью. В последующем ими был выполнен теоретический анализ работы такого полупроводникового лазера и созданы действующие установки.

После того как Жорес Алфёров с командой своих сотрудников сделал первый лазер на гетеропереходе, он обронил фразу: *«Я гетеропереходящую всю полупроводниковую микроэлектронику!»*. И действительно, из достигнутых на сегодня результатов по исследованию гетеропереходов в полупроводниках и созданию новых приборов на их основе значительная часть впервые была получена в лаборатории контактных явлений в полупроводниках Физико-технического института имени А.Ф. Иоффе АН СССР. При этом Жорес Иванович Алфёров и коллеги отмечают, что большой вклад на начальном этапе в понимание электронных процессов в гетеролазерах внес физик-теоретик Рудольф Казаринов.

К 1970 г., когда американцами были созданы первые волокна с малыми потерями, в физтеховской лаборатории Жореса Алфёрова впервые в мире уже появились полупроводниковые лазеры на основе полупроводниковых гетероструктур, работающие в непрерывном режиме при комнатной температуре. В итоге возникла волоконно-оптическая связь. Гетероструктуры в системе ALAs-GaAs являются идеальным материалом для создания оптических интегральных схем, так как в данном случае возможна реализация в одном монокристалле практически любого набора элементов такой схемы.

Как известно, оптические методы передачи и обработки информации оказались весьма привлекательны благодаря значительной большей плотности информации в единице объема, помехозащищенности, высокой скорости записи и обработки.

Сегодня едва ли возможно вообразить нашу жизнь без телекоммуникационных систем, основанных на лазерах с двойной гетероструктурой, без гетероструктурных светодиодов и биполярных транзисторов, без малощумящих транзисторов с высокой подвижностью электронов, применяющихся в высокочастотных устройствах, в том числе в системах спутникового телевидения. Лазер с ДГС присутствует теперь фактически в каждом доме в проигрывателе компакт-дисков. Примечательно, что работает он на той же длине волны, на которой впервые на практике была осуществлена генерация экспериментального прибора в физтеховской лаборатории Жореса Ивановича Алфёрова.

Солнечные элементы с гетероструктурами широко используются сегодня как для космических, так и для земных программ. За время, прошедшее после создания первых гетерофотоэлементов AlGaAs в 1969 г. в Физико-техническом институте имени А.Ф. Иоффе АН СССР, их КПД достиг рекордной величины – 40% и, что не менее важно, была продемонстрирована их способность эффективно работать при высоких температурах и, следовательно, на концентрированных потоках солнечной радиации. Полупроводниковые солнечные батареи уже более двух десятилетий являются основным и почти единственным источником энергоснабжения космических аппаратов: больших орбитальных космических станций «Мир», спутников «Космос» и многих других.

Патриот

*«Будущее России определится не Богом и не верой в Бога,
не верой в президента и его доброй волей,
а научным потенциалом страны,
развитием науки и образования».*

Жорес Алфёров

Депутат Государственной Думы Российской Федерации Жорес Иванович Алфёров сегодня – единственный в мире нобелевский лауреат, который одновременно является членом парламента. В качестве депутата он особенно горячо выступает за разработку и принятие законов, обеспечивающих перспективу сохранения и развития фундаментальной науки в нашей стране, он пламенно защищает российскую науку, образование и культуру, в том числе и от невежества, ханжества и мракобесия.

Когда академик Ж.И. Алфёров стал нобелевским лауреатом, его публицистическая деятельность естественным образом возросла. Но при этом неизменной осталась его позиция защитника вечных ценностей: научной истины, социальной справедливости, веры в будущее.

«Я думаю, что самое страшное для нас сегодня, страшное действительно, по большому счету, – это то, что даже тогда, когда мы сохранили научный потенциал, когда наши лаборатории сохраняют научное лидерство в мире, практически наши результаты почти не востребованы в нашей, своей, стране», – говорит и пишет Жорес Алфёров. Нужно совершенно четко понимать, что даже фундаментальная наука, абстрактные науки погибнут, если не развивается экономика, основанная, что называется, на знаниях.

Белорус по национальности, интернационалист по духу, Жорес Иванович Алфёров принадлежит к когорте тех людей, кто остался верен идеалам социалистического отечества, утверждая, что *«несмотря на все то, что с нами произошло, идеи социальной справедливости не умрут»*. Идя на очередные выборы, он прямо заявлял: *«Я – за КПРФ!»*

Говоря о Союзе России и Беларуси он занимает последовательную позицию отстаивания необходимости реального создания Союзного государства, подчеркивая, что *«кому-то очень нужно задушить саму возможность возрождения нашего Союза»*, поскольку равные возможности для экономических структур России и Беларуси могут продемонстрировать для большинства населения преимущества белорусской модели экономики. Это снова поставило бы на повестку дня для общества возможность социального выбора.

«Первым политическим деятелем, не только осознавшим всю глубину политической и экономической трагедии разрушения СССР, но и приступившим к его воссозданию, был президент республики Беларусь – Александр Григорьевич Лукашенко», – отмечает Жорес Иванович и при этом подчеркивает, что в среде белорусской научной и научно-технической интеллигенции многие очень болезненно переживают распад Советского Союза. Хотя, может быть, и не все с одобрением относятся к президенту Лукашенко, но все понимают, что только он в сегодняшних условиях может справиться с создавшейся ситуацией. Белорусы, благодаря прежде всего энергии, воле и огромному авторитету А.Г. Лукашенко, сохранили промышленность. Хотя в Беларуси нет ни нефти, ни газа, ни металла, ни угля, а есть только головы и рабочие руки, там работает промышленность, которую они не позволили приватизировать. Белорусы – единственные, кто сумел сохранить электронику. *«Электроника России сохранена не более чем на 25%. На Украине ее больше не существует. В других республиках –*

тоже. А электронная промышленность Белоруссии работает. Если в советское время выпускалось триста миллионов «чипов», то в 2003 г. – миллиард», – подчеркивает Жорес Алфёров. «Я очень благодарен моей республике и горжусь замечательным белорусским народом, гораздо больше сохранившим советские идеалы, чем растратившая их Россия», – говорит он.

В нынешних условиях нужно немалое гражданское мужество, чтобы прямо заявить: «Несколько лет тому назад я воспринял предложение президента России В.В. Путина объединяться путем вхождения Беларуси областями или целиком в качестве субъектов Российской Федерации как оскорбление белорусского народа. Белоруссия вместе с СССР и Украиной – государства-основатели ООН, и лишить ее государственности никто не имеет права. Для России Беларусь – друг и защитник западных границ. Любовь и дружба наших народов требуют такта и уважения со стороны руководства. И тогда они нерушимы».

Главное в Жоресе Алфёрове, как отмечают его друзья и товарищи по научному цеху, – это любовь к науке, понимание ее красоты и умение видеть основное в задумываемом, планируемом и свершенном. В наше непростое время, используя возможности парламентария (возможности для общения с влиятельными людьми) депутату Алфёрову удалось «пробить» создание и строительство уникального научно-образовательного центра при ленинградском Физтехе, где обучение физике начинается уже со школьной скамьи. «Наш центр – это Дело, Дело святое. И страна и народ от этого выиграют», – так говорит о своем детище сам Жорес Иванович.

Наша страна должна строить собственную экономику на хай-теке и определять экономическое развитие наукой, в противном случае она будет строить свое будущее на распродаже сырьевых ресурсов. Поэтому великое и благое дело, если мы будем делать все, чтобы Россия развивалась на основе выверенных экономических принципов. Сегодня главная задача в экономике страны – возрождение наукоемких отраслей промышленности. Без этого отечественная наука просто не будет востребована в России. Очень важно делать вполне конкретные шаги по этой дороге, делать то, что ты можешь. «Сегодня я бьюсь над возрождением отечественной электроники. Потому что она была, есть и на ближайшие 30-40 лет останется движущей силой развития всех отраслей промышленности, всей экономики, в том числе ее социальной сферы. Рассуждать о том, что мы компьютеры купим, чипы купим, значит обрекать себя на роль придатка технологически продвинутых стран! В Государственной Думе я потому, что могу помочь нашей науке выжить в нынешних трудных условиях», – так сказал академик Алфёров в одном из интервью журналистам.

* * *

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕОНИДА ВИТАЛЬЕВИЧА КАНТОРОВИЧА В ОБЛАСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ в 1950-х годах

Известный математик и экономист Леонид Витальевич Канторович (1912-1986), лауреат Государственной (Сталинской) премии СССР (1948), Ленинской премии (1965) и Нобелевской премии по экономике (1975), в 1950–1960-е гг. активно занимался вопросами использования вычислительных машин, причем начал эти работы еще тогда, когда в Ленинграде не было ни одной вычислительной машины. Этот интерес стимулировался проводившимися тогда в ЛОМИ под его руководством очень ответственными вычислительными работами (расчетами по атомной программе), выполнявшимися по правительственному поручению.

В качестве доступного вычислительного средства, кроме немецких электромеханических настольных автоматов и полуавтоматов «Рейнметалл» и «Мерседес-Эвклид», математикам предлагались так называемые счетно-аналитические комплекты, работающие с перфокартами. Они были закуплены для обработки результатов Всесоюзной переписи населения и по завершении этой работы мало использовались. Канторович и его сотрудники нашли новые интересные применения для этого комплекта. Мы обсудим этот очень интересный этап исследований в следующем параграфе.

При появлении доступных для группы вычислительных машин (сначала только в Москве), которые сразу же стали использоваться для расчетов, появились естественные раздумья о стиле программирования. Нужно напомнить, что программирование первоначально велось в реальных адресах, – автокод появился у советских программистов довольно поздно. В это время у Л.В. Канторовича появилась идея «крупно-блочного программирования» – создания интерпретаторов, которым можно было бы передавать задание в терминах крупных стандартных действий над объектами. (В нашем обзоре мы используем комментарий наиболее активной участницы этой работы, Людмилы Трофимовны Петровой.)

Весьма интересны приложения вычислительной техники, которые увидел Л.В. Канторович в те времена. Здесь, кроме традиционных вычислений, нужно назвать, прежде всего, автоматическое производство выкладок, для которого был создан один из ПРОРАБов (так назывались в группе Канторовича специализированные интерпретаторы). Разумеется, одним из важнейших направлений считалось и проведение экономических расчетов, так как применение математики в экономике было в то время одним из наиболее интересных для Леонида Витальевича направлений.

Чрезвычайно интересны нематематические приложения вычислительной техники, которые Канторович смог увидеть в то время. Подробнее об этом можно прочитать в его статье «Перспективы развития и использования электронных счетных машин», опубликованной во втором томе обзора «Математика, ее содержание, методы и значение» (М., 1956). Этот обзор сыграл свою роль в борьбе с преодоленной попыткой «лысенковщины» в математике. Интересный материал содержался также в рукописи Л.В. Канторовича «Значение современных счетных машин для человеческой культуры», увидевшей свет только в 2004 г.

Имевшаяся техника

Итак, группа Канторовича начала осваивать громоздкий и неуклюжий счетно-аналитический комплект, в котором в качестве средства программирования использовалась коммутационная доска. Позднее Леонид Витальевич в своей мемуарной статье «Мой путь в науке», впервые опубликованной в сокращенном виде в 1987 г. журналом «Успехи математических наук», вспоминал: *«М.К. Гавурин и я предложили некоторые новые схемы использования этих счетных машин. Основной принцип их эффективного использования – это запараллеливание аналогичных вычислений, благодаря чему появлялась возможность введения простейших программных изменений на коммутационной доске (конечно, вручную)»*. Способы скорой выборки из таблиц и способ расчета скалярного произведения не умножением, а сложением на табуляторе, были предложены авторами еще в 1948 г. (при этом один из сомножителей формировался не в десятичной, а в двоичной системе).

Серьезным конкретным достижением было вычисление на этой примитивной технике таблиц Бесселевых функций до 120 порядка на большом интервале. Наиболее интересным решением, позволившим получить такие результаты, было запараллеливание вычислений при интегрировании на этих машинах дифференциального уравнения для Бесселевых функций. Запараллеливание достигалось тем, что промежуток интегрирования был разбит на несколько интервалов и функции разных номеров на каждом из интервалов вычислялись одновременно, поэтому получались достаточно большие массивы одинаковых операций, которые эффективно осуществлялись на этих машинах. Результаты этой работы были опубликованы в справочнике «Таблицы функций Бесселя $J_n(x)$ целых номеров от 0 до 120», подготовленном М.К. Гавуриным и В.Н. Фаддеевой (Гостехиздат, 1950).

«Эта работа была сделана при моем участии М.К. Гавуриным и В.Н. Фаддеевой. Любопытно, что параллельно таблицы Бесселевых функций рассчитывались в США на машинах «Марк» и даже «ЭНИАК». Наша работа началась двумя годами позже и была выполнена всего за полтора года, еще до того, как закончилось издание американских таблиц», – писал Леонид Витальевич.

Нужно отметить, что в то время Канторович думал и над усовершенствованием используемой вычислительной техники. Вместе с М.К. Гавуриным и В.Л. Эпштейном они разработали «Функциональный преобразователь» – релейное вычислительное устройство, предназначенное для вычисления значений функций, наиболее часто встречающихся в расчете. Это устройство было создано в 1946–1950 гг. и запатентовано в 1954 г. Авторское свидетельство № 98671 «Функциональный преобразователь» было выдано Л.В. Канторовичу, М.К. Гавурину и В.Л. Эпштейну с приоритетом от 03.10.1955 г.

Отметим, что интерес к разработке вычислительных средств сохранился у Леонида Витальевича и в дальнейшем. Особый успех выпал на долю разработанного им совместно с Н.Н. Посновым и Ю.П. Петровым релейного счетного устройства, запущенного в серию под названиями «Вятка» и «Вильнюс». По имевшимся у Л.В. Канторовича сведениям за 10 лет советские заводы выпустили около 40 тыс. этих машин. Еще на ряд изобретений Л.В. Канторович совместно с Я.И. Фетом и другими авторами получил патенты в 1960-е гг., когда он работал в Новосибирске.

Описание и анализ вычислительных схем

В связи с появлением доступных вычислительных машин группа Канторовича стала, наряду с практическим программированием, заниматься разработкой средств, облегчающих программирование. Публикации этой группы в области программирования начались в 1956 г. Первая статья «Перспективы развития и использования

электронных счетных машин» была опубликована Л.В. Канторовичем во втором томе сборника «Математика, ее содержание, методы и значение». В основе предложенного авторами подхода лежит фундаментальное понятие абстрактных схем вычислений, которые являются информационными объектами наряду с обычными величинами. Этими схемами выражалась система отношений между объектами: рассматривалось отношение непосредственной подчиненности между результатом и его аргументами, вводилась важное понятие явной схемы. Суть этого понятия хорошо рассмотреть на простом примере, который без изменений приводится в нескольких работах того времени.

Пусть требуется вычислить: $y = \sqrt{x+a}(\cos \sqrt{x+a} + e^x) + e^x/\sqrt{x+a}$.

Запишем последовательность вычислений, «собирающих» эту формулу из первоначальных значений x и a . Обозначая искомый результат номером 1, представим его как сумму двух слагаемых с номерами 2 и 3: $1 = (+, 2, 3)$. Выражение номер 2 представимо произведением выражений 4 и 5: $2 = (\times, 4, 5)$. 4 – это квадратный корень из выражения 6: $4 = (\sqrt{\cdot}, 6)$. Теперь без пояснений запишем всю формулу полностью как схему вычисления:

$1 = (+, 2, 3)$. $2 = (\times, 4, 5)$ $4 = (\sqrt{\cdot}, 6)$. $6 = (+, 7, 8)$ $7 = x$ $8 = a$;
 $5 = (+, 9, 10)$. $9 = (\cos, 4)$ $10 = (\text{exp}, 7)$. $3 = (:/, 10, 4)$.

Эти вычисления могут быть представлены деревом, что и показано на рисунке – авторском чертеже. Из чертежа видно, что некоторым величинам соответствуют в дереве несколько вершин.

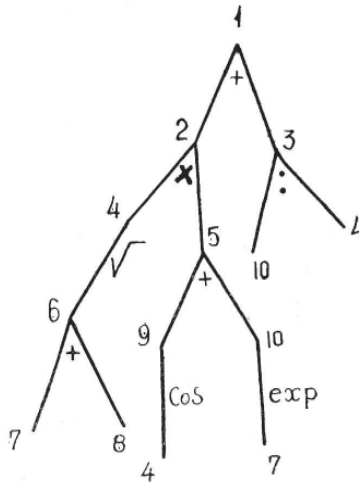


Рис. Дерево вычислений

Канторович и его соавторы предусматривали возможность анализа и преобразования абстрактных схем на синтаксическом уровне. На семантическом уровне рассматривалось отношение совместности аргументов, вводилось понятие решения схемы, изучалось преобразование схем по схемным тождествам (по образцам).

Многие решения, найденные тогда в крупноблочной схемной символической, актуальны и сегодня. Схемы Канторовича, модельный (уровневый) подход, методы трансляции, гибко сочетающие компиляцию и интерпретацию, находят свое отражение в современных системах программирования. Можно сказать, что Л.В. Канторович на заре теории программирования, когда программы разрабатывались еще в машинных кодах, сумел верно указать принципиальные пути ее развития более чем на 30 лет вперед. Следует

заметить также, что всего несколько лет назад подобная схема с некоторыми упрощениями появилась под названием «прямолинейная программа» в качестве удобной модели сжатого текста при изучении трудоемкости операций над сжатыми текстами.

ПРОРАБЫ (крупноблочное программирование)

Использованный авторами термин «крупноблочное программирование» был заимствован ими из области строительства. В послевоенном восстановлении Ленинграда темы строительства были очень популярны, и рациональные нововведения горячо обсуждались. Я помню, как пропагандировался переход в строительстве к «крупным блокам» – их размеры были много больше, чем у обычных кирпичей. Крупные блоки подготовили переход к панельному строительству и сборному железобетону. Термин ПРОРАБ (производитель работ) также был взят из строительства.

Что же касается крупноблочного программирования, то, кроме воспоминаний самого Л.В. Канторовича, есть комментарий упоминавшийся выше Людмилы Трофимовны Петровой. В своем «Комментарии к работам Л.В. Канторовича по крупноблочному программированию», опубликованном в Сборнике трудов Института математики СО АН СССР (1987), она пишет: *«Крупноблочные системы программирования оперировали не с индивидуальными числами и символами, а с укрупненными агрегированными информационными объектами. Такие структуры данных (матрицы, векторы, последовательности, деревья, схемы и т. п.) выступали как целое в вычислительных планах, а стандартные способы обработки отдельных элементов этих объектов выполнялись автоматически на нижних уровнях. Это давало возможность ввести иерархическую структуру в языки программирования, освобождая верхние уровни от ненужной детализации, обеспечивая компактность и обзорность записи программ на этих языках. С каждой величиной связывались три характеристики, выделялись три ее стороны:*

1) имя;

2) справка (информация о типе и структуре величины, о размещении ее в машинной памяти);

3) запись (т. е. значение, фактическое представление элементов величины, ее денотат).

Так очень естественно уже на первых шагах Л.В. Канторовичем были отчетливо введены в рассмотрение синтаксический, смысловой и интерпретационный уровни информационных объектов, и объект рассматривался «объемно», как целостное единство этих компонент».

Описание схемы вычислений в «ПРОРАБах» содержало не только простейшие арифметические операции, но и (в соответствии со сказанным выше) многие укрупненные операции над объектами (упорядочение массивов, скалярные произведения, операции над матрицами и т. п.), которые выполнялись с помощью подпрограмм.

В ходе реализации этой идеи было разработано несколько таких ПРОРАБов:

– ПРОРАБ для операций с векторами и матрицами;

– полиномиальный ПРОРАБ;

– ПРОРАБ для проведения аналитических выкладок».

Конечно же, они разрабатывались в натуральных программных кодах, и передаваемый им план вычислений тоже выглядел как число – кодовая последовательность. Описание «Полиномиальный прораб и проведение аналитических выкладок на ЭВМ» было приведено, например, в статье Т.Н. Смирновой в Трудах Математического института АН СССР (1962, Т. 66). К сожалению, фактически написанные в это время программы «погибли дважды» – при переходе в программировании на автокод и алгоритмические языки и при отказе от тех ЭВМ, для которых ПРОРАБЫ были написаны.

О выкладках стоит сказать особо. Кажется удивительным, что в те времена, когда на вычислительной машине был только цифровой ввод (о том, что на перфокарте можно набивать буквы, стало известно программистам много позже) и вывод, исследователи уже задумывались о том, как эти машины можно использовать в проведении сложных выкладок. Тем не менее, этому вопросу уже было уделено внимание Л.В. Канторовичем, Л.Т. Петровой и М.А. Яковлевой в выступлении на конференции «Пути развития советского математического машиностроения и приборостроения», проходившей в марте 1956 г. в Москве (материалы были опубликованы).

Прогнозы на будущее

Здесь можно начать с нескольких абзацев из статьи Л.В. Канторовича 1954 г., «Значение современных счетных машин для человеческой культуры», опубликованной только 50 лет спустя. После объяснения принципов работы вычислительных машин и возможностей их использования в вычислениях и управлении промышленными и транспортными агрегатами он пишет: *«Перейдем к другим видам применения счетных машин. Оказывается, что, помимо вычислений, с помощью тех же машин могут выполняться различные другие виды работ. Так, если буквенный текст закодирован в цифровой форме, то с помощью электронных машин осуществимы различные виды его анализа и обработки. Для их выполнения достаточно тех же возможностей машин, которые используются для числовых расчетов, а именно: ввод и вывод данных, фиксация и хранение результатов, сопоставление, логическая обработка и классификация и вообще обработка по определенной программе, учитывающей различные условия.*

Нельзя считать исключением, что когда-нибудь такие машины будут использоваться поэты для подбора рифм, созвучий, синонимов и т. п. В частности, имеется опыт подбора с помощью машин разнообразной информации по определенному вопросу – составление библиографии, выписка из литературы, содержащих все фрагменты, где идет речь о данном вопросе, предмете или лице. Имеются данные об использовании тех же машин для целей автоматической расшифровки и дешифровки текстов.

Наиболее неожиданными и интересными в этом отношении являются опыты применения электронных машин для перевода текста с одного языка на другой. Имеется в виду разработка программ перевода, обеспечивающих не только буквальный перевод отдельных слов по словарю, но и соблюдение ряда грамматических правил, необходимое изменение порядка слов в предложении, подбор из нескольких возможных значений слова, наиболее подходящего в данном контексте. Конечно, построение подобной системы является делом, требующим длительной разработки с участием филологов. Трудно сказать, насколько данная система будет совершенной. Однако уже были проведены первые удачные опыты такого перевода с русского языка на английский с использованием словаря небольшого размера.

Другим любопытным примером применения машин является игра. В простейших играх, в частности, допускающих точный математический анализ, таких как крестики-нолики, машина может играть наилучшим образом. Были, однако, проведены также опыты игры с помощью машины даже в шахматы и шашки. Принцип игры состоит в том, что машина сопоставляет все варианты, скажем, на два хода вперед, оценивая по определенным правилам полученную в результате позицию. Конечно, такая система обеспечивает довольно примитивный уровень игры. Однако уже в настоящее время вполне осуществимо решение с помощью машины задачи на мат в 2-3 хода, а также исчерпывающий анализ эндшпиля с малым числом фигур, причем, на основе использования результатов анализа, машина может разыгрывать подобные

этюды наилучшим мыслимым образом. Надо считать вероятным, что в дальнейшем обнаружатся возможности и более успешного использования машин в шахматной игре. Следует отметить, что использование цифровых машин для игры представляет не только любопытный курьёз, но может иметь также определенный научный и практический интерес. ...

Следует помнить, однако, что во всех случаях использования электронных машин для автоматизации умственного труда машина никогда не может осуществлять самостоятельную умственную деятельность: она создана человеком, осуществляет свои функции в указанное им время, по данным им заданиям и предписаниям, предусматривающим её действие при всех возможных обстоятельствах. Она представляет лишь придаток, продолжение человеческого мозга, подобно тому, как обычные машины представляют продолжение рук человека, и поэтому, конечно, не может заменить человека в его умственной деятельности».

Интересно, что уже в то время Л.В. Канторович предвидел многие современные применения вычислительных машин – вплоть до рисования мультфильмов. К сожалению, работы школы Л.В. Канторовича не «состыковались» с западным развитием программирования на базе универсальных языков программирования. В 1950-е гг. для такой стыковки не было никакой возможности: не было ни оборудования, ни кадровых ресурсов. Но после того как вычислительные машины и программирование распространились повсеместно, во многих системах идеи Канторовича, часто переоткрытые независимо, зажили новой жизнью.

В 2004 г. Новосибирским издательством СО РАН были изданы два обширных тома библиографического издания «Леонид Витальевич Канторович: человек и ученый» (редакторы-составители В.Л. Канторович, С.С. Кутателадзе и Я.И. Фет.), содержащие много интересных материалов о его жизни и творчестве. На его страницах представлен и полный текст мемуарной статьи Леонида Витальевича «Мой путь в науке».

* * *

«КИБЕР-БЕРГ»: АКАДЕМИК АКСЕЛЬ ИВАНОВИЧ БЕРГ

«Человек с большой буквы».

Л.П. Крайзмер

Минувший век, который часто называли веком радиоэлектроники, был ознаменован тремя великими достижениями: освобождением атомной энергии, выходом человека в космос и рождением кибернетики. Широкое внедрение в практику таких научно-технических достижений как радиовещание, телевидение, радиолокация, компьютеры и Интернет изменили мир. В когорте отечественных ученых, от А.С. Попова до Ж.И. Алфёрова, внесших наиболее существенный вклад в развитие научно-технического прогресса, свое почетное место занимает академик Аксель Иванович Берг.

Выдающийся ученый и организатор науки, Герой Социалистического Труда, адмирал-инженер, академик Аксель Иванович Берг был человеком, с именем которого непосредственно связано развитие ряда новых направлений научно-технического прогресса, прежде всего радиотехники и электроники. Он сыграл выдающуюся роль в становлении вычислительной техники и развитии автоматизированных систем управления в нашей стране. Инициатор и руководитель исследований по кибернетике и ее приложениям, создатель и на протяжении 20 лет бессменный председатель научного Совета по кибернетике при Президиуме Академии наук А.И. Берг внес значительный вклад в становление в нашей стране бионики, технической кибернетики, структурной лингвистики, искусственного интеллекта. Девизом всей его жизни были слова: *«Я не представляю себя, своей жизни вне людей и живой работы».*¹

Детство, юность

*«На три четверти швед и
на одну четверть – итальянец».*

И. Радунская

Родился Аксель Иванович Берг в 1893 г. в Оренбурге, в семье русского генерала шведского происхождения Ивана Александровича Берга, все предки которого жили в Выборге (русском городе еще со времен Петра I). Старые культурные традиции, одаренность, увлеченность, чувства долга и чести были характерны для этой семьи. Мальчик рано лишился отца, а его мать – урожденная Елизавета Камилловна Бертольди «осталась с большой семьей и маленькой пенсией». Семья перебралась сначала в Выборг, а затем в Петербург. Позже Е.К. Берг – *«учительница рисования»*, как писал в своих автобиографиях Аксель Иванович – была директриссой Мариинской женской гимназии в Царском Селе.

Первый язык, которым овладел маленький Аксель, был татарский (и няня, и горничная, и отцов денщик в Оренбурге – все были татарами). Вторым языком был фин-

¹ Путь в большую науку: академик Аксель Берг. – М.: Наука, 1988.

ский (население Выборга, куда переехала вдова с детьми, в большинстве своем было финским.) Среднее образование Аксель Берг получил в Петербурге. Проучившись год в немецкой школе («Петришуле»), он затем поступил в Александровский кадетский корпус, где мог учиться за казенный счет. После выпуска, сдав необходимые экзамены, юноша продолжил образование в Морском корпусе, который после русско-японской войны стал всеобщим.

Страсть к морю юному Акселю привил друг его деда адмирал Мирбах, ранее преподававший в Морском корпусе математические науки и плававший с гардемаринами на учебных судах. Дед же по матери, Антонио Камилло Бертольди учил внука игре на скрипке. Позже, уже в кадетском корпусе, Аксель сам занимался на уроках скрипки, музыканта из оркестра Мариинского театра, и даже занял место второй скрипки в кадетском оркестре под управлением известного дирижера Франца Францевича Шоллара.

С Александровским кадетским корпусом в жизни А.И. Берга связан забавный эпизод. После того как мать привела его и оставила в интернате юному Акселю стало страшно от предстоящей жизни: всегда по команде, всегда – на виду. И он, воспользовавшись первым же удобным случаем, выпрыгнул в окно. Но побег не удался, беглеца вернули. И жизнь пошла по заведенному распорядку...*

Решив поступать в Морской корпус, Аксель Берг самостоятельно изучал астрономию и космографию. Морской корпус, ведущий свою историю от Школы математических и навигацких наук (Навигацкой школы), основанной еще Петром I, давал своим воспитанникам серьезную подготовку по физико-математическим и прикладным морским наукам, позволяя овладевать иностранными языками, способствовал приобретению навыков к светскому поведению и в зависимости от склонностей помогал им приобщиться к тому или иному виду искусств. В Морском корпусе преподавали лучшие ученые моряки, в том числе и такие выдающиеся как А.Н. Крылов и Ю.М. Шокальский. Их пример отношения к порученному делу обязывал и обучающихся работать с полной нагрузкой. Кадет Берг мечтал стать штурманом. *«Именно в Морском корпусе меня приучили проводить эксперименты, оценивать точность полученных результатов. Это умение теперь называем сбором информации... Я очень интересовался астрономией, лоцией, навигацией и другими штурманскими дисциплинами»,* – вспоминал о годах, проведенных в Морском корпусе, сам Аксель Иванович.

Флотская служба

«В жизни всегда есть место подвигу».

М. Горький

Гардемарини на четвертом году обучения принимали присягу и числились на действительной службе по флоту. По окончании Морского корпуса в 1914 г. А.И. Берг был произведен в офицеры. В общей сложности на флоте Аксель Иванович прослужит 48 лет, пройдя путь от гардемарина до адмирал-инженера. В Первую мировую войну мичман Берг – младший штурман линейного корабля «Цесаревич», позже – штурман английской подводной лодки «Е-8», входившей в состав русского флота. Он принимал участие в боях на Балтике и в 1916 г. «за самоотвержие, мужество и усиленные труды в обстановке военного времени» был награжден орденом Станислава 3-й степени.

* Кто знает, не верни тогда офицер-воспитатель в строй юношу, может быть и лишилась бы, в последствии, наука большого ученого?!

Начало XX века в России происходило в обстановке бурных социальных и политических потрясений. В феврале 1917 г. лейтенант Берг по приглашению судового комитета продолжил службу на подводной лодке «Е-8». В дни Октябрьской революции он находился в плавании в море. Во время одной из боевых операций при пожаре на лодке получил отравление газами и в бессознательном состоянии был доставлен в госпиталь. Позже А.И. Берг служил штурманским офицером строящегося на Путиловской верфи эсминца и одновременно был назначен помощником флаг-капитана Балтийского флота по оперативной части. Эта работа соответствовала духу его кипучей натуры. Имея опыт войны на Балтийском море, А.И. Берг выполнил ряд поручений Совнаркома по переводу кораблей из Ревеля и Гельсингфорса в Кронштадт, участвовал в организации героического «Ледового похода» в апреле 1918 г., позволившего спасти боевые корабли флота.

В 1919 г. военмор А.И. Берг назначается штурманом подводной лодки «Пантера», принимает участие в боях с английскими интервентами. В последующие годы А.И. Берг командовал подводными лодками «Рысь» и «Волк», занимаясь их восстановлением и обучением экипажей. За ним закрепилось мнение как об офицере, способном своим энтузиазмом решать вопросы восстановления и введения в строй подводных лодок. Ему поручают срочно ввести в строй еще одну подводную лодку. За самоотверженную работу по восстановлению и приведению в боевую готовность этой новейшей по тем временам подводной лодки «Змея» (*«Мы доделывали ее своими руками»*, – рассказывал позднее Аксель Иванович) в ноябре 1922 г. он был удостоен звания «Героя Труда Отдельного Дивизиона подлодок Балтморья». Аттестат об этом награждении Аксель Иванович хранил всю жизнь.

Сам А.И. Берг в те годы пытается продолжить учебу; он зачислен в учебный класс специалистов-подводников комсостава флота. Знакомство со сложной техникой, особенно с электротехникой, которой в значительной мере были насыщены подводные лодки, приводит моряка Берга к решению стать инженером-электриком. На правах вольнослушателя он становится студентом Петроградского политехнического университета, где ему удалось сдать экзамены и зачеты за четыре курса, но окончить институт, совмещая учебу со службой на флоте, не представлялось возможным.

В конце 1922 г. медицинская комиссия признает А.И. Берга негодным для дальнейшего пребывания в составе действующего флота по состоянию здоровья. В течение года, сдав недостающие экзамены и защитив дипломный проект, он заканчивает электротехнический факультет Высшего военного инженерного училища, получает диплом инженера-электрика флота и поступает на радиотехническое отделение Военно-морской академии. На учебу в академию пришел зрелый боевой офицер и командир, понимавший значение радиотехники и радиосвязи для развития и совершенствования флота.

Радиотехника – первая любовь в науке

«С веком наравне»

Учебу в академии А.И. Берг совмещает с преподаванием радиотехники в училищах разного уровня: он преподает радиотехнику на курсах старшин-телеграфистов, ведет преподавательскую работу сразу в двух высших военных училищах, разрабатывает учебно-методическую литературу. *«Трудно было учиться в Академии, так как не было никаких специальных учебников и до многого приходилось доходить самостоятельно, но это имело и свою положительную сторону, ибо знания основательно закрепляются только тогда, когда они приобретаются ценой затраты упорного труда, я бы сказал творческого труда...»*, – писал позже в своих воспоминаниях Аксель Иванович.

В тот период в радиотехнике совершался переход от искровых – к новым, ламповым радиостанциям. И Берг пишет свои первые учебники: «Пустотные приборы. Курс для старшин-телеграфистов» (Л., 1924), «Катодные лампы. Курс для слушателей электротехнического факультета Военной инженерной академии РККА» (Л., 1925) и «Общая теория радиотехники. Курс для Высшего военно-морского инженерного училища» (Л., 1925). Ратуя за фундаментальность образования, в своей статье «К вопросу о необходимом объеме математики на технических отделениях Морской академии Рабоче-крестьянского Красного флота, опубликованной в «Морском сборнике» в 1924 г., А.И. Берг писал: *«Глубоко ошибочно мнение, что электротехники меньше нуждаются в математике, чем другие специалисты академии».*

Первые навыки обращения с аппаратурой радиосвязи сам А.И. Берг получил еще в годы Первой мировой войны со времен службы штурманом на подводной лодке. Именно тогда он увлекся исследованиями в области навигации и радиоприема. Служба на подводной лодке явилась для него своеобразной исследовательской лабораторией. *«Чтобы точно определить местоположение и выдержать курс среди минных полей, нужно было знать точное время. Сигнал точного времени в 1916 г. передавали по радио французы, немцы и англичане. Когда я его принимал, на лодке стояла тишина»,* – рассказывал сам Аксель Иванович. С тех лет увлечение радиосвязью стало делом всей его жизни, а радио оставалось его первой любовью в науке. Нарождавшаяся новая – ламповая – радиотехника сулила широкие просторы для поисков и свершений.

Аксель Иванович неоднократно говорил, что *«врос»* в радиотехнику под влиянием Иманта Георгиевича Фреймана, одаренного русского ученого-радиотехника, профессора Военно-морской академии и Электротехнического института имени В.И. Ульянова (Ленина). И.Г. Фрейман высоко ценил своего ученика. Еще с 1926 г. А.И. Берг стал помогать вести на кафедре И.Г. Фреймана расчеты по читавшемуся профессором Фрейманом радиотехническому курсу. А в 1929 г. после безвременной кончины своего учителя А.И. Берг стал заведующим кафедрой ЛЭТИ и руководителем всей радиотехнической подготовкой в институте. И много позже, переехав в Москву, Аксель Иванович старался не прерывать связи с институтом. Особенно это проявилось вскоре после окончания Великой Отечественной войны, когда он занялся в ЛЭТИ организацией подготовки инженеров по радиолокации и телевидению, положив тем самым начало радиотехническому факультету.

Окончив в 1925 г. академию, А.И. Берг получил назначение на должность преподавателя Военно-морского инженерного училища, и его сразу же назначили членом секции связи и навигации научно-технического комитета Военно-Морских Сил РККА. В 1927 г. его назначают уже на должность председателя этой секции. *«Через два года после окончания Академии мне пришлось возглавить деятельность по перевооружению флота новой техникой...»*, – писал в своих воспоминаниях академик А.И. Берг.

С середины 20-х гг. Аксель Иванович Берг стал одним из ведущих радиоспециалистов Военно-Морского Флота. Работы Берга 20-х и 30-х годов способствовали существенному продвижению в теории радиопередающих и радиоприемных устройств. Только по теории и методикам расчета ламповых схем с 1925 по 1942 годы им было опубликовано семь учебных пособий и монографий, более десятка статей, излагавших новые результаты. Он разрабатывал вопросы теории, которые позволили создать методики расчета приемно-усилительных и передающих устройств, базирующихся на лампах различных типов – от тетродов до пентодов; эта теория распространялась на самые различные режимы работы генераторных схем. Исследовалась Бергом также и проблематика, относящаяся к вопросам модуляции и методам расчета соответствующих устройств. В 1936 г. без защиты диссертации А.И. Бергу была присвоена ученая степень доктора технических наук.

Отличительной особенностью научно-технической деятельности А.И. Берга всегда являлись новизна и актуальность тематики, оригинальность методов и практическая целеустремленность научных исследований, а также законченность работ, которые всегда доводились до расчетных формул, таблиц и графиков, позволяющих непосредственно применять результаты его исследований в инженерной практике. Свою основную работу он успешно совмещал с педагогической, читая радиотехнические дисциплины в Военно-морском инженерном училище, Военно-морской академии, Ленинградском электротехническом институте и других вузах. Работа в сфере науки была для А.И. Берга неотделима от ее популяризации. Биографы отмечают, что у Акселя Ивановича была замечательная черта: при внедрении в практику чего-то нового всегда начинать с пропаганды этого нового среди заинтересованных лиц и с подготовки соответствующих специалистов. *«Несмотря на большую организационно-техническую работу, я всегда находил время для педагогической деятельности, которая давала мне большое удовлетворение»*, – писал сам Аксель Иванович.

В 1928-1930 годах А.И. Берг выезжал в заграничные командировки в Германию, Соединенные Штаты Америки и Италию, где посещал промышленные предприятия и фирмы, знакомился с корабельными радиотехническими средствами, отбирал образцы приборов и оборудования, оформлял заказы на их приобретение.

А.И. Берг внес значительный вклад в становление и усовершенствование технической базы военно-морской связи отечественного флота. По его инициативе в 1927 г. создается Морской научно-испытательный полигон связи, который в 1932 г. преобразуется в Научно-исследовательский морской институт связи (НИМИС), а А.И. Берг назначается начальником этого института.

«Создание НИМИСа потребовало десяти лет борьбы», – отмечал сам Аксель Иванович. Его всегда отличали высокое чувство долга, принципиальность и непримиримость к недостаткам, которые он критиковал невзирая на лица. Вновь организованному институту было предписано решать задачи «по изысканию и созданию новых технических средств связи и наблюдения, обеспечивающих надежное и устойчивое управление силами флота». (Институт размещался в Ленинграде, в крыле здания Адмиралтейства, выходящем к Зимнему дворцу и реке Неве.)

До начала Великой Отечественной войны под руководством А.И. Берга коллективом работников НИМИСа была создана стройная система радиовооружения кораблей флота всех классов и береговых баз. Флот получил современные по тем временам средства связи. Были разработаны и внедрены две крупные системы радиовооружения, каждая из которых означала качественный скачок в области военно-морской радиосвязи.

Первая система – «Блокада-1» (1927–1932 гг.) – знаменовала собой конец старой искровой радиотехники с телеграфной работой затухающими колебаниями и переход на ламповые передатчики и приемники, позволившие осуществлять более надежную дальнюю радиосвязь с использованием телеграфной работы незатухающими колебаниями и радиотелефонии. За эти работы А.И. Берг был награжден орденом Красной Звезды.

Вторая система – «Блокада-2» (1934–1939 гг.) – означала переход на широкий и плавный диапазон коротких волн для дальней связи, создание более стабильной по частоте радиоаппаратуры и, следовательно, более стабильных радиолиний, что в дальнейшем создало возможность перехода к использованию автоматических методов передачи и приема. Этой системой флот был вооружен еще до начала Великой Отечественной войны и с этой аппаратурой вступил в войну. Как свидетельствует история, «ни одна операция флота не была сорвана по причине плохой работы техники связи».

Кроме работ, связанных с перевооружением кораблей флота радиосвязью, по инициативе Берга и под его руководством в институте выполнялись работы по гидро-

акустике, инфракрасной технике, связи в инфракрасном диапазоне, телемеханике, автоматике, по волновому управлению катерами, телеуправлению торпедными катерами и самолетами. Особое внимание при этом уделялось вопросу опознавания кораблей и подлодок. В 1936 г. под руководством А.И. Берга были поставлены первые в нашей стране опыты по радиолокации.

В годы репрессий

*«Смерть потом прольет публично
На нашу жизнь обратный свет...»*

И. Губерман

«А.И. Берг сын бывшего генерала, по национальности швед...» – как записано в хранящемся в Архиве томе следственного дела 1937-1939 гг. В декабре 1937 г. по обвинению во вредительстве (якобы, неоправданные затраты на НИР и ОКР по созданию новой техники) Акселя Ивановича Берга арестовали. Основанием для ареста послужило подозрение об участии в «антисоветском военном заговоре», так называемом «деле Тухачевского». Аксель Иванович содержался в кронштадтской и бутырской тюрьмах. Одно время его соседями по камере оказались будущий маршал К.К. Рокоссовский и будущий академик П.И. Лукирский. В мае 1940 года дело по обвинению А.И. Берга было прекращено «за недостаточностью улик», а в 90-е годы, уже после смерти Акселя Ивановича, на основании Закона РСФСР «О реабилитации жертв политических репрессий» он был полностью реабилитирован.

Об аресте Берга ходили легенды, он сам в определенной мере способствовал их возникновению. *«Контр-адмирал Берг, бывший контрреволюционер»*, – так, по словам очевидцев, представлялся Аксель Иванович дамам на праздничных мероприятиях. В семье, как писала дочь Берга – Мария Алексеевна, бытовала версия: *«На Черном море шли испытания связи между кораблями в условиях, приближающихся к военным. Испытания сорвались. Присутствовавший на испытаниях К.Е. Ворошилов спросил: – А где Берг? – Узнав, что Берг арестован, приказал разобраться и доложить лично»*.

Пережив репрессии, Аксель Иванович не снизил творческой активности. По словам самого Берга, при его встрече со Сталиным вскоре после освобождения, на вопрос *«Можно ли мне доверять, ведь я только что вышел из тюрьмы?»* И.В. Сталин ответил: *«Вас обижают? Не обижают. Тот, кто Ваше дело вел, будет наказан...»*²

В 1940 г. А.И. Бергу было присвоено воинское звание инженер – контр-адмирал.

Постановление ГКО «О радиолокации»

*«А иначе, зачем
на земле этой вечной живу?»*

Б. Окуджава

В годы Великой Отечественной войны и позже А.И. Берг внес огромный вклад в развитие радиотехнического и радиоэлектронного вооружения Советской Армии. Этот период его деятельности связан с созданием Совета по радиолокации. Новое для тех лет направление радиоэлектроники – радиолокация – уже овладевало умами

² *Ерофеев Ю.Н.* Аксель Иванович Берг. Жизнь и деятельность. М., 2007.

многих перспективно мыслящих военных. Появилась реальная возможность заинтересовать этой темой руководителей Центрального Комитета партии. Как отмечалось выше, первые в нашей стране работы по радиолокации начали проводиться в Научно-исследовательском морском институте связи, руководимом в то время А.И. Бергом, еще в 1936 г. В марте 1943 г. А.И. Берга вызывают в Москву к адмиралу Л.М. Галлеру, начальнику Главного штаба Военно-морского флота, и он привозит свою стройную схему организации радиолокации как отрасли отечественной промышленности.

Как вспоминал очевидец, участник событий, связанных с созданием Совета по радиолокации, впоследствии академик АН СССР Ю.В. Кобзарев: *«Было ясно, что нужны большие усилия, должна производиться большая организационная работа. Понимание этого в аппарате ЦК и привело к вызову А.И. Берга, известного выдающегося организатора, ученого и инженера в Москву, где ему были созданы хорошие условия для работы. Ему были даны большие права, но все это по особому «устному» распоряжению ЦК, без какого бы то ни было оформления. В то время аппарат ЦК имел большую власть. Действовал он от имени Государственного Комитета Оборона. Вызванный в Москву, А.И. Берг действовал весьма энергично. Он заготовил ряд плакатов, пояснявших принцип работы радиолокаторов и их эффективность. С этими плакатами он ездил к наркомам, докладывал, объяснял, убеждал, одним словом, вел широкую пропаганду. И эта его деятельность увенчалась успехом».*

В короткометражном фильме об А.И. Берге, отснятом в 1972 г. на студии Ленфильм, был озвучен рассказ самого Берга о его встрече со Сталиным: *«В ЦК ВКП(б) сочли необходимым привлечь внимание к этому делу. У Сталина состоялось совещание, на котором я был и докладывал, что нужно, чтобы каждый наркомат строил свои радиолокационные станции, но по единой системе вооружения, которую мы разработали. Многие возражали, но они не знали, что я до того в течение трех часов все это докладывал Сталину один на один. Сталин ходил, курил трубку, ругался, что он ничего не понимает – что я ему не так объясняю. Он походил, попыхивая трубкой, а потом сказал «А, по-моему, товарищ Берг прав».* Как свидетельствуют очевидцы, Аксель Иванович неоднократно повторял этот рассказ в частных беседах.

Постановление «О радиолокации» было принято 4 июля 1943 г. на заседании Государственного Комитета Оборона. Именно с этого времени термин «радиолокация» прочно вошел в лексикон специалистов и в разговорный язык, заменив словосочетание «радиообнаружение». Постановление ГКО сыграло огромную роль в развитии всего будущего радиоэлектронного комплекса страны, фактически из прописанной в нем отрасли в последующем возникла вся отечественная электронная промышленность. (Стоит отметить и такой немаловажный факт: как утверждал впоследствии ставший в 1972 г. министром электронной промышленности СССР В.Г. Колесников, *«электроника во времена СССР была самокупаемой».*³)

Для руководства создаваемым при ГКО Советом по радиолокации И.В. Сталин выбрал Г.М. Маленкова. А.И. Берг был утвержден заместителем наркома электропромышленности по радиолокации. Так, в коридорах кремлевской власти неожиданно встретились два уроженца Оренбурга. Член Государственного Комитета Оборона Г.М. Маленков во время войны занимался проблемами оборонного производства, в частности, оснащением Красной Армии самолетами. Он пользовался доверием и неафишируемой поддержкой И.В. Сталина. Совет по радиолокации представлял собой своеобразную организацию: в его распоряжении не было ни одного научно-исследовательского учреждения или производственного предприятия – все они находились в ведении оборонных наркоматов. Однако все рекомендации и указания Совета по радиолокации выполнялись безоговорочно: за ним стоял авторитет Государственного

³ «Красная Звезда», 2003, 4 июля.

Комитета Обороны и законы военного времени. Аксель Иванович позже вспоминал: *«Я в трудные минуты, все-таки звонил по «вертушке» Сталину, несмотря на маленьковский запрет, и говорил о своих трудностях. Сталин всегда помогал...»*

Развитие радиолокации стимулировало работы по освоению импульсной техники, коротких радиоволн и разработку антенных устройств узконаправленного действия. Созданный в стране радиолокационный комплекс позволил решать поставленные правительством военные и гражданские задачи. Когда возникла проблема защиты страны от самолетов-бомбардировщиков, несущих ядерное оружие, созданный научный задел позволил к середине 50-х гг. оснастить систему противовоздушной обороны Москвы комплексом радиолокационных, радиотехнических и вычислительных средств, связанных в единую систему обнаружения целей и управления ракетой-перехватчиком. В 1961 г. отечественные специалисты при помощи отечественных РЛС впервые сбили противоракетой межконтинентальную баллистическую головку.⁴ (Заметим, что американцы смогли повторить такое лишь спустя 20 лет.)

В 1943 г. Аксель Иванович Берг избирается членом-корреспондентом Академии наук СССР. В 1944 г. он вступил в Коммунистическую партию Советского Союза, в том же году ему было присвоено воинское звание инженер – вице-адмирал. В 1946 г. после командировки А.И. Берга в Германию для выполнения специального задания Военное издательство выпустило под его редакцией обзор «Германские методы борьбы с радиолокационными станциями». В 1946 г. А.И. Берга избирают действительным членом Академии наук СССР. В 1951 г. Академия наук присудила А.И. Бергу золотую медаль имени А.С. Попова.

Свои организаторские функции Совет по радиолокации успешно выполнил. В связи с окончанием войны и прекращением чрезвычайного положения в стране в 1947 г. он был преобразован в Совет по радиолокации при Совете Министров СССР, а А.И. Берг был назначен Первым заместителем Председателя Совета по радиолокации при Совнарком СССР.

Еще ранее, в 1943 г. на А.И. Берга было возложено исполнение обязанностей директора «радиолокационного института» (ВНИИ-108), прописанного в постановлении ГКО «О радиолокации». Институт надо было создавать с нуля. Аксель Иванович активно занимался подбором научных кадров организуемого института. Одним из первых на работу в институт был приглашен ученый-физик с мировым именем академик В.А. Фок, который станет в 1946 г. первым лауреатом Сталинской премии 1-й степени за работы, выполненные в «сто восьмом». А.И. Берг руководил институтом до 1957 г., и уже тогда было заложено направление работы в области «противорадиолокации», радиоэлектронной борьбы. При поддержке А.И. Берга было выпущено постановление Совета Министров СССР о разработке самолетной станции помех, и эта станция была принята на вооружение.

В 1953 г. А.И. Берг назначается заместителем Министра обороны СССР по радиовооружению. Он был заместителем при двух министрах обороны: Н.А. Булганине и Г.К. Жукове, а его помощник К.Н. Трофимов в дальнейшем сыграл большую роль в организации разработок средств вычислительной техники военного назначения. Работая на посту заместителя министра обороны СССР, несмотря на колоссальную занятость организационными делами, сам А.И. Берг продолжает научную деятельность.

В послевоенный период А.И. Берг занимался промышленным внедрением радиоэлектроники. В 1953 г., собрав все организации, ведущие работы в области полупроводников, он организовал и возглавил межведомственный совет, задачей которого было направлять общие усилия разрозненных до тех пор организаций. Это сыграло

⁴ Кисунько Г.В. Секретная зона: Исповедь генерального конструктора. М.: Современник, 1996. С.416–417.

значительную роль в ускорении соответствующих разработок и в переходе к промышленному производству полупроводниковых приборов.

Развитие электроники в стране в 60-х гг. уже позволяло расширить ее применение за традиционные рамки радиотехники. Появилось новое направление – электронная вычислительная техника. Однако преимущества электроники перед классической электромагнитной и контактной автоматикой в те годы были понятны лишь ограниченному кругу специалистов, и этот вопрос надо было разъяснять технологам промышленности, машиностроителям, приборостроителям. Как свидетельствовали очевидцы, выступая в 1956 г. в ЛЭТИ на конференции по диэлектрикам и полупроводникам, Аксель Иванович в своем темпераментном выступлении энергичнейшим образом убеждал участников конференции в необходимости уделить самое серьезное внимание разработке ЭВМ. Он ратовал за то, чтобы кафедры и научно-исследовательские лаборатории вузов и НИИ широко развернули самостоятельное проектирование и изготовление вычислительной техники.

Особое значение Берг придавал проблемам автоматизации на основе электроники. Развитие автоматизации управления потребовало углубленного изучения объектов с точки зрения устойчивости их динамических состояний в различных режимах эксплуатации. Возникла и необходимость в разработке новых направлений в теории информации, теории регулирования, теории автоматического управления. К руководству этими работами А.И. Берг привлек крупных ученых: Б.Н. Петрова, А.А. Красовского, Б.С. Сотскова и др.

В 1955 г. А.И. Бергу было присвоено воинское звание инженер-адмирал. А в 1957 г. с ним случился тяжелый инфаркт и по личной просьбе он был освобожден от должности заместителя Министра обороны. Тем не менее, Аксель Иванович имел все основания записать в своем дневнике: *«Нет, жизнь прожита не напрасно. Хотя я не открыл ни одного нового закона, не сделал ни одного изобретения,* но тридцать лет работы в области радиоэлектроники, несомненно, принесли пользу моей стране».*

«КИБЕР-БЕРГ»

*«И академик, и герой,
и мореплаватель, и плотник...»*

А.С. Пушкин

Аксель Иванович Берг сыграл выдающуюся роль в становлении вычислительной техники и развитии автоматизированных систем управления в нашей стране. Став заместителем министра, Берг создал ряд крупных вычислительных центров – шаг, который недалёковидные работники считали ненужной поспешностью. Но это разорвало порочный круг кажущейся ненужности ЭВМ из-за недостатка возможностей их практического применения. Пионерская роль этих ВЦ оказалась весьма значительной.

С 1950 по 1963 гг. А.И. Берг являлся председателем Всесоюзного научного совета по радиофизике и радиотехнике (Радиосовета) Академии наук СССР. Он выступил инициатором создания Всесоюзного научного общества радиотехники и электросвязи имени А.С. Попова и в 1950 г. был избран его первым председателем. В 1954 году Берга на этом посту сменил его ученик В.И. Сифоров. Большое внимание Аксель Иванович Берг уделял пропаганде знаний по радиотехнике: он являлся членом редколлегии научно-популярного журнала «Радио», членом редколлегии журнала «Электричество»,

* Импульсный радиолокатор, на что с сожалением указывал академик Ю.Б. Кобзарев, своевременно не был заявлен и соответственно не запатентован.

а в 1962–1965 гг. главным редактором энциклопедии «Автоматизация производства и промышленная электроника». Еще в 1947 г. академик А.И. Берг выступил инициатором создания «Массовой радиобиблиотеки» и возглавил ее редакционную коллегию. В 2007 г. свое 60-летие это издание отметило выходом в свет 1280 выпуска, посвященного его создателю.

Интерес А.И. Берга к гуманитарным наукам и к их связям с техникой проявился в его тяготении к анализу проблем современной научно-технической революции, и, в частности, к выявлению исторических закономерностей в развитии радиотехники, электроники и связи. Его перу принадлежит много работ, посвященных изобретению радио. По существу только с работы А.И. Берга «А.С. Попов и изобретение радио», опубликованной в 1935 г., у нас начала формироваться действительно научная, документальная история радио. Во время подготовки к празднованию 100-летия со дня рождения А.С. Попова было выявлено много новых, ранее не опубликованных документов и материалов, в частности посвященных признанию приоритета А.С. Попова за рубежом. Часть из них вошла в сборник документов «Изобретение радио А.С. Поповым», вышедший в свет в 1966 г. под редакцией А.И. Берга.

Предвидя наступление «электронной эры», А.И. Берг поднимает вопрос о создании Научно-исследовательского института радиотехники и электроники АН СССР и становится его первым «директором-организатором» (1953–1955 гг.). Затем его усилия направляются на развитие кибернетики.

«Третья жизнь» – так в книге «Аксель Берг – человек XX века» назван кибернетический период деятельности А.И. Берга.⁵ Эта его деятельность во многом определила становление нового комплексного научного направления. «Естественным ходом событий (вместе с развитием радио, которое в 20–30-х годах показало себя как блестящее средство связи, а в начале 40-х, во время Отечественной войны, как первоклассное оружие, а к концу 40-х годов дало внезапный выход – создание электронных вычислительных машин) я к 50-м годам пришел в кибернетику», – писал Аксель Иванович в своих воспоминаниях.

Проблема управления процессами и объектами возникла на заре человечества. Сам термин «кибернетика» появился еще двадцать пять веков назад в колыбели наук – древней Греции. Философ Платон применял его в своих трудах для обозначения искусства управления кораблём, т. е. искусства рулевого. Отсюда и пошло греческое «кибернетес» – «рулевой», «кормчий». Андре Мари Ампер, избранный иностранным членом Академии наук в Санкт-Петербурге, в своей классификации системы человеческих знаний применил этот термин для обозначения предполагаемой им науки, которая должна изучать способы управления обществом. Долгое время после Ампера термином «кибернетика» никто из ученых не пользовался, и он, по существу, был забыт.

Интерес к кибернетике возник, когда известный математик Норберт Винер опубликовал в 1948 г. свою быстро ставшую знаменитой книгу «Кибернетика или управление и связь в животном и машине». Началась интенсивная «цепная реакция», вовлекшая в кибернетические споры и исследования ученых и специалистов разных стран. Однако журналистский бум, поднятый в западной печати, идеалистические и механистические выводы, встречавшиеся в зарубежных популярных статьях, вызвали в нашей стране первоначально резко негативное отношение к кибернетическим идеям. (Сама книга Винера, как известно, была переведена на русский язык и издана в СССР только в 1958 г.)

Период конца 40-х – начала 50-х гг. XX в. характеризовался в СССР специфической идеологической ситуацией – «холодной войной», противостоянием с США

⁵ Радунская И.Л. Аксель Берг – человек XX века. – М.: Молодая гвардия, 1971.

и их союзниками – что, естественно, отразилось на развитии науки и образования. В отечественной печати появились публикации, в которых кибернетика характеризовалась как идеалистическая буржуазная «лженаука». Так, в четвертом издании «Краткого философского словаря» (1954) в статье «Кибернетика» эта наука была определена как «реакционная лженаука, возникшая в США после второй мировой войны и получившая широкое распространение и в других капиталистических странах; форма современного механицизма». Такой взгляд объективно задерживал развитие кибернетических идей, развитие и применение в нашей стране вычислительной техники.

Однако практические задачи (и прежде всего задачи укрепления обороноспособности страны) требовали не прекращения работ в области кибернетики, а расширения и активизации этих исследований. Нужно было преодолеть стену непонимания, косности и недоверия, сломать идеологический барьер. И в лице адмирала Берга, в 1953–1957 гг. занимавшего пост заместителя министра обороны СССР по радиоэлектронике, кибернетика обрела человека, который обеспечил условия для ее становления и расцвета.

Для А.И. Берга кибернетика означала новый жизненный этап. В начале 50-х гг. для него становится очевидной важная роль кибернетики в развитии научно-технического прогресса. Обладая фундаментальными знаниями практически во всех точных науках, Аксель Иванович был, вместе с тем, человеком большого гражданского мужества, столь необходимого для отстаивания кибернетических идей в 50-е гг. *«Не могу сдаваться, не приучен, хочется жить и добиться признания своей правоты»; «Кто не смеет составить собственного мнения – трус, кто не хочет – лентяй, кто не может – глупец»* – эти высказывания принадлежат самому А.И. Бергу.

Со свойственной ему энергией Аксель Иванович начинает пропагандировать кибернетические идеи. Когда, как пишет очевидец, в один из дней в руководимом Бергом «сто восьмом» НИИ было объявлено, что в институте будет прочитан цикл лекций на тему «Кибернетика – наука о наиболее общих законах управления», это была сенсация, быстро облетевшая научные круги Москвы.

Авторитет академика Берга помогает преодолеть сопротивление идеологов от науки. Уже при допечатке в 1955 г. тиража 4-го издания «Философского словаря» огромный текст статьи «Кибернетика» был исключен. К тому времени серию выступлений на научных семинарах в академических институтах, высших учебных заведениях и в организациях, в которых методы кибернетики могли бы принести практическую пользу, организовали А.И. Китов и А.А. Ляпунов. К этой деятельности подключились их коллеги по работе в Вычислительном центре Министерства обороны и других военных организациях.

Семинары по кибернетике стали создаваться и в других местах. Наиболее известным среди них стал семинар секции кибернетики при Ленинградском Доме ученых имени М. Горького, регулярно работающий и по сей день. Секция кибернетики была создана Советом Дома ученых в ноябре 1956 г. Ее первым председателем был Л.В. Канторович, годом позже его на этом посту сменил Л.П. Крайзмер. А.И. Берг непосредственно интересовался работой секции, регулярно знакомился с планами ее работы, дважды выступал на ее заседаниях и даже свой 70-летний юбилей отмечал с активом секции в стенах Ленинградского Дома ученых. Как отмечено в материалах секции, на юбилейном заседании в 1963 г., собравшем около 300 человек, А.И. Берг выступал с докладом о программированном обучении.⁶

Аксель Иванович Берг четко формулирует основную задачу кибернетики: *«Задачей кибернетики является повышение эффективности деятельности человека*

⁶ Кибернетика и информатика: Сборник научных трудов к 50-летию Секции кибернетики Дома Ученых им. М. Горького РАН. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006.

во всех случаях, когда ему необходимо осуществлять управление. Это очень важно подчеркнуть, так как автоматизация управления отнюдь не исключает человека с его знаниями, способностями, фантазиями, сознанием, переживаниями, побуждениями, физиологическими свойствами и др. Деятельность человека только несколько видоизменяется, и он получает возможность лучше управлять, пользуясь методами кибернетики и средствами и системами электронной автоматики». При этом академик Берг неоднократно подчеркивал мысль о том, что компьютер, даже снабженный сверхинтеллектуальной программой, всегда будет лишь «усилителем интеллекта» человека, работающего в паре с ним: «Человек и автомат, взаимодействуя по принципу симбиоза, начинают осуществлять управление объектом как единая управляющая система. Однако совершенно понятно, что человек выполняет функцию субъекта труда, а кибернетическая машина, пусть даже весьма совершенная, - только орудие труда, направленность которого исходит только от человека».

Хронологически берговское понимание кибернетики было сформулировано несколько позже ляпуновского, но в последующем научном развитии, благодаря своей емкости, получило широкую популярность. Кибернетика определялась А.И. Бергом как «наука о процессах управления в сложных динамических системах, основывающаяся на теоретическом фундаменте математики и логики, а также на применении средств автоматики, особенно электронных вычислительных, управляющих и информационно-логических машин»⁷. Говоря о различии теоретической, технической и прикладной кибернетики, Берг относил к первой не только математическую базу, но и философское обоснование новой науки, нужное для преодоления ее негативных оценок. Выделяя прикладную кибернетику, он придавал этому понятию столь объемную трактовку, что кибернетическим подходом охватывался широкий круг наук о человеке и обществе, в частности психология и педагогика – этим его подход отличался от подхода А.А. Ляпунова, не «жаловавшего», например, программированное обучение.

В январе 1959 г. Президиум Академии наук поручил академику А.И. Бергу сформировать Комиссию для подготовки развернутого аналитического доклада «Основные вопросы кибернетики». Верный своему пониманию сути кибернетики, А.И. Берг включил в состав Комиссии, наряду со специалистами в области управления, математиками и программистами, также биолога, медика, лингвистов и экономистов. В том же году по итогам рассмотрения этого получившего большой общественный резонанс доклада Президиум АН СССР принял историческое решение о создании Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика». Научный совет получил статус самостоятельной научно-исследовательской организации; председателем совета был утвержден А.И. Берг, его заместителями А.А. Ляпунов и А.А. Харкевич, ученым секретарем – М.Л. Цетлин. Штатным заместителем председателя стал Я.И. Хургин.

На рубеже 50–60-х гг. в СССР сложилось несколько концепций кибернетики, совпадающих в главных положениях, но различающихся по содержанию и расстановке акцентов. Так, А.А. Ляпунов, математик с широкими теоретическими и прикладными интересами, пришел к кибернетике от проблематики дескриптивной теории множеств, а в своих кибернетических разработках делал ударение на программировании (основы теории которого он и заложил) и информационном осмыслении жизненных процессов. Берг же был инженером, и кибернетика явилась для него прямым продолжением того, с чем он имел дело как один из создателей отечественной радиоэлектроники. С самого начала развития кибернетических исследований в нашей стране А.И. Берг понимал термин «кибернетика» весьма широко.

Вокруг А.И. Берга и создаваемого им Научного совета объединились крупнейшие ученые самых разных профилей: В.В. Парин (биология и медицина), В.С. Немчинов

⁷ Берг А.И. О некоторых проблемах кибернетики // Вопросы философии. 1960, № 5.

(экономика), Н.Г. Бруевич (теория надежности), В.И. Сифоров (теория информации), Н.И. Жинкин и Б.Ф. Ломов (психология), М.А. Гаврилов и Я.З. Цыпкин (техническая кибернетика), В.В. Иванов (лингвистика), Б.С. Сотсков и В.М. Ахутин (бионика), А.Г. Спиркин (философия) и многие другие.

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

В начале 60-х гг. А.И. Берга очень волновала правильная постановка методологических вопросов кибернетики, поэтому первыми крупными мероприятиями Совета стали конференция по философским вопросам кибернетики и научная сессия по биологическим аспектам кибернетики. В 1959 г. он явился инициатором проведения Всесоюзной конференции по применениям средств радио в медицине, много выступал, делал доклады в Академии наук и в Медицинском институте, писал в центральных газетах и журналах. Характерны названия его статей тех лет «Кибернетика и жизнь», «Кибернетика и технический прогресс», «Будущее за кибернетикой», «Медицина и электроника», «Может ли машина думать?».

В нашей стране 60–70-е гг. характеризовались высокой активностью научного сообщества: повсеместно работали семинары и научные школы, проходили многочисленные и, как правило, многолюдные конференции, симпозиумы и совещания, нарастал поток издаваемой в области кибернетики литературы, возникали новые институты и подразделения кибернетического профиля в ранее существовавших организациях. Вокруг Совета по кибернетике быстро сложился коллектив энтузиастов, внедрявших кибернетические идеи в самые разные области человеческой деятельности. В Научном совете по проблеме «Кибернетика» функционировали 16 секций; работая на общественных началах, эти секции должны были опираться на базовые институты. Некоторые из этих институтов были созданы при непосредственном участии А.И. Берга (например, Институт психологии). Благодаря деятельности секций сформировался ряд новых научных направлений и сильные научные коллективы.

Научные советы по проблеме «Кибернетика» были созданы в ряде республик. В нескольких городах страны открылись институты кибернетики, что позволило целенаправленно развивать работы, на основе которых формировались новые научные направления. Большую объединительную роль играли Всесоюзные симпозиумы по кибернетике, которые проводились Институтом кибернетики АН ГССР. С 1961 по 1981 г. состоялось девять таких симпозиумов, на которых обсуждалась практически вся тематика кибернетических исследований. Зарождались и развивались бионика, техническая кибернетика, структурная лингвистика, искусственный интеллект. Так, под руководством академика А.И. Берга, благодаря его энергии, научному авторитету и человеческому обаянию, в нашей стране сформировался мощный фронт кибернетических исследований.

Первое большое издание, созданное Советом, Аксель Иванович назвал «Кибернетику – на службу коммунизму». Вышедший в свет первый том этого сборни-

ка сразу же вызвал реакцию и был переведен в США. (Следует заметить, что в 1964 г., в условиях «холодной войны», американский журнал «Эр Форс» написал: «Большой упор Советского Союза на кибернетику представляет собой величайшую угрозу Западу».⁸

Как явствует из отчета за 1967 г., к работе Научного совета по кибернетике и его секций на общественных началах было привлечено к работе более 800 человек, в том числе 14 академиков, 30 членов-корреспондентов, около 200 докторов и свыше 350 кандидатов наук. В штате же Совета работали всего 26 человек, в том числе 15 научных сотрудников. Был создан поистине неповторимый научный организм!

Творческой и организаторской энергии А.И. Берга обязаны своим развитием многие научные направления кибернетического характера, а именно: теория знаковых систем, теория информации, бионика, математическая теория эксперимента, теория надежности, программированное обучение. А.И. Бергу принадлежит наиболее общее истолкование кибернетики, фактически охватывающее то, что ныне называют информатикой. Он всегда исходил из того, что для современной кибернетики решающую роль играет развитие ее математических методов. *«Прогресс науки во всех ее разновидностях в значительной степени определяется ее математизацией»*, – подчеркивал Аксель Иванович.

Спектр научных интересов самого А.И. Берга в 1967 г. – это кибернетика, электроника, надежность и управление качеством промышленных изделий, радио, программирование. Одной из секций Научного совета была Секция надежности (председатель – академик Н.Г. Бруевич). Создание такой секции в составе Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» способствовало быстрому становлению отечественной теории надежности, ее математизации и кибернетизации.

Фундаментальные проблемы кибернетики Берг увязывал с проблемой человек – машина. С 70-х гг. стремительно развивается новое научное направление – искусственный интеллект. Сначала круг его интересов включал лишь вопросы, связанные с моделированием интеллектуальной деятельности, но постепенно в сферу приложений искусственного интеллекта втягиваются практически все направления информатики. Однако главным направлением, по которому происходит прогресс кибернетики, является развитие вычислительной техники (включая соответствующее математическое и лингвистическое обеспечение), а также прикладной математики. Это предвидел А.И. Берг, подчеркивавший ключевое значение технологии и логико-математической организации процедур переработки информации.

Широлись международные связи. Очень активно работали в этом направлении секции по теории информации и искусственному интеллекту. Советом был проведен в СССР ряд очень представительных международных конференций, были изданы их труды на английском и русском языках. В 1975 г., например, А.И. Берг был почетным президентом I Международного конгресса по бионике, который проводился в Варне. В 1970 г. академик А.И. Берг получил приглашение занять пост вице-председателя создававшейся в тот период Всемирной организации по общим системам и кибернетике, однако бюрократические препятствия не позволили этому осуществиться.

Академик А.И. Берг одним из первых в Советском Союзе понял важность проблемы разработки систем управления техническими средствами для исследования и освоения океана. По его инициативе в рамках Научного совета в 1976 г. была организована комиссия «Теория и методы управления системами для исследования и освоения Мирового океана», а в 1978 г. было проведено Всесоюзное совещание «Проектирование плавучих буровых установок». А.И. Берг интересовался трудностями, связанными с поиском и добычей нефти на континентальном шельфе, и высказал

⁸ Радунская И.Л. Кванты и музы. М.: Сов. Россия, 1980. С. 217

мысль о комплексности проблемы исследования, поиска, разведки, добычи, хранения и транспортировки нефтегазовых ресурсов Мирового океана.

Большой проблемой, которая заботила академика Берга, была проблема охраны окружающей среды. Будучи инженером по образованию, он хорошо понимал значение техники для прогресса общества и необходимость строгого контроля за ее воздействием на окружающий мир.

Особенное внимание среди сфер приложения идей, методов и технических средств кибернетики Берг уделял биологии и медицине, психологии и педагогике. Медицина и образование привлекали пристальное внимание Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» с самых первых шагов работы. Академик А.И. Берг стремился помочь медикам и биологам более широко использовать современные технические средства и методы точных наук для достижения прогресса в биологии и медицине. Необходимость разработки новой медицинской аппаратуры для лечебных и научных учреждений, важность создания алгоритмов обработки биологической информации и подготовки соответствующих специалистов Аксель Иванович ощутил особенно остро, когда в качестве пациента оказался в кардиологической клинике и сам был вынужден ремонтировать испорченный электрокардиограф. Он был, наверное, первым человеком, который обратил внимание специалистов в области компьютерных систем и кибернетики на необходимость использования их работ в области медицины; многое сделал, чтобы оснастить биомедицинские учреждения современными электронными приборами. По его настоянию было подготовлено правительственное постановление, содержащее пункты, обязывавшие ведомства принять участие в оснащении медицинских учреждений новейшей аппаратурой, по его же инициативе в ЛЭТИ была организована первая в стране кафедра биомедицинской электроники.

Активно выступал академик Берг за создание в Академии наук Института психологии, особо выделяя в его будущей проблематике инженерную психологию как научное направление, тесно связанное с кибернетикой. Но едва ли не на первом месте в сфере интересов Берга в 60-е гг. было приложение кибернетических методов в педагогике – то, что получило название «программированное обучение». Большое внимание он уделял повышению эффективности педагогического процесса. А.И. Берг выступил инициатором создания в Министерстве высшего и среднего специального образования СССР Межведомственного научного совета по проблеме «Программированное обучение» (1964 г.) и был его первым председателем. Имя академика Берга воспринималось в высшей школе не просто как имя известного ученого, но как имя борца, поборника внедрения методов и средств программированного обучения. Он постоянно и много говорил и писал о необходимости внедрения алгоритмических методов и компьютеров в процессы обучения и контроля за успеваемостью.

А.И. Берг призывал создавать макеты ЭВМ в лабораториях НИИ и учебных заведений. *«Пусть эти макеты – говорил он – и не станут настоящими вычислительными инструментами, но они помогут овладеть азами новой техники широким кругам молодых инженеров, техников, студентов, из которых впоследствии вырастут конструкторы и создатели отечественной вычислительной техники»*. В 1957 г. при посещении Московского энергетического института академик Берг горячо поддержал работы студенческого конструкторского бюро, занятого разработкой обучающего автомата. В то время вопрос о технических средствах обучения еще был дискуссионным. Созданный студентами автомат в 1959 году экспонировался на ВДНХ СССР и получил общественное признание. Позже на его основе был создан образец автомата для контроля знаний и обучения – «Экзаменатор МЭИ», впоследствии использовавшийся во многих высших учебных заведениях страны.

Еще в довоенные и военные годы А.И. Берг проявил себя как поборник развития в нашей стране образования в области радиотехники, а позднее радиоэлектроники,

вычислительной техники и кибернетики. Ему принадлежит немалая заслуга в создании в вузах СССР факультетов прикладной математики и кибернетики. Вместе с тем следует отметить, что авторы первых отечественных книг по кибернетике были военными, работали в учебных заведениях, готовивших кадры для Министерства обороны. Академии имени Жуковского и Дзержинского в Москве, Академия имени Можайского в Ленинграде, Харьковское высшее авиационно-техническое училище и Киевское высшее инженерно-радиотехническое училище были первыми военными учебными заведениями, где преподавание кибернетики стало обязательным.

В числе других инициатив А.И. Берг выступил за развертывание работ по структурной, математической и кибернетической лингвистике и семиотике, имея в виду приложения к языку математических методов, стимулированных появлением ЭВМ. В 1960 г. под его руководством было подготовлено и принято Постановление Президиума АН СССР «О развитии структурных и математических методов исследования языка». Первый симпозиум по структурному изучению знаковых систем был организован в 1962 г. В 1974 г. на конференции по теоретическому языкознанию была доложена обобщающая работа А.И. Берга, В.В. Иванова и В.Ю. Розенцвейга «Лингвистика, семиотика и кибернетика». Позже, в 1976–1977 гг. Акселя Ивановича Берга привлекла проблема функциональной асимметрии мозга, ее нейросемиотические и кибернетические аспекты.

Своим детищем Научным советом по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР Аксель Иванович Берг руководил 20 лет, до конца своей жизни. На этом посту он сделал все возможное для развития кибернетики в стране. Велик его вклад в разработку общеметодологических и теоретических вопросов, в исследование истории кибернетики и описание перспектив ее развития. Это 20-летие было временем расцвета научных школ в области кибернетики. Активно и плодотворно работала школа А.А. Ляпунова. Школа М.А. Гаврилова была первой «кибернетической» школой, сформировавшейся из семинара, организованного в середине 50-х гг. в тогдашнем Институте автоматики и телемеханики АН СССР (ныне Институт проблем управления РАН). Школа О.Б. Лупанова – С.В. Яблонского результативно работала на базе механико-математического факультета МГУ. На базе Института кибернетики АН УССР сложилась весьма продуктивная школа В.М. Глушкова. Вокруг двух ярких и самобытных лидеров М.Л. Цетлина и М.М. Бонгарда в 60-х гг. объединились математики, программисты, физиологи, инженеры и физики, интересы которых концентрировались вокруг проблем моделирования в биологии, физиологии, медицине и экологии. Участники этой школы в течение десяти лет регулярно встречались в Комарово под Ленинградом («Комаровские школы») и обменивались полученными результатами. Достижения этой школы в области индуктивного формирования понятий, моделей зрения, моделей роста тканей и коллективного поведения во многом были недостижимы для западной науки.

Есть люди, которые становятся легендой еще при жизни. Академик А.И. Берг, безусловно, принадлежит именно к ним. За свой самоотверженный труд он был награжден одиннадцатью орденами и многими медалями; в 1963 г. ему было присвоено звание Герой Социалистического Труда. Умер Аксель Иванович Берг в Москве 9 июля 1979 г.* После его кончины Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» возглавляли академики Б.Н. Петров, О.М. Белоцерковский, А.П. Ершов, Ю.И. Журавлев.

* * *

* При подготовке этого очерка использованы архивные материалы и публикации об Акселе Ивановиче Берге.

АКАДЕМИК ВОРОНОВ АВЕНИР АРКАДЬЕВИЧ

Воронов Авенир Аркадьевич родился 15(28).11.1910 года в Ораниенбауме, ныне город Ломоносов Ленинградской области; погиб в Москве 17.10.1992 года.

Видный ученый в области теории автоматического управления, академик АН СССР. Он предложил новые методы исследования динамических процессов в линейных и нелинейных системах, разработал методы синтеза цифровых вычислительных устройств для программного управления; совместно с учениками разработал частотные методы моделирования, позволяющие осуществить оптимальный выбор систем обработки информации, внес большой вклад в учебный процесс по автоматическому управлению в высших учебных заведениях. В 1950 г. А.А. Воронов опубликовал книгу «Элементы теории автоматического регулирования», по которой учились многие поколения специалистов (второе издание книги вышло в 1954 г.).

В 1938 г. А.А. Воронов окончил Ленинградский политехнический институт и работал инженером на ГРЭС в городе Балахна Горьковской области. С 1948 г. он преподавал МВТУ имени Н.Э. Баумана и сотрудник Института автоматики и телемеханики (ныне Институт проблем управления РАН). В 1955–1964 гг. Авенир Аркадьевич Воронов работал заместителем директора Института электромеханики АН СССР в Ленинграде; с 1955 г. преподавал в Ленинградском политехническом институте. В 1964–1970 гг. А.А. Воронов заместитель директора Института проблем управления АН СССР в Москве. В 1965–1970 гг. вышел в свет его трехтомный труд «Основы теории автоматического управления», а в 1970 г. книга «Исследование операций и управление».

В 1970 г. Авенир Аркадьевич Воронов был избран действительным членом АН СССР и возглавил Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного научного центра Академии наук СССР во Владивостоке. С 1978 г. академик Воронов – главный научный сотрудник Института системного анализа АН СССР в городе Москве. 15 апреля 1988 г. Воронову А.А. была присуждена Ленинская премия за цикл работ в области автоматического управления.

Ниже публикуются фрагменты из неопубликованных мемуаров Авенира Аркадьевича Воронова.

ИЗ МЕМУАРОВ АВЕНИРА АРКАДЬЕВИЧА ВОРОНОВА¹

...До сих пор у меня хранится ветхая, которую приходится очень осторожно брать руками, чтобы она не рассыпалась, выписка из метрической книги о родившихся. В ней приведены очень скупые и сжатые сведения, которые раньше казались любопытными малозначащими штрихами, а сейчас это единственные документальные свидетельства, касающиеся моей родословной, забытой и не идущей дальше дедов. Воспроизвожу эту выписку.

¹ Материал предоставлен М.Б. Игнатъевым с разрешения дочери академика Анны Авенировны Вороновой и публикуется впервые.

Выпись из метрической книги, часть первая, о родившихся за 1910 год.

Счет родившихся мужска пола – 75

Месяц и день рождения – ноября 15

–”- крещения – ноября 21

Имя родившагося Авенир

Звание, имя, отчество и фамилия родителей:

Помощник бухгалтера канцелярии главноуправляющего землеустройством и земледелием, коллежский ассессор Аркадий Васильевич Воронов и законная жена его Вена Димитриевна, оба православные и первобрачные.

Звание, имя, отчество и фамилия приемников:

Священник Ораниенбаумской Дворцовой Пантелеймоновской церкви Василий Иванович Сыренский и вдова губернского секретаря Евдокия Михайловна Воронова.

Кто совершил таинство крещения

Священник Василий Сыренский с псаломщиком Валентином Пищером. Они же и подписали эту выпись, выданную 9 февраля 1912 года за № 40...

Ленинградский политехнический институт. Первый курс

В моем дипломе записано, что я окончил в марте 1938 г. Ленинградский индустриальный институт. Вы не найдете такого института в Большой советской энциклопедии. Там есть Ленинградский политехнический институт, основанный в 1899 г. и открытый в 1902 г., которому в 1923 г. было присвоено имя М.И. Калинина, никогда в этом институте не учившемся, но, возможно, посетившем его перед этой торжественной датой. В главном корпусе, в зале заседаний Совета висит большая картина, на которой М.И. Калинин в парадном костюме, на который накинута средневековая плащаница, стоит у электрического генератора и держится за какой-то рычаг, кажется, от щеткодержателя. В 1932 г., когда я поступил туда, институт был растащен на несколько институтов, соответствовавших прежним факультетам, а в 1933 г., по видимому, эти институты опять слились в Ленинградский индустриальный институт, а еще позднее ему было присвоено имя С. Орджоникидзе. Но уже после нашего окончания, когда мы получали институтские значки, напоминавшие университетские, он опять был Политехническим институтом имени Калинина. Сейчас, когда начали наводить порядок с присуждением имен, появилась надежда, что институт получит имя ученого, который внес более существенный вклад в развитие института, чем поворот щетки на коллекторе учебного генератора, ведь среди профессуры института есть имена академиков А.Ф. Иоффе, М.А. Павлова, А.А. Байкова, Б.Г. Галеркина, Н.Н. Семенова, Д.В. Скобельцына, П.Л. Капицы, М.Ф. Миткевича, член-корреспондентов М.А. Шателена – одного из создателей ГОЭЛРО, А.И. Лурье и многих знаменитых профессоров. Когда выпускника ЛИИ спрашивают, какой институт он окончил, он отвечает – Ленинградский политехнический. Я тоже считаю себя ленинградским политехником и так и пишу в анкетах, нарушая правила.

По настоятельному совету читавшего у нас физику доцента Н. Зайцева, я выбрал специальность электротяга, на которой пробыл полгода. На первых двух курсах узкая специальность практически не влияла на программу лекций, большинство из которых были поточными. На них преимущественно и знакомились студенты различных групп электромеханического факультета. На них сформировался и круг друзей на последующий период учебы, который не распался при уходе его членов на другие специальности. В эту пору я познакомился и со своей будущей женой – Ниной Петровной Александровой... Из поточных курсов общую физику нам читал профессор Боровик, сопровождавший чтение эффектами опытами, из которых нас поразили опыты с жидким азотом, в котором охлаждалась фетровая шляпа и свинцовый колокольчик.

После охлаждения профессор ронял шляпу на пол, и она разбивалась на осколки, как фарфоровая супница, а свинцовый колокольчик начинал звенеть, как серебряный – мы не знали, что это стандартные трюки, повторяющиеся из года в год.

Лабораторию вел профессор Скобельцын, не академик, но один из «династии» Скобельцыных. Лаборатория давалась легко, помогал «монтерский» опыт. Скобельцын заметил это, услышал, как меня товарищи называли по имени и, подойдя ко мне, спросил: «А вы знаете, что означает французское слово *Авенир*? Это – будущее». Он заинтересовал меня историей электротехники и дал хрестоматию по ней, которую мы с увлечением читали. Читался тогда и курс общей электротехники, который тридцать пять лет спустя не без моего участия (когда я возглавлял научно-методический совет МинВУЗа СССР) был ликвидирован. Читал его Михаил Андреевич Шателен, знавший почти всех русских основателей электротехники лично, бывший инициатором создания музея электротехники на хорах актового зала. Читал он увлекательно, завершал курс проектом освещения городского района. В свои 80 лет он был бодр и подвижен, бегом спускался с лестницы.

Одной из причин ликвидации этого курса впоследствии была, конечно, острая нехватка часов; другой – эклектичность курса, дублирование его разделов последующими курсами. Так принцип витка, вращающегося в магнитном поле, с выводом формулы нам давали в курсах общей физики, общей электротехники, теории электрических измерений, теории электрических машин, теоретических основ электротехники.

Автоматика и телемеханика

...Меня вызвал только что назначенный новый декан профессор Владимир Константинович Попов, один из основоположников советской школы электропривода. Я все ему рассказал, он запросил мое дело и, ознакомившись с экзаменационными ведомостями, возмутился, сказал, что он немедленно это исправит, и я сразу начну получать стипендию. Но я сказал, что меня совершенно не устраивает чехарда со специальностями, что без моего желания я попал на электрические машины, которые своим эмпирическим характером расчета мало подходят к моим склонностям, что я уже был на трех специальностях и не вижу дальнейших перспектив в ЛПИ. Тогда он предложил мне перейти на только что созданную новую специальность автоматика и телемеханика, сказав, что при этом я, конечно, рискую, так как это первый опыт преподавания новой дисциплины, и полученное нами образование может оказаться неполноценным, так что над многим придется работать самим. Видимо, он был неплохим психологом и знал, что такое замечание лишь раззадорит. Я, конечно, согласился перейти на новую специальность. Владимир Константинович тогда дал мне номер журнала «Сименс цейтшрифт» и порекомендовал прочитать статью об автопилоте Сименса, в которой можно получить представление о важном направлении работ в области автоматике в Германии, и предложил составить реферат о прочитанном. Этот реферат, в который я вставил также несколько своих комментариев, был напечатан в сборнике статей научно-технического кружка электриков в 1936 г. Он стал моей первой опубликованной научной работой, которой открывается мой список опубликованных трудов.

Предметы учебного плана по новой специальности делились на несколько частей.

В первой части делалась попытка дать общие основы автоматике. Сюда входили курсы «Основы автоматике и телемеханики», «Телеизмерение», «Методы дальней связи» и теоретический курс «Переходные процессы в электрических цепях», читавшийся, в основном, в плане известной книги Рюденберга. Он давал представление о динамических процессах в элементах и приборах автоматике, динамика же систем не рассматривалась, курса теории автоматического регулирования в нашем учебном плане не было, и ею рекомендовалось заниматься факультативно тем, у кого этого

требовали темы курсовых и дипломных проектов. Я в число занимающихся этой проблемой не входил и не подозревал, что в дальнейшем это направление станет для меня главным до конца дней.

Вторая часть курсов была посвящена описанию схем автоматизации в некоторых отраслях производства. Сюда входили курсы «Автоматизация электрических станций и энергосистем», «Автоматизация тепловых процессов», «Автоматизация промышленных производств». В последнем курсе давались основы теории автоматизированного электропривода и приводились схемы его использования в промышленности.

К третьей части относились курсы, посвященные техническим средствам автоматики. Сюда входили: «Теория и расчет элементов автоматики», «Электромашинная автоматика», «Электровacuумные приборы» и «Реле и токи короткого замыкания» (по существу – курс релейной защиты электростанций).

Заведующий кафедрой профессор Борис Иосифович Доманский читал два курса – основ автоматики и автоматизацию в энергосистемах. В курсе основ он давал своеобразный обобщающий подход к автоматике с несколько философским уклоном. Кое в чем он приблизился к идеям кибернетики и отмечал ряд общих закономерностей в управлении в технике и живых организмах, и в человеческой деятельности в процессе управления. Он делал попытки излагать свои мысли в учебных курсах, но издательства упорно вымарывали эти места, считая, что они противоречат марксистско-ленинской теории (неправомерное отождествление низших и высших форм движения).

Совсем иначе он читал прикладной курс автоматизации в энергосистемах. Он приходил на лекцию с огромным рулоном, в который была свернута схема автоматики, зачастую столь длинная, что не умещалась на одной стене. Затем он с указкой цепь за цепью объяснял действие схемы. Невнимательно слушавшие быстро утомлялись, но при внимательном слушании улавливались на реальных примерах многие общие принципы, используемые для автоматизации простейших операций – закрепления реле после нажатия кнопки (блокировка) и его разблокировка, подготовка следующих цепей, а также знакомились с примерами образования ложных цепей при связывании большого числа контуров с замыкающимися и размыкающимися контактами. Об общей теории релейно-контактных схем дело тогда еще не доходило, но с разного рода опасностями в сложных схемах мы знакомились.

В результате курсов Б.И. Доманского мы оказались логически и психологически подготовленными к новому мировоззрению, связанному с кибернетикой, и философия Винера воспринималась нами не как открытие, а как подытоживание, упорядочение и, конечно, более законченное развитие предыдущего этапа. А в практической части мы научились уверенно проектировать различные «хитроумные» схемы и разбираться достаточно быстро в готовых схемах, что сыграло большую роль в наших первых шагах в практической работе.

Неизгладимое впечатление оставили и лекции Б.С. Сотскова. Тогда он был преподавателем Академии связи имени Буденного, расположенной рядом с Политехническим институтом, приходил в военной форме с тремя шпалами в петлицах. Но к концу года он вдруг пришел с одной шпалой, а со следующего курса стал вообще приходиться в гражданской форме. Оказалось, что он и начальник академии генерал Полищук были женаты на родных сестрах, а Полищук по чьим-то наветам был объявлен врагом народа, лишен звания и отправлен в ссылку. Борис Степанович «за не разоблачение врага» поплатился исключением из партии, понижением в звании, а позднее и увольнением из академии связи. Он перешел в ЛПИ доцентом. Его курс был энциклопедическим – он рассматривал принципы построения и расчета самых разнообразных элементов автоматики: электромеханических, электростатических, электронных, пневматических, гидравлических, термоэлектрических и т. п. Невдумчивому слушателю этот курс мог показаться эклектическим набором всякой всячины. Но Борис Степанович проводил

принцип: в настоящее время техника способна реализовать измерение и использование для автоматики любого физического явления, откуда следует возможность автоматизации любого технического процесса. При этом подчеркивалось, что при огромном многообразии исходных математических зависимостей, обусловленных разнообразием используемых физических явлений, в конечном итоге все эти элементы реализуют ограниченное число функций автоматики. Он даже составлял таблицу, чем-то сходную с Менделеевской, где систематизировались различные типы датчиков и преобразователей, как известных, так еще и не открытых, указывая, что, возможно, некоторым из нас выпадет удача заполнить эти белые пятна.

Борис Степанович обладал энциклопедическими знаниями и на наши вопросы часто давал достаточно полную библиографию источников.

Во время войны, в эвакуации он перешел в институт автоматики и телемеханики Академии Наук и возглавлял там лабораторию элементов автоматики, получил докторскую степень, был избран членом-корреспондентом АН СССР. Полищук был реабилитирован и возглавлял отдел в номерном институте в Москве. К недостаткам Бориса Степановича (впрочем, не все считают это недостатком) можно отнести то, что, руководя дипломниками и аспирантами, он давал лишь самые общие направления, указывал литературу, иногда помогал в выборе темы, но затем давал «карт бланш» – предоставлял полную самостоятельность в выборе метода исследования, в получении результатов. Если человек оказывался недостаточно инициативным, то он мог застыть на каком-то этапе и не выполнить аспирантского плана. Борис Степанович не пытался «вытягивать за уши» таких неудачников, и они отчислялись из аспирантуры без защиты. Под его руководством работали и некоторые очень талантливые кандидаты наук, которые не смогли стать докторами лишь потому, что у них не хватало времени и организованности, чтобы оформить докторскую диссертацию.

Весьма интересен был курс электромашинной автоматики, который читал профессор ЛЭТИ Дмитрий Васильевич Васильев. Он хорошо дополнял курс Сотскова, раскрывая возможности осуществления более тонких преобразований, осуществляемых с помощью малых электрических машин. Он познакомил нас с сельсинами, синхронно-следящим приводом и с различными видами преобразователей, которые затем, хотя и не вошли в практику непосредственно, подготовили такие виды электромашинных элементов автоматики, как амплитуды и др.

С увлечением и мастерством прочел курс электровакуумных приборов Георгий Ильич Бабат. Хотя он мог говорить лишь о ламповых схемах, он настолько физически ясно и хорошо обоснованно математически изложил основы по существу электроники, что впоследствии, хотя специального курса радиотехники у нас и не было, я без труда быстро освоил эту дисциплину и читал ее в военной школе радиоспециалистов.

Принесли большую пользу и три практики, которые мы проходили на одном и том же предприятии – Харьковском электромеханическом заводе, освоившем серийный выпуск отечественных реле. На первой технологической практике мы познакомились с процессами изготовления буквально всех элементов реле и сборкой самих реле. На второй специальной практике мы выполняли разработку конструкции и проект одного из узлов автоматического устройства, в результате чего неплохо ознакомились как с общими принципами и использованием ГОСТ, так и со специфическими особенностями предприятия и организацией заводских нормалей.

На пятом курсе я как отличник получил право свободного посещения занятий – такой опыт проводился в те годы. Это дало мне возможность подправить материальные дела: я оформился на работу в ЦКТИ (Центральный котлотурбинный институт имени И.И. Ползунова) по рекомендации однокурсника Н.П. Арсеньева, который там уже работал. Учебе это не помешало – все зачеты и экзамены я сдал досрочно.

В ЦКТИ я поступил в отдел конструирования регуляторов и занимался проектированием регулятора с падающей дужкой. Для души работа давала мало, но деньги были нужны – близился день окончания института, а у меня не было приличного костюма, чтобы явиться на работу, не бросая тень на профессию инженера. Правда, это было наивно: уже тогда падение престижа профессии инженера началось и быстро развивалось. Ходил рассказ о том, как Утесов на вопрос, как ему живется, отвечал примерно так: *«Да помаленьку, я к концу месяца принесу тысяч тридцать, моя безголо- сая Эдит тысяч пятнадцать доложит, муж ее – талантливый инженер – пятьсот рублей принесет – вот так и живем, не жалуемся»*. Но кое-что в ЦКТИ привлекло мое внимание более сильно. Сам Арсеньев в это время придумал и дал заявку на изобретение «электрического изодрома» – заменил детали классического гидравлического изодрома в регуляторе электрическими элементами. Он уговаривал меня заняться сходной «электрификацией» промышленных регуляторов. Это меня не увлекло, такая работа мне не казалась творческой, но я получил пользу от того, что изучил теорию изодромного регулирования, для чего, конечно, пришлось познакомиться с азами классической теории автоматического регулирования паровых машин по Толле. Эта теория меня заинтриговала, но заняться ею серьезно у меня не было времени. В ЦКТИ я увидел Ивана Николаевича Вознесенского, бывшего научным консультантом. Он тогда занимался разработкой систем регулирования прямоточных котлов Рамзина. Он был высочайшим авторитетом, его теория автономного регулирования увлекла его учеников, и многие считали ее даже панацеей. Но у него были и крайности, на которые в те годы многие смотрели, как на причуды гения, в частности, «канонизация» тезисов Вышнеградского (*«без неравномерности нет регулятора; без катаракта нет регулятора»*), которые уже опровергались появлением новых систем регулирования, или же категорическое объявление основным и единственно возможным, как самостоятельный принцип регулирования принцип регулирования по отклонению, и признание непригодными принципы регулирования по нагрузке (Понселе) и по производной (Сименсов). Остряки студенты говорили: «Вознесенский провозглашает новый коран и начинает его изречением: *«Нет бога, кроме Уатта и Вышнеградский пророк его»*. Мы еще смутно, но начинали ощущать, что классическая теория регулирования стала недостаточной и приблизилась к тупику. Правда, пока все это было еще у нас наивно и необоснованно, но в те годы специалисты по автоматическому регулированию об этом говорили и на первом всесоюзном совещании по теории автоматического регулирования, состоявшемся перед войной, об этом было заявлено в решении конференции. Я же лично косвенно почувствовал это, наблюдая, как расчетная группа ЦКТИ, возглавляемая Юрием Владимировичем Долголенко, проверяла устойчивость систем проектируемых, пользуясь определителями Гурвица: проектант давал группе схему и параметры системы, они считали неделю, а иногда и больше, и, если ответ был: «система неустойчива», то начинались неприятности. Иногда проектант с возмущением говорил, что не может быть, что он проверил схему на макете – тогда мучительные вычисления проверялись тщательнее, и потому медленнее. При повторном заключении – неустойчива – проектант спрашивал, что делать. Ответа на этот вопрос группа дать не могла: теории синтеза устойчивых регуляторов тогда не существовало. Я как-то поделился этим с В.К. Поповым, и он сказал, что предложен более сильный критерий Найквиста и посоветовал мне изучить его. В ЦКТИ мне сказали, что Вознесенский свирепеет, когда слышит о критерии Найквиста, говорит, что это мудрствование и схоластика, непригодные для практических схем промышленного регулирования, дань моде. Я просмотрел статью Найквиста, даже законспектировал ее, но тут пришлось это отложить: подошло время выбора темы дипломного проекта и преддипломной практики.

Еще на четвертом курсе, работая в научном кружке, в лаборатории я увлекся построением реле времени, не требующих сложных механизмов замедления вроде вет-

рянок, редукторов и т. п. На это меня натолкнуло появление в продаже электролитических конденсаторов большой емкости и огромных сопротивлений в десятки, сотни тысяч Ом и Мегом для радиотехники. Замедление осуществлялось в обычном реле с помощью питания его от усилителя, в сеточной цепи которого стоял контур из конденсатора и сопротивления. Испытывая схемы реле в лаборатории, я быстро убедился в том, что при неудачном подборе параметров выдержка времени в схеме получается с большой ошибкой, и решил первую в своей жизни оптимизационную задачу: найти метод расчета параметров, при которых относительная ошибка была бы минимальной. На эту тему была опубликована моя вторая печатная работа в научно-информационном бюллетене ЛИИ. В заметке был изложен текст моего доклада на студенческой научно-технической конференции. Б.С. Сотсков, ознакомившись с докладом, посоветовал мне использовать эти результаты в дипломном проекте, но только тема не должна была ограничиваться реле времени, а быть более широкой. Он предложил тему – «Электронные и ионные реле защиты». Я согласился, Борис Степанович был назначен моим руководителем, а преддипломную практику я стал проходить в лаборатории релейной защиты Харьковского электромеханического завода. Заводским руководителем стал инженер лаборатории Крашенинников. Я перечитал много литературы, в основном американской, провел много опытов и в конце концов пришел к печальному выводу: при существующем уровне техники производства реле создание защитных реле для электростанций за редкими исключениями нецелесообразно. Я, конечно, расстроился. Сначала огорчился и Борис Степанович, но когда подробнее ознакомился с выводами, он все же посоветовал тему не менять. *«Отрицательный научный результат не менее важен, чем положительный, – сказал он, – если способствует закрытию неперспективного направления, сберегая тем самым научные силы и материальные средства. В данном случае дело обстоит именно так.»* На всякий случай, он посоветовал проконсультироваться с ведущим в СССР специалистом по релейной защите профессором ЛЭТИ Виктором Ивановичем Ивановым, читавшим у нас курс релейной защиты. В.И. Иванов также внимательно прочитал мою работу. *«Обязательно защищайте!»* – сказал он и предложил выступить по ней в качестве рецензента. Так и было сделано.

Приводить все мои доводы в защиту отрицательного вывода здесь не стоит, скажу об основном: от реле защиты требуется огромная надежность, ради которой его конструкция стремится сделать максимально простой. Существующие электронные, а тем более ионные приборы, которые должны включать мощные цепи отключающих электромагнитов, обладают малым гарантированным сроком службы и низкой надежностью. Чтобы иметь возможность в любой момент мгновенно отключить силовые выключатели, лампы должны находиться все время под накалом, что снижает их надежность (увеличивает вероятность преждевременного сгорания) и, кроме того, при аварии на электростанции, при которой теряется питание вспомогательных установок, электронные реле прекращают действовать. До тех пор, пока техника не нашла способов устранения в электронных усилителях цепей накала, использовать электронные реле защиты не удастся. К числу немногих электронных реле, которые могут применяться на электростанциях с успехом, относятся электронные реле времени, используемые не при авариях, а при нормальной эксплуатации для целей управления. И расчет, и конструкция электронного реле времени завершали дипломный проект. Защита прошла успешно. Я получил диплом с отличием и рекомендацию Государственной комиссии для поступления в аспирантуру.

Незадолго перед защитой состоялось распределение оканчивающих на работу. ЦКТИ подал на меня заявку, но было поздно – за несколько месяцев перед этим была подана в Наркомат заявка на Арсеньева, она была удовлетворена, вторую же заявку не приняли. Рекомендация ГЭК в аспирантуру давала право поступления в аспирантуру,

не отработав положенные три года по распределению, но в том году прием в аспирантуру ЛИИ ожидался не раньше осени, и комиссия по распределению рекомендации ГЭК во внимание не приняла. *«Когда вас зачислят в аспирантуру, тогда и будем разговаривать»* – был ответ, и мне было предложено на выбор несколько мест. Я выбрал место инженера по автоматике в электроцехе Горьковской Районной электростанции (ГОГРЭС) в городе Балахне...

Я поступил в лабораторию автоматики электроцеха. Начальник цеха – молодой инженер Серафим Евгеньевич Писарев – поручил мне сначала ознакомиться со схемами автоматики и аппаратурой... ГОГРЭС была своеобразным «музеем». Там можно было видеть в работе оборудование многих передовых фирм: АЭГ, Сименс, Электросила, Джeneral Электрик, АСЕА, Магрини, Эрликон, Броун-Бовери и других. Прогрессивные взгляды начальника, а также разнообразие схемных решений – все это делало работу весьма интересной и быстро обогащало молодого специалиста опытом. Я быстро увлекся работой.

Но, оказалось, Михаил Полиевктович Костенко помнил обо мне. Неожиданно в феврале 1939 г. я получил от него письмо с приглашением на собеседование, поехал в Ленинград и вернулся в Балахну уже для прощания – аспирантом. Михаил Полиевктович убедил меня, что руководить моими поступками должна не только увлеченность работой, но и трезвый прогноз, основанный на использовании жизненного опыта. Он начертил два графика, характеризующих рост научных знаний специалиста в области технических наук с течением времени. *«Для каждого научного работника в области техники совершенно необходим производственный опыт работы. Но если в условиях работы на производстве в первые годы происходит быстрый рост накопленных знаний, то уже через 3-5 лет наступает насыщение. При обучении же в аспирантуре объем приобретаемых знаний и опыта вначале характеризует медленный подъем, и только после накопления определенного багажа знаний начинается их быстрый рост вследствие широкой творческой активности. Нужно вовремя выбрать точку перехода с первого графика на второй»*.

Подсчитав время моей работы на заводе электромонтером, инженером во время учебы на старшем курсе и на ГОГРЭС, Михаил Полиевктович убедил меня, что время перехода для меня наступило, и я последовал его совету. Можно добавить и главную причину, более меркантильную, о которой тогда говорить в печатном издании было трудно: я прекрасно сознавал, что до поступления в ВУЗ я, с точки зрения выбранного пути, потерял впустую пять лет, оторванных от периода расцвета способностей человека в молодости. Фактор времени сейчас играл первостепенное значение. Я не знал, что это лишь начало, что в общей сложности потерять мне предстоит одиннадцать лет!

Видимо, мне было суждено преодолевать препятствия на пути к своей цели и впредь. Дирекция электростанции не дала согласия отпустить меня. Но это не было проявлением злой воли или антипатии ко мне – просто было постановление об обязательной трехлетней работе молодых специалистов, и так дирекция шла мне навстречу и разрешила командировку в Москву с целью добиться разрешения на мой перевод в аспирантуру. Конечно, формулировка командировки была иной: мне поручили отвезти в министерство какую-то бумагу. В Москве также не решились дать мне разрешения: старого запрещения никто не отменял. Но видимо, все же, наркоматовские работники видели, как я взволнован и сочувствовали мне. Один из них посоветовал мне рискнуть – раз я зачислен, ехать и приступать к занятиям, если институт не отчислит меня за непредоставление трудовой книжки. Я поехал, рассказал обо всем. Отчислять меня не стали, сказали – подождем несколько месяцев, поселили меня в отдельную комнату в аспирантском общежитии, оформили временную прописку, дали стипендию.

В аспирантуре я пробыл полгода, за это время прослушал курсы и сдал кандидатские экзамены по философии и математике (теории функций комплексного перемен-

ного). Начал также подрабатывать по НИР на кафедре автоматики, участвуя в разработке (по договору с Ленэнерго) реле для разгрузки по частоте, т. е. для поэтапного отключения по заранее предписанным приоритетам потребителей при нехватке мощности в энергосистеме. Несколько участникам было предложено ознакомиться с литературой и предложить принцип будущего реле. Предложения собирал Б.С. Сотсков. Проанализировав их, он сказал, что рекомендует мое предложение: построить индукционное реле с двумя дисками – облегченным алюминиевым и утяжеленным медным, что позволяло реагировать не только на отклонение частоты, но и на скорость ее падения. Это, по существу, тоже было результатом моего начавшегося увлечения динамикой.

Тем временем Нина продолжала хлопотать о моем отпуске с ГОГРЭС...

МВТУ. Защита кандидатской диссертации

Как-то на улице, незадолго до демобилизации, я неожиданно встретил Бориса Степановича Сотскова. Расспросив меня о моих делах, он дал свой телефон и сказал, что после демобилизации, возможно, будет вакансия у него на кафедре, в МВТУ. Но когда приказ о демобилизации вышел, я все же сначала попытался использовать данное мне право вернуться туда, откуда я был взят в армию, и я поехал в Ленинградский политехнический институт. Если бы мне там вернули жилплощадь, наш жилищный кризис разрешился бы: я с Ниной и Аней жил бы на площади ЛПИ, а родители Нины могли бы поменять площадь в Москве на Ленинградскую...

Сначала я занимался испытанием различных типов контактов по договору с военной организацией – контактов телефонных и кодовых реле, серебряных и золотых контактов от поляризованных реле Сименса. Испытания производились в термобарокамерах и на вибростендах с целью имитации их работы в разных метеоусловиях и на разных высотах, вплоть до стратосферы. В результате этой работы, помимо отчета, я сделал вставки в читаемый курс и подготовил рукопись статьи «К расчету искрогасящих контуров для маломощных контактов, работающих в атмосфере». Курс лекций «Реле и аппаратура автоматики» с этими вставками вышел в 1949 г. в литографированном издании МВТУ, а рукопись пролежала до 1956 г., когда она была опубликована в посвященном академику В.А. Кулебакину сборнике Института автоматики и телемеханики Академии Наук СССР. Как ни странно, Борис Степанович, хотя и имел обширные связи в издательствах, не очень энергично продвигал в печать рукописи своих сотрудников, даже в тех случаях, когда он сам был соавтором.

Далее мне была поручена работа по разгадыванию загадки трофейного английского самолетного автоприцела. Он прикреплялся к устройству поворота пулемета. Стрелок, увидев летящую цель, должен был вращать пулемет так, чтобы связанное с ним оптическое устройство держало бы цель в перекрестье. Дистанция определялась другим устройством или на глаз и вводилась в пульт управления рукояткой. При этом автоматически создавалось упреждение, учитывающее время полета пули и скорость цели. Стрелку оставалось в удобный момент нажать гашетку. Основным элементом автоприцела был гироскоп, ротор которого приводился во вращение электродвигателем. От вала двигателя приводился во вращение также алюминиевый диск, вращающийся в поле электромагнита, питание к которому подводилось от постоянного источника через фигурный реостат, положение которого устанавливалось рукояткой ввода дистанции. Тормозной момент диска передавался на ротор гироскопа и создавал момент прецессии, под влиянием которой связанная с гироскопом оптика отклонялась от линии ствола пулемета, чем и создавалось упреждение.

Мне Б.С. Сотсков предложил рассчитать гироскопическую часть и фигурный реостат, а на свою долю взял расчет электромагнитов и диска. В результате я изложил

теорию этого гироскопа, дал методику расчета фигурного реостата и спроектировал реостат, а изготовление его выполнил заведующий отделом номерного СКБ Полищук, тот самый бывший начальник Ленинградской академии связи, из-за которого пострадал и Борис Степанович. Полищук был оправдан и работал в Москве. Соединив части мою и Бориса Степановича, мы написали статью, которую Борис Степанович взялся передать в журнал «Приборостроение». В рецензии на рукопись было сказано: *«авторы не говорят, для какого объекта предназначена описываемая схема, статья схоластична и не подходит для журнала»*. Борис Степанович сказал, что он попытается продвинуть статью в закрытый журнал, но для этого ее надо будет доработать. У меня не было стимула печатать во чтобы-то ни стало и чувство досады перевесило – я отложил рукопись на долгие годы. Много лет спустя ее прочитал Анатолий Исакович Лурье и сказал, что ее надо во чтобы-то ни стало публиковать. Но тут начались переезды, о которых скажу позднее, и рукопись утерялась.

Много лет спустя был еще один и последний случай, когда я неудачно пытался публиковаться в соавторстве с Сотсковым: после возвращения из месячной поездки по вузам США я подготовил описание учебного процесса в них и организации обучения. Статья тоже не пошла, так как редакция сочла, что она создает впечатление о том, что советские вузы отстают от Америки, хотя в те годы официально провозглашалось, что наша высшая школа лучшая в мире.

Но самым важным в период работы в МВТУ лично для меня было написание с последующей защитой кандидатской диссертации.

Выше упоминалось, что в лаборатории электромашинной аппаратуры ЛПИ в 1940 – 1941 гг. для моделирования станционных генераторов при лабораторной настройке регуляторов возбуждения использовалась схема Ланга из трех машин постоянного тока. В процессе опытов при некоторых режимах работы возникали незатухающие автоколебания. Нужно было установить их причину и способы борьбы с ними. Автоколебания возникают только в нелинейных системах, и для их исследования я предположил, что, если автоколебания в рассматриваемой системе регулирования возбуждения возникли, то они (что показывал опыт) мало отличаются от синусоидальных, т. е. что высшие гармоники малы, и основную гармонику можно определить, сначала отбросив высшие гармоники, а затем, если нужно, уточнить расчет, вводя поправки на действия высших гармоник по очереди.

Система состояла из линейной части и нелинейного элемента. Я составил дифференциальные уравнения линейной части, подставив в них вместо искомой переменной синусоидальную функцию, затем учел действие нелинейного элемента, предположив, что на его вход действует синусоидальная функция, и для определения основной гармоники автоколебаний на выходе нелинейного элемента воспользовался разложением заданной нелинейной функции элемента в ряд Фурье, оставив в уравнениях только первый член разложения. После такой подстановки получались члены уравнения, содержащие в качестве множителей функции синуса и косинуса. Приравнявая порознь нулю коэффициенты при синусе и косинусе, получали два уравнения, содержащих в качестве неизвестных частоту и амплитуду автоколебаний на выходе нелинейного элемента.

Если эта рукопись попадет на глаза специалисту по теории регулирования, он может испытать чувство досады – зачем я так подробно говорю о хорошо известных и даже тривиальных вещах: ведь уравнения, о которых я сказал – это известные уравнения гармонического баланса, входящие в студенческие курсы. Но дело в том, что в 1945 и в 1946 гг., когда понемногу выводились и уточнялись эти уравнения, метод гармонического баланса известен не был. Статья Л.С. Гольдфарба, признанного автора метода гармонического баланса, в котором идея метода излагалась впервые, появилась в печати более чем год спустя, а его докторская диссертация с детальным изложением метода была защищена лишь в 1948 г.

Я не имел оснований претендовать на роль, если не пионера, то хотя бы на соучастника в создании нового метода по двум причинам. Первая – я нигде не публиковал своих результатов, они были изложены лишь в четырех машинописных экземплярах диссертации, и не выступал устно на научных симпозиумах и других форумах. Мне просто это не приходило в голову. Гольдфарб же опубликовал целую серию статей и выступал на многих популярных семинарах и конференциях. Вторая причина – конечный результат диссертации Гольдфарба был более доработан до формы, удобной для инженерных расчетов.

Уравнения гармонического баланса нелинейны относительно искомых параметров и сложны! Общего их решения не существует в аналитической форме. Чтобы преодолеть это затруднение, я ввел еще одну гипотезу: если автоколебания возникают, то причиной этого является то, что существует линейный порождающий резонансный контур, составленный линейной частью и линейным элементом, полученным из нелинейного одним из известных методов линеаризации. Эта гипотеза позднее также была введена М.А. Айзерманом под названием «гипотеза авторезонанса». После того, как построен порождающий контур, «порождающая частота» определяется известными из теории переменных токов методами. Считая, что порождающая частота может быть принята в первом приближении за частоту основной гармоники автоколебаний, мы находили одну из искоемых переменных и оставалось найти амплитуду. Как ее находить в отдельных простейших случаях для ряда типовых схем регулирования – прямого, непрямого, изотропного и др., я показывал в диссертации. Общего же метода не давал, считая, что это уже чисто математическая прикладная задача решения нелинейного алгебраического уравнения с одним неизвестным. Инженер при этом, столкнувшись с более сложной схемой, вынужден был обращаться к курсу приближенных вычислений или изобретать приемы решения сам.

Л.С. Гольдфарб не прибегал к гипотезе авторезонанса. Он привел уравнения к такому виду, где приравнялись частотная характеристика линейной части и ее эквивалент («импеданс») нелинейного элемента. Обе характеристики строились в комплексной плоскости. Частотная характеристика линейной части зависела от параметра частоты, импедансная характеристика нелинейного элемента – от амплитуды. Точка их пересечения определяла сразу и амплитуду и частоту. Метод был очень удобным для расчетов и сразу же приобрел большую популярность.

По совету Б.С. Сотскова я сначала подал диссертацию в институт автоматики и телемеханики. Ее взяли на просмотр и потом сказали, что в институте большая очередь, и я могу рассчитывать на защиту через год или полтора. Один из моих друзей сказал, что при просмотре одним из знакомых Гольдфарба было замечено, что идеи близки, и что лучше оттянуть защиту до выхода в свет статьи Гольдфарба, после чего я сам попрошу взять ее для доработки. Не ручаюсь за истину этого предположения, но потом Лев Семенович, когда мы с ним познакомились, относился ко мне настороженно и оппонентом по моей докторской диссертации выступать отказался.

Я представил диссертацию в совет электромеханического факультета Ленинградского политехнического института. Название диссертации было: «Автоколебания при регулировании напряжения генераторов постоянного тока». Защита прошла успешно, и в марте 1947 г. я стал кандидатом технических наук.

После защиты материальное положение семьи заметно улучшилось: кроме повышения оклада, я оформился на полставки ассистента и получил вместо карточки «литер 5» две лимитные карточки – продуктовую и промтоварную, по которым снабжение было лучше.

Если научная деятельность в МВТУ у меня шла успешно, то обстановка в партийной жизни оставляла желать лучшего. Фронтной идеализм с верой, что партийная жизнь «очистилась», быстро развеялся. Первый неприятный осадок оставила развер-

нувшаяся в эти годы «борьба с космополитизмом». Во-первых, партийные организации занялись вылавливанием в среде преподавателей «безродных космополитов». Для этого была даже установлена негласная «мера» – «тангенс фи», равный отношению ссылок на иностранных авторов в работах к числу ссылок на советские источники. Тот, у кого «тангенс» превышал 0,2, уже считался космополитом, иными словами, чтобы избежать зачисления в «безродные», нужно было или вовсе не ссылаться на иностранных авторов, или на каждую ссылку на них давать не менее пяти ссылок на советские работы.

Зачастую таких ссылок не хватало. Тогда в библиографии стали вставлять работы слабые, неизвестных авторов – лишь бы заполнить пустоту. Далее, от лекторов требовали изложения истории проблемы и максимального выявления приоритета советских авторов или хотя бы русских. Конечно, здесь было допущено немало ляпсусов, дававших повод для насмешек за рубежом. Один из «ляпов» вошел даже в солидные труды и энциклопедии: изобретателем самолета до сих пор считается Можайский, хотя его самолет так и не смог летать.

На кафедре произошел анекдотический случай. Один молодой ассистент, демобилизовавшийся офицер, получил задание скорректировать на «тангенс фи» два учебных плана. По одному он задачу выполнил с лихвой, но по курсу импульсной техники печально сказал: *«Эту работу придется еще продолжить. Мне удалось найти только один источник по этому предмету и то – японский: это импульсная техника Ицхоки»*. Раздался хохот: Якова Семеновича Ицхоки – доцента одной из военных академий все знали очень хорошо, кроме незадачливого борца за «чистоту».

Другой удручающий случай произошел на занятии философского кружка в сети политпросвещения. Один молодой доцент делал доклад о проблемах гносеологии. Доклад был совершенно нестандартным. Докладчик проводил мысль, что нужно энергично развивать положения философии диалектического материализма; что в литературе и лекциях изложение идет на том же уровне, на каком его восемьдесят лет назад излагали Маркс и Энгельс, что создает впечатление застылости мысли на примерах столетней давности; приводил в качестве примера синтез искусственного ализарина, который приводил и Энгельс. Далее он сказал, что попытается показать пример развития гносеологии, взятый из близкой ему области – математики. Он говорил о неизбежности развития познания скачками, так как система, исходящая из определенного круга конечного числа исходных аксиом в процессе эволюционного развития неизбежно доходит до границы, которую не в состоянии перейти, оставаясь на старых исходных позициях. Один из примеров – классическая механика, в рамках которой остается непознаваемым мир, открытый теорией относительности. И далее докладчик, обрисовав основные положения теории множеств, перешел к теореме Гегеля, строго математически обосновывающей его исходную мысль. Присутствовавший на занятиях проверяющий от парткома сидел и морщился, а затем обрушился на докладчика, обвинив его в несусветной отсебятине и попытке ревизовать марксизм, в недостаточном знании трудов классиков, и сказал, что кружок должен, во избежание блуждания во мраке невежества, начать изучать азы марксистской философии по трудам классиков.

... Борис Степанович, конечно, ушел по собственному желанию. В декабре он вдруг сказал мне, чтобы я срочно подавал заявление о поступлении на работу в его лабораторию элементов автоматики в институт автоматики и телемеханики Академии Наук СССР. Это было осуществление «голубой мечты» – институт считался главным идеологом в этом направлении и имел колоссальный авторитет. Я сделал это, быстро получил резолюцию директора о зачислении и подал заявление об увольнении из МВТУ. Кое-кто воспринял это с удовлетворением. Л.П. Лазарев, бывший тогда проректором, сказал, что я – человек Сотскова, и что яблочко от яблони недалеко падает, туда ему и дорога. Но кафедра была разгромлена, а учебный план не завершен. И мне сказали,

что меня отпустят со следующего семестра, пока же я должен довести лекции до конца. Когда я сказал об этом Борису Степановичу, он ответил, что меня все же зачислят в ИАТ, так как иначе вакансия «сгорит», и меня зачислили туда с 31 декабря 1947 г. Я продолжал ходить в МВТУ. В феврале домой пришел перевод – первая зарплата в ИАТ. Это было противозаконно – получение полной зарплаты в двух местах, и я позвонил Борису Степановичу, сказав, что хочу вернуть зарплату. Он мягко разъяснил мне, что этим я подведу и его, и директора института и просил не делать этого. Тогда я спросил – может быть, отказаться от получения зарплаты в МВТУ? Он ответил, что это для них будет очень хороший повод поднять шум на всю Москву и разоблачить очередную «махинацию» Бориса Сотскова.

14 февраля я уволился из МВТУ. Вопреки ожиданию, все произошло мирно. Мне даже предложили продолжать работать ассистентом по совместительству и дать формулировку об увольнении, не прерывающую стажа: *«Освобожден от занимаемой должности в связи с окончанием научно-исследовательской тематики и переводом в институт автоматики и телемеханики Академии Наук СССР»*.

По совместительству в МВТУ я проработал до 1949 г. В 1949 г. вышел в литографированном издании МВТУ мой курс «Реле и аппаратура автоматики. Часть I» Вторая часть написана не была: я уже перестал заниматься этим направлением. В 1948 и 1949 гг. уже в МЭИ я прочитал другой цикл лекций, о котором будет речь впереди.

Когда в 1980 г. к 150 летнему юбилею МВТУ была выпущена книга об училище, я в изложении истории тщетно пытался найти упоминание о Б.С. Сотскове или хотя бы о кафедре спецэлектротехники.

Институт автоматики и телемеханики

Лаборатория элементов автоматики помещалась на первом этаже здания в Малом Харитоньевском переулке, где располагались несколько академических подразделений. Входящий в лабораторию прежде всего натыкался на длинный корпус торпеды, лежащей на полу, и, перешагнув через него, подходил к рабочим столам. В соседней комнате располагались сооружения для имитации магнитного поля кораблей и размагничивающих электромагнитов. Уже эти атрибуты указывали на характер работ лаборатории. Мне было поручено заняться изучением зарубежной литературы и макетированием неконтактных взрывателей для авиабомб и снарядов, обеспечивающих взрыв при приближении взрывателя к земле на расстояние 1,5–2 метра. Для макета требовались специальные лампы и диэлектрики со сверхвысоким сопротивлением – я остановился на емкостном взрывателе электростатического действия. В тонкой электронике мне помогал сотрудник лаборатории Лев Ефимович Эпштейн. Через несколько месяцев был собран макет, реагирующий на поднесенную к нему на расстоянии метра расческу, которую зарядили, проведя ею по волосам. Но параллельно, «для души», я продолжал заниматься теорией регулирования, изучая литературу и посещая знаменитые в те годы семинары в институте, на которых выступали Фельдбаум, Айзерман, Цыпкин, Марьяновский, Бромберг, Солодовников и другие уже известные молодые ученые. В институте читал лекции по математике академик Н.Н. Лузин и периодически из Горького наезжал академик А.А. Андронов, руководивший рядом работ и имевший в институте учеников, таких как М.В. Мееров, В.В. Петров, Г. Уланов. Можно сказать, что это был период расцвета молодых сил, на семинарах ключом была живая творческая мысль, и на глазах создавались фрагменты новой теории регулирования.

Видимо, на обстановке с разработками теории в те годы стоит остановиться подробнее.

Необходимость построения новой теории на новом подходе, позволявшем преодолеть «проклятие размерности» и перехода от отраслевых частных теорий регули-

рования конкретных объектов – паровых машин, турбин, теплоустановок, химических процессов и т. п. – к общей теории начала осознаться еще в 30-х годах. Большие надежды подавала работа Найквиста по теории регенерации радиотехнических усилителей, вышедшая в 1932 г. Начало интенсивно развиваться «частотное направление», пионерами которого в СССР выступили А.В. Михайлов и В.В. Солодовников. Частотный подход позволил примерно вдвое повысить порядок доступных для инженерного исследования уравнений и сулил вывести из тупика, в которую зашла классическая теория.

Но Вторая мировая война оборвала международные научные связи и сильно сузила фронт работ. Работы по автоматическому регулированию продолжались отдельными энтузиастами, не призванными на военную службу, малочисленными редкими группами, и почти все они были подчинены нуждам военной техники. В США и Англии создавались научные городки, в которых изолированные от тревог мира научные коллективы занимались целеустремленной и глубокой разработкой систем радиолокации, управления стрельбой, движением военных объектов, разрабатывая также теорию, без которой создание точных и эффективных систем подобного рода было невозможным. У нас институт автоматики и телемеханики, эвакуированный в город Ульяновск, отложил теоретические разработки, как роскошь, до лучших времен, занимался разработкой устройств автоматического контроля массовых изделий военной промышленности, чтобы заменить автоматами недостающую рабочую силу: устройствами дозировки пороха и т. п. После войны научные связи стали постепенно восстанавливаться и обнаружилось, что по многим направлениям советские ученые значительно отстали от своих американских коллег. Прежде всего это имело место в теории и практике следящих систем для радиолокаторов и устройств управления стрельбой. В США уже выходила знаменитая массачусетская серия монографий по проблемам новой теории, ставшая для нас откровением. Конечно, были и некоторые направления, в которых мы опередили зарубежных коллег. Это прежде всего были работы по теории нелинейных колебаний школы А.А. Андропова, работы Н.М. Крылова и Н.Н. Боголюбова по приближенному гармоническому анализу нелинейных автоколебаний и по некоторым другим направлениям «высокой теории», ставшим вскоре достоянием мировой науки. Но в научно-технических направлениях у нас, как обычно, отставала технология, а свирепое засекречивание лишало ученых приоритета. Так произошло с теорией экстремального регулирования. Ее основы впервые были сформулированы в 40-х гг. В.В. Казакевичем. Они преследовали такие цели, как управление полетом самолета, обеспечивающее наибольшую дальность при заданном запасе горючего. Работы Казакевича докладывались на семинарах, куда можно было пройти только с допуском, и широкая общественность долго о них не знала. А десять лет спустя в США Дрепер и Ли опубликовали открытую работу с описанием схем и изложением теории экстремального регулирования, и по международным правилам приоритет этого открытия закреплен за ними.

В конце 40-х гг. мировая печать уже была заполнена работами по теории автоматического управления. Некоторое приблизительное представление о динамике публикаций в этой области дает опубликованная А.В. Храмым в 1953 г. в трудах второго Всесоюзного совещания по теории автоматического регулирования библиография основных публикаций в этой области. По данным А.В. Храмого было опубликовано: в 1930 г. – 16 советских и 4 зарубежных; в 1939 г. – 63 советских и 12 зарубежных; в 1946 г. – 246 советских и 45 зарубежных работ.

Вряд ли, на самом деле, за рубежом публиковалось меньше, чем в СССР, и приведенные цифры по зарубежным публикациям, видимо, надо увеличить, по крайней мере, на порядок. Но даже эти цифры показывают, что инженер, проектирующий системы регулирования, для изучения теории попадал в весьма затруднительное по-

ложение. Не имея систематизированного изложения в курсах, он был вынужден читать большое количество публикаций в многочисленных периодических изданиях и изучать ряд толстых специальных узких монографий. Качественно эту информацию можно охарактеризовать так.

К концу 40-х гг. на мировом рынке был ряд глубоких публикаций за рубежом. Достаточно назвать такие имена, как Шур, Минорский, Ван дер Поль, Винер, Биркхоф, Жюильяр, Купфмюллер, Леонард, Найквист, Фрезер и Дункан, Вюнш, Ли, Ланг, А. Иванов, Боде, Оппельт, Шеннон, Обрадович, Браун, Кемпбелл, Холл, Ольденбург и Сартгориус, Принц, Мак Кол, Арентт и Теплин, Честнат и Майер, Флюгге-Лотц, Джеймс, Филлипс и Никольс, Лауэр, Лесник и Мадсон, Ньютон, Рагацини, Тастин, Собжик и др. В советской литературе к этому же времени мы имели статьи и монографии Андронова, Витта и Хайкина, Колмогорова, Малкина, Крылова и Боголюбова, Мандельштама и Папалекси, Вознесенского, Корнилова и Пивеня, Солодовникова, Михайлова, Н.Д. Моисеева, Айзермана, Цыпкина, Неймарка, Фельдбаума и др. Это все глубокий, существенный вклад в науку.

С другой стороны, были и малозначащие, не выдержавшие проверкой временем работы, о которых иногда шумели, но которые скоро забыли. Были и работы, содержащие, наряду с новыми интересными положениями, нестрогости и даже ошибки – это работы Щипанова, Кулебакина. Были сделаны попытки изложить основы современной для тех лет теории, но им не удалось преодолеть давление «своей» школы. Таковы книги Корнилова и Пивеня, где в основном давалась несколько продвинутая теория, дополненная изложением теории автономного регулирования Вознесенского, или книга Лоссиевского, где классическая теория дополнялась кратким мало дающим для практики изложением критерия Найквиста. Но особенно острота проблемы усилилась в 1947 г., когда вышла книга В.А. Бесекерского «Дистанционное управление артиллерийскими установками. Часть I. Основы теории автоматического регулирования и теории синхронно-следящего привода». По замыслу автора, за этим, все еще отраслевым названием, скрывалась попытка дать изложение на современном уровне общей теории автоматического управления. Он излагал новую теорию на основе преобразования Лапласа и использования частотных характеристик. Но, к сожалению, автор был инженером, воспитанным в 30-х гг., когда инженерам высшая математика давалась недостаточно глубоко, и в его трактовках было много ляпсусов, совершенно нестрогий «доказательств», допускались ошибки, даже частотные характеристики интерпретировались неверно. Книга немедленно вызвала бурную реакцию, и на нее была помещена очень жесткая рецензия ведущих ученых, указывавшая на большое количество ошибок и заканчивающаяся словами, что книгу нельзя рекомендовать как учебное пособие.

Можно представить положение неискушенного инженера, который, изучая литературу по теории, тонул в море публикаций, в море, таящем подводные камни, водовороты, хаос течений. Теперь уже очень остро ощущалась необходимость в «наведении порядка», систематизации, строгом критическом отборе наиболее ценного и жизненного материала и достаточно логического и стройного его изложения. Иначе говоря, нужно было построить новую научно-техническую дисциплину – общую теорию автоматического регулирования, которая обобщила бы и связала воедино важнейшие достижения классической теории, теории следящих систем и другие новые разделы. Нужно было открыто заявить что это – именно общая теория, а не теория регулирования паровых котлов или чего-нибудь другого.

Естественно, что над этой задачей уже работал ряд ведущих ученых. И вот, не имея еще ни имени, ни авторитета, никому не известный в этой области, я тоже набрался смелости подключиться к решению этой задачи. Произошло это так.

В 1948 г. в МВТУ был организован цикл лекций по теории автоматического регулирования для конструкторов и ряда ведущих инженеров и специалистов, который начал

читать директор института автоматики и телемеханики профессор Борис Николаевич Петров. Но после нескольких лекций он уехал в длительную командировку, и ректорат МВТУ решил пойти на риск – предложил довести курс мне. Материала для этого у меня уже было достаточно, но он совершенно не был систематизирован, тем не менее, я не колебался и согласился. Курс формировался в процессе чтения лекций, при этом я шел впереди аудитории буквально на одну лекцию. Лекции стенографировались, и на следующий день после лекции я получал стенограмму. Сначала стенограммы меня ужасали – я не предполагал, что я так скверно говорю, но удерживала меня от паники очень хорошая реакция на «скверную» речь слушателей. Потом я понял, что живая лекция очень сильно отличается от сухой записи стенограммы. «Читаемое» характерно в буквальном смысле тем, что лекция ведется на разговорном, а не писаном языке и включает элементы диалога или натуралистического показа. *«А чтобы получить это, мы должны будем перейти вот из этой точки вот в эту вот таким вот образом...»*. Я быстро обрабатывал лекции, придавая им литературную форму, и приносил стенографистке. Через некоторое время слушателям и мне приносили литографированный выпуск лекции или пары лекций. Так вышло пять выпусков в 1948 г. и один шестой выпуск в 1949 г.

Среди слушателей был заведующий редакцией автоматики Воениздата инженер-полковник Г.М. Колесников. Он предложил мне на основе этих лекций издать книгу. Я согласился. Написал книгу быстро, оставив в ней лишь линейную теорию, а фрагменты нелинейной теории, которые давались в лекциях, решил перенести после дополнения в следующую книгу. И в 1950 г. осенью вышла в свет моя первая книга «Элементы теории автоматического регулирования». По времени она оказалась первой книгой по общей современной теории автоматического регулирования. Ее структура оказалась удачной, и почти без изменения она входила затем в учебные курсы и последующие книги такого рода. А они стали выходить одна за другой: в 1950 г. – Айзерман (по регулированию двигателей), Блох (регулирование машин), Герасимов и Дудников (регулирование котельных установок), Лоссиевский (о ней говорилось), Соловьев (регулирование в энергосистемах); в 1952 г. – Айзерман, Блох (вторые издания), Кириллов (регулирование турбин), Мееров (регулирование электрических машин), Т.Н. Соколов (электро-механические системы); с 1954 г. начал выпускать цикл монографий Е.П. Попов, вышли коллективные труды под редакцией Солодовникова и т. п.

Рецензии на книгу были положительными. Ее заметили в США и ФРГ. Но личное мое впечатление таково, что мои именитые коллеги по институту встретили ее прохладно, считая, что я, не внося своего вклада в теорию, быстро и ловко сумел опередить других, более маститых, в изложении чужих результатов. Признать, что книга сыграла заметную роль, стали гораздо позднее. Но все же с этого времени я вошел в глазах научной и инженерной общественности в когорту «регулирующих».

В семье в этом году также произошло крупное событие: в апреле 1948 г. родился сын Григорий. Население нашей 26-метровой комнаты достигло 6 человек. А книгу я писал дома, приткнувшись в уголке за маленьким столом. До сих пор поражаюсь тому, что в страшной тесноте и при шуме мне не раз удавалось работать наиболее продуктивно.

В 1949 г. меня пригласил заведующий кафедрой автоматики и телемеханики МЭИ профессор Петр Сергеевич Жданов и предложил прочитать курс по ТАР, а, если соглашусь, – то и перейти на работу в МЭИ по совместительству. Я согласился и прочитал курс студентам более успешно, чем когда-либо позднее. Возможно, был резкий контраст как с содержанием, так и со стилем подачи курса моим предшественником. По окончании курса студенты подарили мне часы с трогательной надписью. После этого МЭИ представил меня к званию доцента, и это звание ВАК присудил мне 22 апреля 1950 г. А с мая 1950 г. я стал ученым секретарем института. Сначала я шел на это

неохотно, боясь, что это повредит научной работе. Конечно, это замедлило в какой-то мере научный рост, но сейчас я не жалею об этом периоде – на этой должности у меня образовалось много полезных связей, накопился опыт планирования и оформления отчетности, я лучше ознакомился со всеми научными направлениями института и расширил свой кругозор. На посту ученого секретаря я, наконец, получил возможность прекратить работу над элементами автоматики, которая отнимала много времени и сил, но не вызывала интереса.

Но загруженность секретарской работой была такова, что я не решился подключаться к какой-либо плановой теме и проводил работу по избранной области индивидуально. И позднее, когда я руководил плановыми НИР, я все равно до последних лет занимался и индивидуальной деятельностью, и она приносила мне наибольшее удовлетворение. Возможно, это объяснялось и моим замкнутым нелюдимым характером.

Одна из первых работ, выполненных в должности ученого секретаря в порядке «хобби» была работа по влиянию переменного сухого трения.

Еще в лаборатории электромашинной аппаратуры в ЛЛИ я заметил, что довольно часто регуляторы, у которых подвижный орган связан с сильными короткими пружинами, может вполне удовлетворительно работать без пристроенных к нему демпферов. Аналогичный эффект иногда наблюдался и в регуляторах с угольным столбом, где якорь электромагнита сжимал столб из угольных шайб, оказывавший пружинящее действие. Известная Андроновская теория регулятора с сухим трением объясняла это явление качественно, но не количественно. Андронов исследовал регулятор с постоянным по величине и переменным по знаку Кулоновским трением. В нем существовала ощутимая зона застоя, а огибающая колебаний была прямолинейной. В данном же случае зона застоя была весьма мала, а огибающая была экспоненциальной, как в линейных осцилляторах с демпфером.

Вожу гипотезу: в сечениях пружин при их деформации возникают силы сухого трения, которые, подобно Кулоновским, по знаку противоположны направлению скорости движения, а по величине пропорциональны нормальному давлению в сечениях, т. е. пропорциональны деформации пружины, если соблюдается закон Гука. Это – задача об осцилляторе с переменным сухим трением. Фазовый портрет его представлен траекториями, состоящими из кусков эллипсов, у которых в каждом квадранте изменяется соотношение между полуосями. Траектории скручиваются к началу координат, т. е. зоны застоя нет, и, если ее аппроксимировать спиралью, пересекающей оси в тех же точках, получим портрет линейного эквивалентного осциллятора. Статья об этом по представлению академика Кулебакина была опубликована в Докладах АН СССР в 1951 г.

В это же время я выступал с лекциями по отдельным темам на семинарах по теории регулирования, и эти лекции включались в литографированные издания института и в конечном итоге вошли в знаменитый «Солодовниковский кирпич».

В 1952 г. я предложил усовершенствовать графоаналитический метод приближенного построения кривых переходного процесса по вещественной частотной характеристике, аппроксимированной суммой трапеций – метод Солодовникова. Я предложил строить сумму треугольников вместо суммы трапеции. Это позволило исключить лишний параметр в аппроксимирующей характеристике и при одинаковой точности построения уменьшить объем расчетных таблиц примерно в 100 раз. Кроме того, исключалась необходимость построения порознь всех составляющих процесса, чтобы их затем суммировать, и предложенной методикой вычисления получать прямо конечную кривую. Далее, метод позволял просто оценивать погрешность построения и, если она оказывалась нежелательно большой, давал возможность установить – на какое число треугольников следует разбить исходную характеристику, чтобы получить требуемую точность.

...Стали срочно искать кандидата на этот пост директора ИАТ. Остановились на кандидатуре заведующего лабораторией, хорошо проявившего себя в эвакуации, волевого и энергичного профессора Вадима Александровича Трапезникова. Президиум его утвердил с поддержкой нашего партбюро. Но он был беспартийный, и были приняты срочные меры по его вступлению в партию. Тогда существовала партийная организация отделения технических наук. Прием должен был проходить через наше бюро и через партком отделения. У нас все прошло гладко, а на парткоме произошел анекдотический случай. Когда Трапезникову задали вопрос, сколько у него было жен, он помолчал несколько секунд, потом сказал: «Мне надо подумать». Рассмотрение дела отложили. Я недоумевал – как можно не помнить, сколько было жен? Романов, смеясь, сказал – «Он хорошо помнит, но не знает, о скольких женах известно парткому». Как ни странно, Трапезников был принят в партию очень быстро, хотя по числу жен – семь – он сравнился с Иваном Грозным. Видимо, в обстановке разброда больше всего нуждались в твердой руке. Как ученый он был практически неизвестен, какие-то работы у него были по типизации асинхронных двигателей, по автоматике – ничего. Но это сочли второстепенным.

Трапезников стал быстро наводить порядок. В институте работало несколько бездельников, с большими претензиями, от которых давно пытались избавиться, но профсоюз мешал. Трапезников вышиб всех прохиндеев мастерски. И вот – я не знаю с чего это началось – он вступил в конфликт с тройкой: Романов–Рябов–Кузнецов.

...И с мая 1952 г. я перешел на должность старшего научного сотрудника, занявшись в лаборатории Я.З. Цыпкина приведением уравнений синхронных генераторов к различным системам осей – это нужно было для построения моделей генераторов. Тем временем я получил два предложения: одно от МЭИ возглавить новую кафедру, другое – от Михаила Полиевктовича Костенко – переехать на работу в Ленинград во вновь образуемый там филиал института автоматики и телемеханики – ЛОИАТ. Я попытался сначала подать заявление в МЭИ, но ректор Чиликин, ознакомившись с большой анкетой, испугался осужденного на 15 лет моего брата и дал отбой. Тогда я дал согласие Костенко и сразу встал на учет в бюро по обмену жилой площади. Реакция была неожиданно быстрой: профессор Кириллов в связи с поступлением его сына в Московскую консерваторию менял свою трехкомнатную квартиру на московскую площадь. У них была «сильная» родственница – вдова Валерия Чкалова, комната нужна была как временная зацепка для прописки в Москве, и его наш вариант устраивал. Неэквивалентность обмена (в Ленинград едут пятеро – мама Нины умерла), в Москву – один, вызвала, было, затруднения в бюро, но Кирилловы быстро уладили это «в верхах», и обмен был разрешен. Осенью уехала семья, я задержался для окончания работы и сдачи дел и жил у соседок, и с 16 января я стал старшим научным сотрудником ЛОИАТ и переехал в родной город.

ЛОИАТ. Докторантура

Новая наша квартира располагалась на Лесном проспекте. В ней было три изолированные комнаты, одну из которых предоставили Петру Владимировичу, другую – детям, Ане и Грише, а большая комната служила столовой, кабинетом и на ночь нашей с Ниной спальней. Горячей воды и ванной не было, и мы сами установили ванну в кухне и газовую водогрейную колонку.

До лета 1953 г. я оставался в штате МЭИ, взяв руководство группой студентов, практиковавших в Ленинграде, а с сентября поступил доцентом по совместительству в Ленинградское отделение Всесоюзного заочного энергетического института.

ЛОИАТ помещался на Дворцовой набережной, дом 18 – в бывшем дворце великого князя Михаила. Меня зачислили на должность старшего научного сотрудника и

дали небольшую группу, которая должна была перерасти в лабораторию. В институте создавалась большая электродинамическая модель строящейся Куйбышевской электростанции и линии передачи Куйбышев–Москва. Синхронные генераторы станции моделировались синхронными генераторами мощностью в несколько десятков киловатт, турбины – двигателями постоянного тока, на приводной вал от них к синхронным машинам насаживались схемные маховики для моделирования маховых масс агрегатов. Возбудители моделировались машинами постоянного тока меньшей мощности. Машинный модельный зал занимал огромное помещение. Столь же крупные габариты занимала и модель линии электропередачи.

При моделировании как машин, так и ЛЭП возникала неизбежная трудность – при уменьшении габаритов физической модели сопротивление обмоток и проводов возрастало, а индуктивность падала, и для восстановления их соотношения приходилось прибегать к дополнительным усложнениям. К синхронным машинам пристраивался вспомогательный генератор, компенсирующий возрастание падения напряжения на сопротивлении, а линию передачи пришлось разбить на восемь ячеек с сосредоточенными параметрами в виде четырехполюсников, питая их повышенным напряжением 6000 вольт. Катушки, имитирующие сопротивление и индуктивность линии, делались большого, до метра, диаметра из толстой медной проволоки, к линии добавлялись тяжеловесные батареи конденсаторов. Во избежание искажения электромагнитных полей, все монтировалось на деревянных стеллажах, что вынуждало прибегать к специальным мерам противопожарной защиты, а высокое напряжение также требовало мер по технике безопасности. На модели имитировались режимы нагрузок станции, регулирование возбуждения и короткие замыкания.

Но уже ясно осознавалась необходимость в моделировании водоводов турбин и гидравлического удара, регулирования частоты и скорости турбин. Этой группой «медленных» процессов и было поручено заниматься мне. Сначала М.П. Костенко хотел, чтобы я «пристроил» соответствующие дополнения к его модели. После нескольких дней изучения проблемы я пришел к выводу, что такое решение нецелесообразно. Модель уже работала очень напряженно, выкроить время для наладок дополнительных устройств и для исследования процессов в механической части было весьма трудно, мы все время ощущали бы голод модельного времени. Для моделирования гидроагрегата можно было обойтись более простыми средствами – малыми электрическими машинами и сильно упростить модель линии, так как для регулирования частоты и скорости такие процессы, как токи короткого замыкания, сверхпереходные процессы в электрических цепях практически не представляют интереса. И я предложил создать для этих целей «малую электродинамическую модель». Костенко согласился.

Разработку модели гидравлического удара я поручил младшему научному сотруднику Василию Васильевичу Семенову и дипломнику физико-механического факультета ЛПИ, пришедшего к нам на преддипломную практику Анатолию Аркадьевичу Первозванскому; инженеру Галине Георгиевне Корнитенко при консультации Семенова поручили разработку модели регулятора скорости, а младшему научному сотруднику Елизавете Николаевне Фоминой, до этого работавшей в ИАТ у Я.З. Цыпкина и переехавшей в Ленинград почти одновременно со мной, поручил проектирование и монтаж самой модели по данным наших групп. Сам я занялся теоретической проработкой – в какой мере и как нужно учитывать тонкие электрические явления в малой модели – крайне малого сопротивления статорной обмотки статора генератора, демпферных обмоток его ротора и волновых процессов в линии электропередачи и, конечно, активно следил за остальными работами. В конечном итоге я показал, что при существенных для рассматриваемых процессов частотах достаточно учесть влияние всех обмоток генератора путем соответствующего изменения коэффициента демпфирования в линейной модели второго порядка. Влияние массы вра-

щающихся частей можно моделировать соответствующими изменениями параметров в цепях приводов постоянного тока. Для ЛЭП я получил таблицу, по которой определялось необходимое число моделирующих четырехполюсников в зависимости от существенной частоты процесса и длины линии. Для нашей конкретной модели ЛЭП Куйбышев – Москва из этой таблицы следовало, что достаточно было ограничиться одним четырехполюсником. Все эти материалы я предполагал включить в свою будущую докторскую диссертацию.

Гидравлический удар особо заинтересовал Костенко: его очень заинтриговал обнаруженный в натурном эксперименте факт возрастания скорости в начальном периоде, если направляющий аппарат турбины быстро закрывается, т. е. действует на уменьшение скорости. Для исследования этого явления он даже пригласил из Еревана академика Армянской ССР Ивана Васильевича Егиазарова (работавшего в 20–30 гг. в ЛЭТИ). Тот вышел недавно на пенсию и приехал в Ленинград. В Ереване он занимался моделированием гидравлического удара с помощью резиновых трубчатых вставок и металлический трубопровод. Но такая модель требовала, чтобы турбина моделировалась также турбиной, и пришлось выбирать другой путь. Я высказал мысль, что можно использовать модель в виде электронной схемы с емкостным контуром в цепи сетки. А.А. Первозванский проанализировал уравнения трубопровода и предложил аппроксимировать их звеном с передаточной функцией в виде дроби, в числителе и знаменателе которой были бы полиномы первого порядка. Но сопротивление, определяющее полином в числителе, он предлагал делать переменным. Мы изготовили такой макет, но переменное сопротивление приводило к неприятностям, работало неустойчиво, а иногда схема вообще отказывала. Малейшее нарушение контакта при движении ползунка сейчас же приводило к разряду конденсатора, и схема переставала работать. Проанализировав ошибку, вносимую при замене переменного сопротивления постоянным, я в конечном итоге спроектировал схему с постоянным сопротивлением, которое нужно было менять только при изменении нагрузки турбины, и эта схема оказалась работоспособной. Статья моя, Первозванского и Семенова «Электродинамическая модель гидравлической турбины и ее регулятора скорости» была опубликована позднее в Известиях АН СССР (Отделение технических наук, 1956 г., № 1), а положения о моделировании гидравлического удара вошли в третье издание моей книги.

В те годы существовала докторантура. Посоветовавшись с М.П. Костенко и показав ему материалы по этим разработкам, я подал заявление о вступлении в докторантуру и был зачислен в нее с 31 декабря 1959 г. сроком на два года. Но тут же последовал «контрудар»: по настоянию райкома партии, после долгого сопротивления мне пришлось согласиться на избрание меня секретарем партийного бюро института и кандидатом в члены пленума райкома. Партийная работа отвлекала от написания диссертации. Кроме того, в эти годы я сам взвалил на свои плечи научно-общественную работу по организации и руководству общеленинградским семинаром по теории автоматического регулирования и выполнял также достаточно трудоемкие поручения В.А. Трапезникова...

Ленинградский семинар по ТАР

В Москве я с большим интересом прочел две работы профессора Ленинградской Краснознаменной военно-воздушной академии имени Можайского Евгения Павловича Попова. Одна – по истории возникновения и развития теории, другая – учебное пособие «Теория автоматического регулирования. Часть I» (издание ЛКВВИА, 1952 г.). Эти книги привлекли меня оригинальным изложением и рядом новых мыслей. Я разузнал телефон автора, позвонил и спросил: «Сможем ли мы встретиться и когда?» Он пригласил приехать «прямо сейчас» – это было 14 февраля 1952 г. Я взял эк-

земляр своей книги, надписал и приехал неожиданно для себя прямо к праздничному столу – был его день рождения. Книга выручила: приехать без подарка было все же неудобно. Он сразу же надписал для меня свою книгу, и вечер прошел тепло и непринужденно; я познакомился с другими преподавателями академии, в том числе с Башкировым, автором интересной работы по новому графоаналитическому методу построения переходных процессов. В разговоре я сказал, что хочу организовать при ЛОИАТ городской семинар. Евгений Павлович поддержал предложение, согласился войти в состав бюро семинара. Вошел туда и А.И. Лурье. Первое заседание семинара состоялось в мае 1953 г. Доклад сделал профессор ЛЭТИ Александр Васильевич Фатеев. На последующих заседаниях были доклады Я.З. Цыпкина, Т.Н. Соколова, Е.П. Попова, мой, А.В. Башарина и других ученых. К семинару потянулись специалисты из разных учреждений, из ЛПИ, ЛЭТИ, из Военно-морской академии имени А.Н. Крылова, инженеры крупных ленинградских заводов. Люди знакомились, вступали в деловые контакты, активно выступали в дискуссиях. До сих пор при встречах со мной ленинградцы тепло вспоминают об этом семинаре и говорят о его значительной роли в развитии данной науки в Ленинграде. Краткий отчет о работе семинара за 1953–1954 гг. был помещен в журнале «Автоматика и телемеханика» (№ 3 за 1955 г.). В последующие годы семинар продолжал работать, но публикаций о нем не было: у меня не доходили руки.

Московские поручения

На протяжении всех лет работы в Ленинграде у меня не прекращалась самая тесная связь с институтом автоматики и телемеханики в Москве. Мне неоднократно давались ответственные поручения. Первое из них было, как бы, непосредственным продолжением работы в ИАТ. В 1952 году вышла книга М.В. Меерова «Основы автоматического регулирования электрических машин». Хотя название было «отраслевое», фактически это тоже была книга по общим основам теории в трактовке автора. Значительное место в книге было уделено методу синтеза систем специальной структуры, включающей усилитель с весьма большим коэффициентом усиления, который теоретически можно было увеличивать до бесконечности, не нарушая устойчивости системы. Эта часть вызвала дискуссию, в частности, В.В. Солодовников считал такие системы практически невозможными, так как при беспредельном увеличении коэффициента усиления неизбежно обнаружится возросшее действие самых ничтожных неучтенных в уравнении параметров. При этом частотная характеристика обязательно «распухнет» до такой величины, когда она захватит критическую точку, и по критерию Найквиста система станет неустойчивой. Конечно, это утверждение сильно сгущает краски, а по существу теория Меерова была первой по времени, хотя и иной по форме, теорией сингулярно возмущенных систем, которая получила впоследствии распространение, но не стоило и переоценивать значения метода, которое проскальзывало в изложении Меерова. Наличие противоречивых откликов побудило В.А. Трапезникова поставить обсуждение книги на семинаре в ИАТ, и он просил меня подготовить и вести этот семинар. Я, готовясь к семинару, проштудировал книгу внимательно, и к своему ужасу увидел, что она кишит описками, опечатками, ошибками – не принципиальными, но сильно портящими впечатление. Это был стиль М.В. Меерова, который проявлялся и в его статьях – поспешность, неряшливость, в результате – «грязное» изложение. На семинаре я не скрыл этого недостатка, но все же не допустил «разгрома», и в целом семинар дал книге положительную оценку.

В ноябре-декабре в Москве в помещении МГУ состоялось организованное ИАТ II Всесоюзное совещание по теории автоматического регулирования – первое такое совещание было проведено перед войной. Я принял в нем активное участие, участво-

вал в работе оргкомитета и в написании совместно с Б.Н. Петровым, Е.П. Поповым и А.Б. Храмым большого доклада «Развитие теории автоматического регулирования в СССР» для пленарного заседания, выступил с обзорным докладом «Методы построения переходных процессов по частотным характеристикам и частотных характеристик по переходным процессам» на секционном заседании и после совещания редактировал второй том его трудов, которые издавались Ленинградским отделением Академиздата. При редактировании произошли два неприятных события. Во-первых – на секции было выступление В.В. Солодовникова о методе построения переходных процессов в нелинейных системах и системах с переменными параметрами. Выступление не содержало ссылок на литературу и создавалось впечатление, что авторы (Солодовников и Матвеев) излагают свой метод. Но этот метод был «с точностью до чертежей» описан в 1938 г. в журнале «Философический мэгэзин» В. Бейли и Дж. Sommerвиллом. Я предложил техническому редактору внести ссылку и показал ему журнал. Он страшно возмутился, сказал, что это чистой воды плагиат и, если бы это не было замечено при редактировании, мог бы произойти международный скандал, доложил директору, и от редакции пошло Трапезникову возмущенное письмо с просьбой привлечь Солодовникова к ответу. Не знаю реакции Трапезникова, но текст выступления был изменен – он шел не от первого, а от третьего лица и начинался с того, что Солодовников и Матвеев отметили, что в некоторых случаях может оказаться полезным метод Бейли и Sommerвилла, и дальше шло изложение метода.

Во-вторых – в тексте доклада Ю.И. Топчиева о практических приемах синтеза корректирующих устройств я обнаружил ряд ошибок, послал автору замечания; получив исправленный текст, нашел еще ошибки; опять отправил автору, и в третий раз опять столкнулся с ошибками. Редактор больше не соглашался переписываться с Топчиевым, чтобы не задерживать печати, и хотел вообще этот доклад изъять, но я уговорил его поместить вместо доклада краткую аннотацию, что и было сделано с примечанием: «Доклад не мог быть напечатан по техническим причинам».

К более поздним поручениям относятся: участие в подготовке первого международного конгресса ИФАК, участие в составлении ряда статей для «Энциклопедии по автоматике», участие в работе редакции журнала «Автоматика и телемеханика» и некоторые другие.

Докторская защита

Еще в Москве с Воениздатом был заключен договор на выпуск второго издания «Элементов теории», и до отъезда я успел сдать рукопись, которая должна была выйти в 1953 г. Но Воениздат сообщил, что из-за технических причин – недостатка бумаги, перегрузки типографии и т. п. – он вынужден отложить на год выпуск книги, тем более, что она не относится прямо к военной тематике. Когда я сказал об этом Е.П. Попову, он предложил мне встретиться с приехавшим в Ленинград редактором редакции автоматики Физматгиза Вольпертом. Встреча состоялась. Вольперт сказал, что готов взять рукопись, но сначала надо расторгнуть договор с Воениздатом. Я поехал в Москву к начальнику Воениздата. Он пытался уговорить меня подождать, но я сказал, что не уверен в том, что, поскольку книга не военная, ее не отодвинут еще раз и настаивал на расторжении договора. Тогда он вызвал Колесникова с рукописью и написал резолюцию – в набор. И книга вышла в 1954 г.

До окончания срока докторантуры оставалось полгода, но материал пока так и лежал необработанным. Я пошел к М.П. Костенно показать его и посоветоваться, как хотя бы на полгода полностью освободиться от всего остального, и заодно принес ему дарственный экземпляр новой книги. Он выслушал, полистал книгу и сказал, что он на моем месте попытался бы защищать книгу. Я ответил, что в ней мой личный науч-

ный вклад недостаточен; если бы она была учебником – ее можно было бы защищать. *«Но можно получить разрешение ВАК защищать ее как учебное пособие»*, – сказал М.П. Костенно. *«Но она не имеет этого грифа»*, – возразил я. *«Так его надо получить, пусть задним числом»*, – ответил он. И затем помог мне быстро этот гриф и разрешение ВАК на защиту получить. Тем временем он переговорил с Трапезниковым, и тот тоже поддержал эту идею. И я представил книгу и необходимые материалы в совет ЛПИ. Официальными оппонентами были назначены члены-корреспонденты АН СССР Б.Н. Петров, профессор Е.П. Попов и, к сожалению, не помню третьего оппонента. В сентябре 1955 г. состоялась моя защита. На нее пришли не только сотрудники ЛОИАТ, но и работники кафедры автоматики, и старые друзья по студенческим годам. Их ждал комико-драматический спектакль. К сожалению, я не сохранил никаких копий документов о защите – ни отзывов оппонентов, ни выписок из стенограммы, ни копий отзывов «черных оппонентов» ВАК, и могу говорить только по памяти, из которой за тридцать лет многое выветрилось...

Защита длилась шесть часов. Завершилась она хорошим голосованием в мою пользу (один или два голоса против). Я еще не подозревал, что это только начало и что дальше атаку на диссертацию поведет компания, возглавляемая Петром Ивановичем Кузнецовым.

16 сентября я был отчислен из докторантуры («в связи с защитой диссертации»), а с 16 января 1956 г. назначен заведующим лабораторией автоматики Института Электромеханики при Государственном комитете по электротехнике при Госплане СССР, с сохранением научно-методического руководства Академией наук СССР.

Превращение ЛОИАТ в ИЭМ произошло так. М.П. Костенко с самого начала не скрывал намерений использовать ЛОИАТ как базу для создания самостоятельного института, по профилю близкого к его специальности – электрические машины.

В 1955–56 гг. происходила реформа Академии. Одержимые идеей максимального приближения науки к производству Н.С. Хрущев и его окружение отобрали от Академии технические и другие прикладные институты, передав их отраслевым ведомствам под лозунгом усиления отраслевой науки. За передаваемыми институтами, как правило, сохранялась «звездочка» – двойное подчинение: административно-финансовое – соответствующему ведомству, научно-методическое руководство – Академии. Хотя, вопреки существующему всюду, кроме Академии, порядку, директора институтов в Академии избирались общим собранием членов Академии, а не назначались, выборность директоров в переданных институтах сохранялась, но дополнялась утверждением их министерствами. Но «музыку» все же заказывал тот, кто платил деньги. Началось неизбежное снижение фундаментальности исследований и мельчание характера работ. К сожалению, реформу довольно активно поддерживали некоторые крупнейшие ученые, такие как Курчатов, Келдыш, Семенов. Видимо, их тревожило, что в современных им условиях исследования в области техники требуют дорогостоящего оборудования и технические институты отсасывают изрядную долю академического бюджета. Конечно, лишившись технических институтов, Академия продолжала получать крупные фундаментальные результаты по другим направлениям, но развитие техники в те годы уже требовало опоры на глубокие фундаментальные исследования. Ослабление и ведомственная раздробленность таких исследований привели, в конце концов, к тому, что Академию стали невольно обвинять в сокращении внедрения результатов в производство, в уменьшении явно выраженной сиюминутной эффективности, вызванной резким уменьшением хозрасчетных работ в самой Академии. А в последующие годы на нее возлагалась и немалая доля вины в катастрофическом отставании машиностроения, электронной техники, вычислительной техники, информатики. Но только тридцать лет спустя после реформы ее восхваление, как проявление мудрости партии, сменилось открытым признанием с трибуны общего

собрания Академии, что реформа была крупной ошибкой, приведшей к обескровливанию технического направления в Академии.

М.П. Костенко умело воспользовался этой ситуацией, чтобы реализовать свое стремление и добился создания на базе ЛОИАТ института, близкого его интересам. Эти годы были временем расцвета его деятельности: с 1953 г. он академик, с 1955 г. – директор института, с 1957 г. – член Президиума, уполномоченный по Ленинградским учреждениям Академии, а с 1958 г. – лауреат Ленинской премии и депутат Верховного Совета СССР.

Институт электромеханики. Числовое программное управление

После организации лаборатории автоматического управления в 1956 г. в ИЭМ работу с малой моделью продолжали Г.Г. Корнитенко и Е.Н. Фомина. Над различными схемами регуляторов, в основном на магнитных усилителях, продолжали работать В.В. Семенов и Э.Ф. Степура. Для основного нового костяка лаборатории была выбрана новая тематика – числовое программное управление станками. Побудило к этому обращение представителей судостроения, которые искали способы замены ручных плазовых работ автоматизированным раскромом. По традиционному способу на полу огромного зала «на плазу» вручную в натуральную величину сначала вычерчивались контуры обводов листов обшивки корпуса судна, затем по этому чертежу производилась резка металлического листа. Трудность перевода этих работ в программу для ЭВМ состояла в том, что уравнивание кривых, по которым производился раскрой, были неизвестны, кривые «снимались» с уменьшенных объемных макетов, выполненных конструктором «на глаз» и уточненных после испытаний в опытовом бассейне. Перенесение точек контура на чертеж, определение их координат и ввод в машину было не более простой операцией, чем вычерчивание «на плазу». Аналогичной задачей занимались и в Ленинградском отделении математического института имени Стеклова, располагавшемся в том же здании, где и мы. На этой почве у меня и произошло первое знакомство с Леонидом Витальевичем Канторовичем, впоследствии академиком, лауреатом Нобелевской премии, который занимался проблемами оптимального раскроя материалов. Из этих контактов мы узнали, что математики решали задачу путем кусочной аппроксимации контура отрезками кривых, выражаемых полиномами разных степеней. С другой стороны, мы знали, как сходные задачи решаются и в машиностроении. Там контур детали также разбивался на ряд отрезков «опорными точками», координаты которых определялись с чертежа или вычислялись на универсальной ЭВМ, а между опорными точками существовало более простое вычислительное устройство – интерполятор – вело рабочий инструмент либо по прямой линии (линейная интерполяция), либо по отрезкам дуг окружностей (круговая интерполяция). Если профиль кривой был более сложным, чем окружность, то число опорных точек при линейной интерполяции приходилось делать очень большим, чтобы обеспечить заданную точность обработки. При круговой интерполяции при той же точности требовалось меньше опорных точек, но все же их число, если кривизна профиля изменялась, было слишком большим. И мы решили выбрать промежуточный вариант между круговой интерполяцией и интерполяцией, выполнявшейся в институте Стеклова – интерполировать по различным кривым второго порядка. В качестве основной задачи мы поставили разработку цифрового интерполятора, который мог бы легкой перестройкой устанавливаться на воспроизведение прямых линий, окружностей, эллипсов, парабол или гипербол. Силы распределились по группам: я, Михаил Борисович Игнатъев, окончивший недавно ЛПИ, Евгения Ивановна Перовская и математик Анатолий Романович Гарбузов занялись построением теории интерполятора. Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Геннадий Николаевич

Соколов – высококвалифицированный специалист по электронике с помощниками занялся разработкой электронных схем. Инженер Борис Львович Ермилов, склонный к изобретательству, стал сам придумывать и собирать схемы устройств, воспроизводящих квадраты, кубы, корни квадратные и т. п.

Я подошел к решению задачи с позиций, навеянных работами Шеннона и Форбса. К. Шеннон исследовал проблему построения обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральные кривые которых совпадали бы с заданной кривой. Он показал, что такие уравнения можно построить для всех аналитических функций, кроме гипертрансцендентных. Форбс же показал, как заданное дифференциальное уравнение может реализоваться в аналоговой модели, состоящей из типовых блоков – интеграторов, сумматоров, умножения на постоянную величину и функциональных преобразователей. Занявшись каноническими кривыми второго порядка, я рассчитал устройства, состоящие из двух интеграторов, построенных на решающих усилителях, которые путем переключения связей между интеграторами и введения в них определенных начальных условий вырабатывали бы в двух выходах системы координаты: прямых и всех кривых второго порядка. Далее, было показано, что эта же система может воспроизводить в других точках тригонометрические и гиперболические функции. А добавляя число интеграторов, можно было воспроизводить полиномы различных степеней, а также обратные им функции, т. е. решать алгебраические уравнения высоких порядков. По завершении этого этапа воспроизведение всех указанных кривых было продемонстрировано на электронном осциллооскопе на заседании ученого совета. Этим закончился первый этап работы. Начался следующий – построение системы, управляющей не движением электронного пучка по экрану, а двигателями, перемещающими рабочий инструмент. Построенная аналоговая схема вырабатывала напряжения, пропорциональные координатам воспроизводимой кривой. Нужно было построить цифровое устройство, которое посылало бы импульсы в шаговые двигатели. Напряжения в аналоговой схеме следовало заменить числами импульсов в цифровой схеме. Для этого нужно было, прежде всего, построить цифровые интеграторы. Эту задачу решил Г.Н. Соколов, выбрав в качестве основы этих интеграторов двоичные умножители с последовательным переносом чисел в регистр. Схема была собрана, смонтирована в компактном красивом корпусе и опробована на ВДНХ, на фрезерном станке с программным управлением. В качестве пробных образцов вытачивались круглые диски. И вот оказалось, что с этим интерполятором вместо круга диаметром 10 сантиметром вытачивается эллипс, у которого большая ось длиннее малой на 30 микрон. Для высокоточной обработки это было слишком много. Пришлось начать новый этап теоретических разработок. Причина ошибки угадывалась легко: аналоговые устройства описываются дифференциальными уравнениями, а цифровые, в первом приближении, – разностными (на самом деле более сложными, так как ограниченный объем регистров вынуждает в процессе вычислений на каждом шаге округлять числа). Сначала было исследовано первое приближение – описание схемы линейными разностными уравнениями. Была установлена величина ошибки, которая оказалась примерно такой, как и обнаружил опыт. Был найден и способ ее уменьшения – теоретический – путем коррекции начальных условий, и Соколов нашел схемный способ путем введения добавочных корректирующих регистров.

Б.Л. Ермилов разработал и получил авторские свидетельства на новый круговой интерполятор, «квадратор», «кубатор» и «извлекаватель корней». А.Р. Гарбузов построил теорию ошибок, вызванных округлением, для линейных интерполяторов (для криволинейных интерполяторов такая теория получалась уже неоправданно сложной). М.Б. Игнатъев с Е.И. Перовской расширили теорию на построение объемных кривых и предложили методы обработки поверхностей второго порядка. М.Б. Игнатъев на основе тех математических преобразований, которые при этом выполнялись, построил

«теорию избыточности», которой в последующие годы посвящал ряд конференций, проводившихся на теплоходе, курсирующим по Неве, Ладоге и Онежскому озеру до Кижей. Теоретической основой этих работ был метод неопределенных коэффициентов, дальнейшим развитием которого была разработка устройств и алгоритмов для управления механическими системами с избыточностью и кинематическими целями типа многозвенных манипуляторов и роботов. В 1963 г. вышла монография М.Б. Игнатъева «Голономные автоматические системы» под моей научной редакцией, в которой был описан открытый им феномен адаптационного максимума в сложных развивающихся системах – биологических, социально-экономических, технических.

В 1956–1957 гг. в числе опубликованных были и работы, задержавшиеся с раннего периода. Так, рукопись «К расчету искрогасящих контуров...», написанная еще в МВТУ, была опубликована в 1956 г. в сборнике, посвященном академику В.А. Кулебакину (издательство АН СССР). В 1956 г. в Болгарии вышел перевод книги «Элементы теории...»; а в 1957 г. вышли в свет ее переводы в КНР и Румынии.

В журнале «Автоматика и телемеханика» (№ 7 за 1957 г.) вышла статья «Приближенное определение процесса установления автоколебаний в некоторых нелинейных системах автоматического регулирования», которая была результатом продолжения моих личных исследований. Метод гармонического баланса позволял определять параметры (частоту и амплитуду) установившихся автоколебаний: в данной статье давался приближенный метод нахождения переходного процесса их установления. В Известиях АН СССР (№1 за 1956 г.) была опубликована моя совместно с А.А. Первозванским и В.В. Семеновым статья «Электродинамическая модель гидравлической турбины и ее регулятора скорости», а в 1959 г. вышла монография под редакцией М.П. Костенко «Электродинамическое моделирование энергетических систем», в которой отдельной главой завершился цикл публикаций по малой модели.

Докторская степень. 1 конгресс ИФАК

В 1958 г. завершилась и эпопея с защитой. Возня «Кузнецовской камарильи» в ВАКе уже вызывала раздражение у М.П. Костенко, Б.Н. Петрова, В.А. Трапезникова и даже у А.Г. Иосифьяна, которому М.П. Костенко подробно рассказал о происходящем. К этому году уже накопились и внешние прямые и косвенные оценки книги: перевод ее в трех странах, рецензии в журналах «Контроль инжиниринг» (США) и «Регелунгстехник» (ФРГ), где отмечались полезное для учебного пособия равномерное освещение теории и практики, удачный подбор примеров из различных отраслей техники, хорошая интегрированность современных результатов теории сервомеханизмов. Вице-президент ИФАК профессор И. Бенеш в Пражском журнале «Автоматизация» охарактеризовал книгу как достаточно точную в научном плане, но экономно излагающую теорию автоматического регулирования и выразил мнение, что книгу можно назвать «классической» как по ее построению, так и фундаментальности. К этому М.П. Костенко добавлял, что после защиты я начал развивать новое прогрессивное направление и сделал об этом доклад на конференции в США. В конечном итоге, 5 июня 1958 г. Президиум ВАК принял решение о присуждении мне ученой степени доктора технических наук, а год спустя 29 июня 1959 г. мне было присвоено и звание профессора по специальности автоматика и телемеханика. Получив это звание, я перешел на работу по совместительству на кафедру автоматики и телемеханики в Ленинградский Политехнический институт и стал читать курс теории автоматического регулирования.

В эти же годы начались защиты кандидатских диссертаций моих учеников. В 1957 г. защитили диссертации аспиранты Г.Г. Арутюнян на тему «Аварийное регулирование гидротурбины, как мера повышения динамической устойчивости энерго-

систем» и А.А. Первозванский на тему «Некоторые вопросы динамики регулирования частоты в энергосистемах». Особенный интерес вызвала диссертация Анатолия Аркадьевича Первозванского, который был учеником А.И. Лурье, в основном занимался теоретической механикой, но очень вдумчиво и квалифицированно подошел к новой для него области. Он предложил оригинальное и эффективное математическое описание процессов регулирования частоты в многоагрегатных системах и провел интересное исследование. Но после защиты к данной тематике он больше не возвращался.

За оставшийся ленинградский период моей деятельности состоялись еще три защиты. В 1962 г. в порядке соискательства в ЛЭТИ защитил диссертацию Эмилий Федорович Степура на тему «Нелинейные и вычислительные устройства на магнитных усилителях для систем автоматического управления». В 1964 г. защитил кандидатскую диссертацию аспирант Геннадий Андреевич Дидук, пришедший к нам после окончания СЗПИ. В своей работе «Решение некоторых задач анализа и синтеза линейных стационарных систем корневыми методами с помощью ЭВМ» он развивал идею В.И. Зубова об исследованиях устойчивости, не прибегая к построению характеристического полинома, путем последовательного возвышения в степень системной матрицы. Дальнейшему развитию этого направления он практически посвятил всю свою последующую творческую деятельность. А в 1971 году, когда я уже был на Дальнем Востоке, с опозданием, наконец, защитился и наш изобретатель Борис Львович Ермилов. Диссертация называлась «Вопросы анализа и синтеза цифровых аналогов на однорегистровых интеграторах». В 1971 г. защитил докторскую диссертацию М.Б. Игнатъев на тему «Метод избыточных переменных для контроля, диагностики и коррекции вычислительных процессов и технических устройств». В 1972 г. он возглавил кафедру вычислительной техники в Ленинградском институте авиационно-го приборостроения, которая стала известной научно-педагогической школой.

В 1960 г. вышла в свет наша коллективная монография «Цифровые аналоги для систем автоматического управления», подводившая итоги деятельности в этом направлении. Авторами ее были: я, А.Р. Гарбузов, Б.Л. Ермилов, М.Б. Игнатъев, Г.Г. Корнитенко, Г.Н. Соколов и проходивший у нас стажировку Ян Си Зен. Вернувшись в Китай, он перевел и издал эту книгу в Пекине.

Название «цифровые аналоги» сегодня звучит противоречиво. Сегодня под термином «аналоговые» подразумевается «непрерывные», т. е. противопоставляемые цифровым. Но тогда, хотя такое толкование слова «аналоговый» и начиналось, но узаконено не было, и мы хотели уточнить термин, вернуть ему смысл, обозначаемый словом «аналог». Под «аналогами» мы понимали моделирующие устройства, основанные на динамической аналогии процессов в модели и оригинале. Наши цифровые интерполяторы тоже использовали динамическую аналогию, реализованную с помощью интеграторов, но только цифровых, а не непрерывных. Однако наша терминология в практике не прижилась.

В последующие годы начался процесс усиления электромашинной тематики в институте и свертывания управленческих исследований. Этому способствовал переход сначала в Комитет, а затем и в Министерство электропромышленности. Одним из заместителей директора стал специалист по электрическим машинам Л.П. Гнедин. Он обладал административной напористостью, хотя как ученый был слаб, и М.П. Костенко не без труда помог ему утвердить защиту его докторской диссертации, которая вызывала гримасы у специалистов. Сам Костенко не оставлял мысли, направив институт на новую тематику, сохранить и широту его профиля, чтобы быть ведущим техническим центром в Ленинградском регионе, но Гнедин старался сделать тематику узкой, избавившись от того, что ему было непонятно. Шапка подгонялась по Сеньке. Сначала я при поддержке В.А. Трапезникова хотел бороться с этим сужением, но потом, когда увидел, что Обком партии тоже косо смотрит на автоматику, счи-

тая для Ленинграда машиностроение ведущим традиционным направлением, я решил ориентироваться на возвращение в Институт автоматики и телемеханики в Москву. Но это произошло через пять лет, а пока я прекратил поиск новых направлений для своего отдела, сам занялся изучением литературы по исследованию операций и установил более тесные контакты с институтом автоматики и телемеханики. Первое, на что я направил свои силы, было участие в подготовке 1-го конгресса ИФАК.

Конгресс состоялся в Москве в 1960 г. Этот год можно считать кульминацией в развитии теории автоматического управления в СССР. Мы занимали передовые позиции, а по некоторым направлениям играли лидирующую роль. К ним можно отнести теорию импульсных систем, работы по которой у нас возглавлял Я.З. Цыпкин. Его ведущая роль была признана и в зарубежных странах. В другом направлении – теории оптимального управления – фундамент также был заложен трудами наших ученых. Мировая научная общественность считала корифеями (может быть, не вполне справедливо, забывая о других ученых, работавших в этой области) – академика Л.С. Понтрягина, А.А. Фельдбаума и А.М. Летова.

После 1960 г. «мода» на динамическую теорию управления в СССР стала быстро ослабевать. Уже в 1964 г. на ученом совете ИАТ один из лидеров этого направления М.А. Айзерман заявил, что *«мы не под тем деревом копали»*. Началось переключение массы ученых на новые направления: сетевое планирование, исследование операций, оптимизационные методы программирования, потом начался бум с АСУ, затем кинулись на гибкие производства, на роботы и на информатику. Но здесь мы уже стали не лидерами, а догоняющими, причем, как в басне об Ахиллесе и черепахе, скорее уподобились черепахе, догоняющей Ахиллеса. Если измерять уровень не абсолютными, а относительными величинами, то для нас 1-й конгресс ИФАК был вершиной, с которой мы затем начали скользить вниз. На этом конгрессе прозвучали и такие доклады, в которых выступили новые лидеры. На нем было заявлено о рождении новой теории систем – математической теории, использующей метод пространства состояний, также прозвучали идеи управляемости и наблюдаемости (Заде, Калман). Родившиеся у нас идеи абсолютной устойчивости перешли от сложных теоретических изысканий к широкому шествию в практику с использованием критерия З.М. Попова (Румыния) и его теории гиперустойчивости.

Мне перед конгрессом поручили подготовить проект вступительной речи для члена правительств. Я был удовлетворен, когда А.Н. Косыгин, открывая конгресс, произнес этот текст почти без изменений.

На конгрессе о наших работах докладывал Г.Н. Соколов, и после доклада к нему подходили многие специалисты из разных стран, с которыми были установлены контакты на будущее.

После конгресса часть делегатов выразила желание посетить Ленинград, и я выехал немного раньше, чтобы приготовить их встречу. Они приезжали и группами, и порознь. Еще во время конгресса профессор Герберт Сторм, известный специалист по магнитным усилителям, захотел посетить пушной аукцион, и ученый секретарь ИАТ Олег Иванович Авен ездил с ним. Сторм купил себе шапку и еще что-то. Один из делегатов – профессор Отто Смит из Калифорнийского университета – застал меня врасплох. Он приехал со своим трейлером – фургоном, который превращался то в спальню, то в столовую, с семьей, и в Ленинград заявился со своим трейлером в субботу. Начал он с того, что стал разыскивать меня по телефону. Тогда еще сношения с иностранцами были опасными и канцелярия проявила осторожность, сказав ему, что попытается меня разыскать и просила позвонить через полчаса. Они позвонили мне домой – я собирался на дачу. *«Мы сказали, что вы, возможно, уже уехали на дачу, – сказали мне, – а он просил дать адрес дачи»*. Мы впятером снимали комнату на втором этаже переполненного дачниками дома в Рощино, сад тоже был переполнен детьми, кошка-

ми, курами, и даже свиньями, и приезд на такую дачу американского профессора мог бы составить сенсацию и веселый шум в американской прессе. Я просил сказать, что домашний телефон мой не отвечает, что я, видимо, на даче, но что адреса дачи они не знают. Выручил М.П. Костенко: он пригласил Смита на свою академическую дачу в Комарове. Смиты приехали, ребята их были голодны и моментально опустошили воскресные запасы, и М.П. Костенко пришлось срочно отряжать машину за пополнением кладовой. Потом Смит выступал в институте с интересной идеей гашения колебаний путем смещения точки равновесия. Он иллюстрировал эту идею, взяв в руки грузик на веревке. Раскачав его, он быстро подводил руку, держащую веревку к вертикали, проходящей через центр тяжести груза, когда он приближался к остановке в одном из крайних положений, и груз моментально останавливался – колебания прекращались без всяких затуханий.

Вторая интересная встреча была с профессором Бройдой и его женой. Он в полкоме ИФАК занял пост издателя и через два срока (в 1969 г.) намечался к избранию президентом ИФАК, и меня просили принять его особо. Он приехал отдельно от группы, и я разыскал его с женой за обедом в Европейской гостинице. Они ожидали заказанного обеда и закусывали: перед ними в серебряной вазочке стояла черная икра, в ведерке охлаждалась бутылка советского шампанского. Бройда пригласил меня присоединиться, но я поблагодарил, сказав, что уже обедал. *«Тогда один тост за встречу в таком замечательном городе»*, – сказал Бройда и наполнил бокалы. Мы выпили. Я сказал: *«До сих пор я встречал французов, приехавших к нам, которые отказывались от советских шампанского и коньяка»*. *«Это от недостатка информации»*, – ответил Бройда. Он рассказал: *«Известно, что первая лоза винограда для шампанского была привезена графом Шуваловым из Франции. Потом через несколько лет на всемирной выставке-дегустации было анонимно выставлено и русское шампанское. Оно получило первой приз, и, когда раскрыли конверт и увидели, что оно из России, был конфуз. Конечно, потом, особенно в последние годы, его качество сильно упало, поэтому и пошла плохая слава в мире. Но мало кто знает, что у вас есть сорт шампанского, который я ставлю на второе место после французского. Вот оно»*. Он протянул бутылку. Это было шампанское совхоза Новый Свет с черной этикеткой. *«Только не всякое шампанское оттуда имеет высшее качество, – продолжал он, – а лишь ручного разлива. Его примета – настоящая, а не пластмассовая пробка!»*

«Представьте себе, я не знал этого», – сказал я и затем спросил его о намерениях. *«Дворцы Петергофа и Царского села мы посмотрим с экскурсиями, а так мы были бы не прочь посмотреть просто пригороды Ленинграда»*. – *«Может быть, посмотрим курортную зону по северному берегу залива?»* – *«Судовольствием»*. И мы поехали на машине заведующего лабораторией Измаила Джанхотовича Урусова в Репино и Зеленогорск. Осмотрели место Репинской усадьбы. По пути к Зеленогорску Бройда увидел ларек с надписью «Квас»: *«О, я давно обещал жене дать попробовать русский квас!»*, – сказал он. Мы остановили машину, попререкались с продавцом, заставляя его тщательно промыть и протереть стаканы и поднесли квас супругам. Журналисты в таком случае пишут, что если иностранцы пробуют наши соленые огурцы, то едят их со смачным хрустом, закатывают глаза и говорят: «О!». А если пьют квас, то тоже затаивают дыхание, закатывают глаза и говорят: «О!». Но супруги Бройды не говорили «О!» Они медленно выпили, второй порции не попросили и похвалили, сказав, что вкус необычен и оригинален. *«Правда, что его делают из черного хлеба?»* – спросила она. Проезжая мимо соснового леса, она спросила: *«Бывают ли здесь шампиньоны?»* – *«Нет, они больше растут на лугах»*, – ответил я. *«Но вот же шампиньон!»* – воскликнула она, указывая на подберезовик. Тут только я вспомнил, что во французском языке шампиньон обозначает гриб вообще, а луговой шампиньон называется «шампиньон де куш».

Потом многие делегаты побывали в институте, я их водил по лабораториям, но самое сильное впечатление на них произвели конференц зал – бывший дубовый кабинет Великого князя, обшитый сафьяновой кожей, и библиотека – бывшая спальня, в которой до сих пор сохранилась обивка стен синим штофом...

1970 год – перед крутым поворотом

Начало года не было особо примечательным. Оно было занято текущими делами в институте в связи с празднованием 100-летия со дня рождения В.И. Ленина, двумя зарубежными поездками. Параллельно шла подготовка к новым выборам в Академию, избрание меня академиком и подготовка к переезду на Дальний Восток.

Еще в прошлом году Семену Исаковичу Бернштейну, одному из наиболее активных идеологических деятелей в партбюро было поручено написать для журнала «Автоматика и телемеханика» редакционную статью к Ленинскому юбилею. Он добросовестно выполнил поручение, но написанная им статья не понравилась. Она была выдержана в общепринятом для таких случаев тоне, была бы хороша (в сокращенном виде) для стенгазеты или для текста доклада на партсобрании, но для научного журнала такого ранга не подходила. Редакция обратилась ко мне с просьбой подправить и отредактировать статью. Прочитав ее, я сказал, что такая задача мне не по силам. Для меня проще написать новую статью. Но на это отводилась одна неделя. Я согласился и, забросив все остальное, засел за статью. Начал ее с того, что в годы подготовки к решающему штурму, в подполье, в шалаше в Разливе Владимир Ильич написал знаменитый научный труд «Государство и революция», в котором он, по существу, разработал основные принципы управления будущим пролетарским государством. И далее подробно проследил все его последующие работы, посвященные организации управления, его совершенствования, работы по научной организации труда и т.д. Статья называлась «Ленинские идеи в области управления и их развитие». Она сразу была принята редакцией и помещена как редакционная, открывающая апрельский номер журнала, без подписи. По этой статье я выступал потом с докладом на сессии ученого совета МИРЭА. Журнал «Автоматика и телемеханика» переводился в США. Хроника местных событий и статьи политического характера обычно при переводе опускались, но данная статья была переведена полностью.

Академик Борис Николаевич Петров спросил меня, смог ли бы я выступить с научным докладом на юбилейной научной сессии общего собрания отделения механики и процессов управления. Мне говорили, что одним из моих упущений на прошлых выборах было то, что я перед ними – перед членами отделения – не выступал, и они мало знали о моих работах. Поэтому я сразу же согласился. Доклад я решил посвятить изложению основных результатов, полученных в последние годы в лаборатории. И на сессии, состоявшейся 31 марта – 1 апреля 1970 г. я выступил с докладом, представленным совместно с А.И. Тейманом, «О некоторых задачах возникающих при принятии решений при управлении большими системами в условиях неопределенности». Доклад посвящался нашим работам над следующими мало освещенными задачами: 1) формирование функции цели для системы; 2) оценка времен выполнения операций в условиях неопределенности; 3) об одной методике экспертных оценок для получения оценок или в количественном отношении, или их ранжирование. Доклад был опубликован в трудах сессии, вышедших с грифом «для служебного пользования». Для зарубежных стран его можно было считать не публиковавшимся, поэтому, когда вице-президент ИФАК профессор Бенеш предложил мне представить доклад для первого цикла заседаний организованного им симпозиума под названием «ФОРМАТОР», я решил представить этот же доклад с небольшими доработками и на симпозиум. Состоялся симпозиум в Либлице, близ Праги, в доме научных работников Чехословацкой Академии наук. Вместе со мной на этот симпозиум от ИПУ ездил Георгий Михайлович Уланов.

В Либлице во время одного из разговоров, где было упомянуто имя В.В. Солодовникова, Георгий Михайлович сказал: *«Ведь скоро вам предстоит борьба с ним на выборах в Академию».*

Я удивился: никому еще в институте и в МИРЭА я не говорил о том, что начал подготовку к новым выборам. Потом сообразил: Георгий Михайлович и Борис Николаевич Петров были близки домами, и о моих намерениях Георгий Михайлович, конечно, мог узнать от Бориса Николаевича.

А дело было так. В предшествующие годы Президиум Академии Наук принял решение об организации на Дальнем Востоке научного центра. На базе существующих подразделений и академических институтов было решено создать ряд новых институтов. Дальневосточный научный центр (ДВНЦ) должен быть автономным, отделенным от Сибирского отделения академии, куда ранее входили дальневосточные научные подразделения. Туда выезжали представители Президиума, изучавшие на месте положение с академическими подразделениями и прошедшие переговоры с Хабаровским и Приморским краевыми комитетами КПСС. В прошлом году на одном из общих собраний Академии было высказано обращение с призывом ехать на Дальний Восток, но это обращение нашло слабый отклик. Тогда этим занялся сам президент М.В. Келдыш. Он добился выделения для Дальнего Востока дополнительных вакансий академиков и членов-корреспондентов АН СССР.

Как только об этом стало известно, ко мне друг за другом пришли член-корреспондент Михаил Александрович Гаврилов и Николай Александрович Бабаков и стали меня убеждать поехать на Дальний Восток директором нового института и выставить свою кандидатуру для избрания в члены академии. Я поговорил об этом с Ниной. Она всерьез этого не приняла, но сказала, что если я поеду туда, то поедет и она. Тогда я навел более подробные справки и узнал, что кандидатом на пост председателя Президиума ДВНЦ Президиум АН СССР выбрал кандидатуру профессора Андрея Петровича Капицы, декана географического факультета МГУ, сына академика Петра Леонидовича Капицы. Я встретился с ним и сообщил о своем намерении. Он выслушал, расспросил меня о некоторых деталях и сказал, что ему надо доложить об этом вице-президенту АН СССР Александру Павловичу Виноградову. Взяв мой телефон, он сказал, что после разговора с Виноградовым он мне позвонит. Я понял, что он хочет навести обо мне справки. Сказал он и о том, что уже ему предлагал свои услуги Владимир Викторович Солодовников.

Дня через три он позвонил мне и сказал, что А.П. Виноградов приглашает меня на встречу. Я приехал к назначенному времени. Приемная Виноградова была заполнена ожидающими. В их числе был и Владимир Викторович. Я сел рядом. Чувствовалось, что он не очень рад моему присутствию. Но он все же вступил в разговор, сказал, что уже встречался с Виноградовым и вел с ним разговор о том, что он готов поехать на Дальний Восток, если будет избран академиком. Вакансии еще не были точно расписаны, и Виноградов заметил, что поставит об этом вопрос перед президентом. Он спросил, был ли я у Виноградова. Я ответил отрицательно. Тогда он добавил, что будет говорить о том, чтобы выделили вакансию члена-корреспондента и для меня, и что он будет рад иметь меня своим заместителем. Я не успел ему ответить, его вызвали. Он прошел в кабинет и через некоторое время вышел оттуда покрасневший и раздосадованный. *«Они выделяют только одну единицу члена-корреспондента на этот институт, – сказал он. – Я на это, пожалуй, соглашаться не буду».* Тут вызвали меня.

В кабинете сидели Виноградов и Капица. Я коротко представился. А.П. Виноградов задал несколько вопросов о моей деятельности в качестве администратора. Потом спросил, не вызывает ли у меня опасение работа на такой далекой периферии. Я ответил, что работал в Балахне и в Ленинграде. *«Ну, Дальний Восток – это не Ленинград», –* сказал он. А.П. Виноградов поинтересовался, говорил ли я с Трапезниковым и на что

я рассчитываю. *«Минус члена-корреспондента избраться академиком трудно»*, – сказал он. Я ответил, что сначала хотел узнать мнение руководства академии. Если моя кандидатура сразу будет признана не подходящей, то вести такой разговор со своим директором мне не хотелось бы. Случаи избрания сразу в академики бывали в особых обстоятельствах, и я полагал, что отъезд на Дальний Восток для создания там совершенно нового института можно считать особым обстоятельством. Я полагал также, что в организации работы неизбежны серьезные препятствия, преодолевать которые в звании академика будет гораздо проще. К тому же мне уже шестьдесят лет, и я считал, что в таком возрасте ехать в звании члена-корреспондента будет сложнее, меня воспримут, как не очень ценящегося в Академии. А задержка с выборами в члены-корреспонденты была вызвана тем, что несколько лет назад действовало негласное ограничение: не избирались лица старше 50 лет, и я как раз попал в эту полосу. В заключение А.П. Виноградов сказал, что должен поговорить об этом с президентом и посоветовал мне все же немедленно поговорить с Трапезниковым.

Вадим Александрович в это время был не только директором института, но и заместителем председателя ГКНТ. Когда я позвонил ему и попросил о встрече для разговора, он спросил – о чем. Услышав мой ответ В.А. Трапезников сказал, что такой разговор спокойнее всего будет провести в его кабинете в ГКНТ и назначил мне время.

Когда я пришел к нему, он начал разговор: *«Ну, Авенир, что вы там надумали? С кем вы говорили?»*. Он встал и начал ходить по кабинету, я ждал. Наконец, он сказал: *«Со мной на прошлой неделе об этом же говорил Солодовников и просил моей поддержки. Я ему обещал. Но тогда я не знал, что такое намерение появится и у вас. Конечно, я считаю вас более подходящим для такого дела, и поддержу вас»*.

Я не удивился, так как знал, что он хотел бы моего ухода из института. Правда, я не был уверен: не доходит ли его неприязнь до того, что он будет препятствовать моему продвижению и вне института. Оказалось, что так далеко дело не идет. Много лет спустя, когда я, проработав во Владивостоке 9 лет, вернулся в Москву во Всесоюзный институт научных исследований, Станислав Васильевич Емельянов рассказал мне, что после разговора со мной Трапезников приехал в институт, вызвал его и Линского и радостно сказал, что получается здорово: *«Авенир уйдет и при этом не поссорится с нами, а наоборот, будет нам признателен»*.

Потом у меня состоялся разговор с Борисом Николаевичем Петровым, который в ту пору был академиком-секретарем отделения. Вот тут я немного ошибся. Он всегда был расположен ко мне. Но оказалось, что к Солодовникову он был расположен больше. Он сам рекомендовал ему высказать желание ехать на Дальний Восток, сам сказал, что будет добиваться для него вакансии академика и теперь попал в такое положение, когда меня поддерживать он смог бы лишь в том случае, если бы при этом поехал, в первую очередь, Солодовников. Он предложил мне, если будет одна вакансия, – мою кандидатуру на эти выборы снять и повторить все на следующих выборах, где он примет все меры, чтобы провести меня. Если же ему удастся добиться сейчас вакансий академика и члена-корреспондента, то просил меня согласиться на члена-корреспондента и ехать вместе с Солодовниковым, чтобы ему помогать. А на следующих выборах он обещал помочь мне пройти в академики.

Я ответил: *«Борис Николаевич, если бы мне было не 60 лет, я, не раздумывая, принял бы ваш совет. Сейчас же это мне грозит тем, что с должности заместителя директора я перееду во Владивосток на ту же должность, при том же звании и, зная академические сложности, имею основание опасаться, что так там на этой должности и застряну»*.

На этом предварительные переговоры закончились. Теперь надо было ожидать публикации в газетах сообщения о предстоящих выборах и выделяемых вакансиях. Только после этого можно было собирать необходимые документы о поддержках.

В таком положении было дело, когда Уланов спросил меня о моих намерениях. Я ответил, что выразил такое желание, но, как будут проходить выборы, нельзя будет сказать до того, пока не будет известно о вакансиях. Так что – придется ли мне быть конкурентом Владимира Викторовича, я не знаю.

В ожидании дальнейших событий мы поехали отдыхать в Перхушково, где сняли дачу. Устроив своих – Нину, Гришу, Аню и Женю – я отправился в командировку в Италию, где в июле проводился в туринском международном центре МОТ семинар по применению ЭВМ в управлении промышленностью. Делегацию возглавлял заместитель председателя ГКНТ Джермен Михайлович Гвишиани, в составе делегации были Борис Захарович Мильнер, заместитель директора ЦЭМИ, фамилию которого я забыл, директор ЦНИИКА Стефани, Александр Яковлевич Лернер, я и еще двое членов, которых не помню. Я выступил на симпозиуме с докладом «Организация и программы подготовки специалистов по автоматизированным системам управления в высших учебных заведениях СССР». В докладе я рассказал о только что утвержденных МинВУЗом СССР учебных планах и программах по этой специальности.

...Теперь оставалось ждать выборов в Академию. Трапезников и Линский в эти месяцы развили энергичную деятельность по организации мне поддержки и голосов среди членов отделения. Они получили обещание поддержать меня у академиков П.Л. Кочкиной, А.Ю. Ишлинского. О.И. Авен получил обещание поддержать меня у Н.Н. Красовского. Говорили и с академиком А.И. Бергом. Он отнесся очень хорошо, только сказал: *«Рискует Аvenir, ехать туда надо было лет двадцать тому назад»*. Энергичную работу проводил член-корреспондент АН СССР Владимир Семенович Пугачев. У него были в свое время размолвки с В.В. Солодовниковым, и он, в основном, агитировал против него. Он даже еще раз просмотрел его работы, отметил ряд ошибок в работе по статистической динамике и ряд заимствований у иностранных авторов без ссылок по другим разделам. И хотя я выразил опасение, что такие «доводы против» часто воспринимаются худо и лучше приводить «доводы за», В.С. Пугачев все же не отступил от этого, сказав, что вполне владеет чувством меры и не повредит мне.

На общем собрании отделения мы оба получили необходимое количество голосов, но у меня их было больше, и на общее собрание академии представлялся один я. Был и третий претендент на эту вакансию – Виктор Александрович Ильин, но он нужного числа голосов не набрал. Борис Николаевич Петров теперь сменил тактику. Обычно голосования проходят в два-три тура, и при этом иногда отделения получают дополнительные вакансии из образовавшегося резерва. Он спросил меня – соглашусь ли я взять во Владивосток Солодовникова своим заместителем, если он добудет для него вакансию члена-корреспондента – Солодовников теперь на это соглашался. Вопреки совету Трапезникова я возражать не стал. Я оказался невольным свидетелем, как Борис Николаевич пытался пройти с просьбой о вакансии к Келдышу. Он сказал это референту Келдыша в приемной. Та пошла доложить, но дверь кабинета за собой не закрыла. И вот я услышал раздраженный громкий голос Келдыша: *«Опять он со своим Солодовниковым? Скажите что вакансий нет»*. Я поспешил исчезнуть из приемной и не знаю, как референт сообщила Борису Николаевичу о реакции Келдыша.

Общее собрание Академии состоялось 26 ноября, за два дня до дня моего рождения. Я, конечно, на собрание не поехал и сидел дома у телефона. Перед началом собрания звонки были частыми – подбадривали, сообщали о дополнительных переговорах. Но потом звонки надолго стихли. И вот уже поздно вечером, около одиннадцати – первый звонок, кажется, от Павла Павловича Пархоменко с поздравлением. Потом звонок Трапезникова – он сообщил, что из ста восьмидесяти с чем-то присутствовавших я получил против семнадцать голосов. Остальные – за. *«Для академии это очень хорошо»*, – сказал он. А потом пошел целый поток звонков с поздравлениями. А со следующего дня к звонкам присоединились телеграммы.

Подготовка к переезду на Дальний Восток

В ИПУ на ученом совете Трапезников поздравил меня и тут же поставил вопрос о моем преемнике. Здесь он сказался в своем репертуаре. Подготовка велась втайне, и никто не знал, кого он объявит. Почти все ждали, что это будет Павел Павлович Пархоменко, с которым Трапезников часто советовался и высказывал ему всяческое расположение. И до сих пор помню, как, явно рассчитывая на театральный эффект, Вадим Александрович говорил, что сейчас в институте два основных научных направления: теоретическое и по элементам и устройствам автоматики. Теоретическое представляет С.В. Емельянов. Новый заместитель директора должен представлять элементное направление, обладать достаточным опытом работы в институте, иметь авторитет. Пока он нагнетал таким образом атмосферу, я смотрел на Павла Павловича, на его напряженное в ожидании лицо. *«И вот таким заместителем директора мы, посоветовавшись, решили предложить хорошо вам знакомого прекрасного организатора, ученого, имеющего крупные достижения... И после секундной паузы: Иверия Варламовича Прангвишвили»*. Опять пауза, потом сдержанные аплодисменты. Павел Павлович даже побледнел, но овладел собой, досидел молча до конца и тихонько вышел.

Через пару дней ко мне на квартиру, когда меня не было дома, приходил Илья Давидович Кочубиевский, заведующий лабораторией кибернетики во Владивостоке, на базе которой предполагалось развернуть новый институт автоматики и процессов управления...

* * *

О ЕВГЕНИИ ПАВЛОВИЧЕ ПОПОВЕ

Выдающийся ученый в области механики, теории автоматического управления и робототехники, крупный организатор науки и талантливый педагог Евгений Павлович Попов родился 14 февраля 1914 г. в Москве

Основные даты жизни и деятельности Е.П. Попова представлены в табл. 1, где в сжатой форме показан жизненный путь Е.П. Попова от студента техникума точной индустрии до академика, от рядового солдата до генерала.

В 1934 г. Евгений Павлович поступил и в 1939 г. закончил МВТУ по специальности инженер-механик. Уже со второго курса он начал активно работать в студенческом научном обществе. В 1938 г. студент Евгений Попов опубликовал одну из своих работ в журнале «Прикладная математика и механика» АН СССР. После окончания МВТУ Евгений Павлович был приглашен в аспирантуру. Но в сентябре 1939 г. вышел указ о всеобщей воинской обязанности, и аспирант первого курса оказался в армии в качестве «рядового необученного».

Несмотря на суровость и сложность воинской службы, молодой солдат находил время и возможность заниматься творческой деятельностью. Так, в своих «Воспоминаниях» он пишет: *«С весны 1940 г. мы, солдаты, жили в палатках на опушке леса на территории аэродрома. Шла финская война, а у нас в Торжке было спокойно. Я урывал все кусочки времени, свободного от воинских занятий, чтобы сесть на пенек в лесочке и продолжать разработку исследований, начатых в студенческие годы в МВТУ. Каждый новый результат оформлял в виде статьи. Они публиковались в «Вестнике инженеров и техников» ..., а также в журнале «Прикладная математика и механика» Академии наук»*.*

В 1943 г. авиационная часть, в которой служил Е.П. Попов, дислоцировалась в районе столицы Марийской АССР Йошкар-Олы. В этот город тогда была эвакуирована Ленинградская военно-воздушная инженерная академия (ЛВВИА).

В своих «Воспоминаниях» Евгений Павлович отмечает: *«... среди больших лесов под Йошкар-Олой происходило формирование артиллерийских и пехотных частей для фронта. Оттуда и «вылавливались» в чине лейтенантов и старших лейтенантов доценты университетов и технических вузов. В их числе в чине рядового оказался профессор Сифоров Владимир Иванович. Ему в академии сразу дали воинское звание инженер-полковника и вскоре назначили заместителем начальника академии по учебной и научной работе»*. Впоследствии В.И. Сифоров стал членом-корреспондентом АН СССР (1953 г.), заместителем министра радиотехнической промышленности СССР (1954–1955 гг.), директором Института проблем передачи информации АН СССР.

Весной 1943 г. Евгений Павлович также оказался в ЛВВИА: он был приглашен на должность младшего преподавателя кафедры теоретической механики. Уже в ноябре 1943 г. он защитил в МВТУ кандидатскую диссертацию на тему «Теория деформации витых пружин с учетом явления посадки витков».

Осенью 1944 г. Военно-воздушная академия вернулась в Ленинград. Тогда же начинается ленинградский период жизни Е.П. Попова.

* Автобиографическая книга воспоминаний Е.П. Попова была опубликована в 1996 г. издательством МГТУ.

Таблица 1

Основные вехи жизнедеятельности Е.П. Попова

Событие	Год
Окончание техникума точной индустрии	1934
Работа на заводе «Гизприбор»	1923–1934
Учеба в МВТУ, инженер-механик	1934–1939
Служба в армии	1939–1943
Переход в ЛКВВИА в Йошкар-Оле и получение первого офицерского звания техника-лейтенанта	май 1943
Защита в МВТУ кандидатской диссертации «Динамика и прочность пружин»	ноябрь 1943
Утверждение в ученой степени кандидата технических наук	январь 1944
Защита в МВТУ докторской диссертации «Расчет гибких деталей приборов и машин (прикладная теория изгиба прямого и кривого бруса малой жесткости)»	1946
Утверждение в ученой степени доктора технических наук	ноябрь 1944
Получение ученого звания профессора	1948
Получение Сталинской (Государственной с 1954 года) премии за работы в области теории и расчета гибких упругих деталей	1949
Назначение начальником кафедры автоматики и телемеханики ЛВВИА	1949
Создание на базе кафедры Е.П. Попова кафедр «Основы автоматики», «Электронные вычислительные машины военного применения», «Инфракрасная техника и аэротооборудование», научно-исследовательской лаборатории «Автоматизированные системы управления войсками» и факультета «Автоматизированные системы управления»	1952–1968
Назначение на работу (по совместительству) на должность руководителя Секции беспилотных объектов в НТК ВВС	1954
Избрание в члены-корреспонденты АН СССР	1960
Изменение названия и содержания кафедры «Системы управления ракет и КА»	1960
Присвоение воинского звания «генерал-майор»	1961
Назначение на должность Председателя Секции прикладных проблем при Президиуме АН СССР и переезд в Москву	1964
Демобилизация из армии и переход на должность заведующего кафедрой прикладной математики в МВТУ	1971
Назначение заведующим кафедрой следящих систем (М-7) МВТУ	1971
Получение второй Государственной премии в коллективе авторов под руководством В.В. Солодовникова	1972
Открытие по инициативе Е.П. Попова специальности «Робототехнические системы» при головной роли кафедры М-7 МВТУ	1976
Создание научно-учебного центра «Робототехника» МВТУ и новой кафедры «Робототехнические системы»	1981
Переход в Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации РАН	1983
Получение третьей Государственной премии	1984
Избрание в действительные члены РАН	1992
Кончина Е.П. Попова	3.11.1999

В 1946 г. в возрасте 32 лет Е.П. Попов успешно защитил докторскую диссертацию «Расчет гибких деталей приборов и машин (прикладная теория плоского изгиба прямого и кривого бруса малой жесткости)».

Вторая половина 40-х – начало 50-х гг. были ознаменованы активным развитием теории и практики систем автоматического регулирования. Появилась острая необходимость в подготовке последователей, разработчиков и эксплуатационщиков по

соответствующим новым специальностям. В 1949 г. в ЛВВИА была создана одна из первых в системе высшего военного образования кафедра «Авиационная автоматика и телемеханика». Начальником этой кафедры был назначен Е.П. Попов. В связи с этим он писал: *«Передо мной поставили задачу в первую очередь создать хорошую основу кафедры и с учетом этого оценить все учебные дисциплины и программы обучения. Научной основой стала теория автоматического регулирования, которая тогда только зарождалась, и полноценных книг в этой области не было, а учебный курс вообще надо было создавать заново ...»*.

Единственный источник для изучения нового направления, как вспоминает Е.П. Попов, был журнал «Автоматика и телемеханика», созданный в 1936 г. Е.П. Попову удалось также достать отрывочные конспекты лекций А.А. Фельдбаума, которые читались на кафедре электротехники в Артиллерийской академии в Москве. Позднее он узнал, что подобные лекции читал на спецкурсах в МВТУ А.А. Воронов.

Е.П. Попов достаточно оперативно вошел в работу. Первым делом в Трудах ЛКВВИА в 1950 г. он опубликовал прекрасный объемный обзор «Работы отечественных ученых по созданию теории автоматического регулирования». Заметим, что эти труды, кроме обзора Е.П. Попова, содержали статью Я.З. Цыпкина «Устойчивость и автоколебания релейных систем автоматического регулирования», а ответственным редактором трудов был В.И. Сифоров. Статья Я.З. Цыпкина была написана по материалам доклада, прочитанного им в ЛКВВИА 3 февраля 1950 г. по приглашению Е.П. Попова.

В 1952–1953 гг. в ЛКВВИА вышла в двух частях первая книга Е.П. Попова «Теория автоматического регулирования». В 1954 г. в Гостехиздате (впоследствии Физматгиз) вышла широко известная «Динамика систем автоматического регулирования», ставшая настольной книгой нескольких поколений специалистов по автоматическому управлению. Эта книга сразу же вышла в переводе в Англии, Германии и США.

Наибольшую известность Е.П. Попов получил благодаря своим работам в области приближенных методов исследования нелинейных автоматических систем. Интересуясь точными методами исследования нелинейных колебаний, он пришел к выводу, что они, во-первых, слишком сложны, и, во-вторых, годятся в основном только для систем, описываемых уравнениями второго порядка. Поэтому он вполне естественно обратился к приближенным методам, в частности к методу Н.М. Крылова и Н.Н. Боголюбова. В результате Е.П. Попов пришел к идее метода гармонической линеаризации. Этот метод подробно изложен в книге Е.П. Попова и И.П. Пальтова «Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем».

С использованием метода гармонической линеаризации Е.П. Попов и его ученики провели ряд теоретических и прикладных исследований. В частности, выявили, что нелинейность привода рулей в присутствии вибрационных и случайных помех приводит к неустойчивости движения полета некоторых типов летательных аппаратов (самолетов-снарядов, ракет и т.д.). В результате в исследованиях школы Е.П. Попова было сформулировано понятие и создано соответствующее научное направление помехоустойчивости нелинейных систем. Была также создана теория нелинейных корректирующих устройств в автоматических системах. Ряд других разработок описан в книгах Е.П. Попова.

В Ленинграде в стенах ЛВВИА Е.П. Попов сформировался и проявил себя как выдающийся ученый и организатор науки в области теории автоматического управления. В период пребывания в нашем городе он был избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению механики и процессов управления, получил высокое воинское звание генерал-майора. Огромную роль он сыграл и в жизни Военной академии. На базе кафедры автоматики и телемеханики он организовал специальность по подготовке военных инженеров по системам управления летательными аппаратами. Это была одна из первых в стране специальностей такого профиля в системе подготовки военных инженеров.

В связи с усложнением систем управления летательных аппаратов и бортового спецоборудования в целом подготовка управленца в рамках одной кафедры стала затруднительной. Как следствие этого, по предложению Е.П. Попова, на базе его кафедры на факультете создаются первая в военных учебных заведениях страны кафедра электронных вычислительных машин военного применения, кафедра инфракрасной техники и аэрофотооборудования и отдельная кафедра основ автоматики. По существу и дальнейшее развитие академии уже после переезда Е.П. Попова в Москву шло в определенной мере по его сценарию. Это касается создания в 1960 г. научно-исследовательской лаборатории «Автоматизированные системы управления войсками» и в 1968 г. самостоятельного факультета автоматизированных систем управления.

Е.П. Попов глубоко понимал тесную связь научных исследований и подготовки квалифицированных военных инженеров. Именно поэтому он стремился окружить себя талантливыми людьми – научными фанатиками. Так, в то время численность адъюнктуры (аспирантуры) при кафедре Е.П. Попова была самой многочисленной в академии и достигала двух десятков человек.

Развивая теоретические и прикладные аспекты проблем управления летательными аппаратами, он понимал, что задача создания современных систем управления является комплексной, что ее решение требует привлечения интеллекта многих специалистов. Именно поэтому среди его учеников и соратников были специалисты по теории полета и аэродинамике – Пономарев В.М., по навигации – Захарин М.И., Щепкина В.М., по надежности систем управления – Половко А.М., по телеуправлению – Кочетков В.Т., по общей теории автоматического управления – Башкиров Д.А., Пальтов И.П., Бесекерский В.А., Федоров С.М., по математическим основам теории управления – Чернецкий В.И., по элементам автоматики – Лоскутов Г.М., по вычислительной технике – Безубов Ю.И., Еременко И.В. и др.

В жизни Е.П. Попов был чрезвычайно скромным человеком, никогда не повышал голоса, редко выходил из себя, но при решении серьезных вопросов отличался непреклонной принципиальностью. Его отличало умение доходчиво и просто объяснять сложные проблемы. Его лекции и научные доклады, не всегда внешне эффектные, отличались четкостью и ясностью изложения материала. Это было характерно и для книг и статей, которые выходили из-под его пера.

В 1964 г. Е.П. Попов возвращается в Москву. Он был переведен для продолжения военной службы в научно-технический комитет Генерального штаба вооруженных сил страны, и в этом же году он был назначен первым председателем новой структуры – «моста» между Министерством обороны и Академией наук – Секции прикладных проблем при Президиуме АН СССР. Основная задача секции – способствовать использованию последних достижений ученых в интересах обороны страны.

В 1971 г. Евгений Павлович Попов увольняется из вооруженных сил и переходит заведовать кафедрой в родное МВТУ. Там он «увлекается» робототехникой, участвует в открытии новой вузовской специальности «Робототехнические системы», создает научно-учебный центр «Робототехника МВТУ» и новую кафедру по робототехнике.

В 1992 г. Е.П. Попов избирается действительным членом РАН.

Евгений Павлович Попов является автором более 200 научных трудов. Основные из них представлены в табл. 2. Анализ публикаций Е.П. Попова позволяет выделить три крупных раздела трудов, связанных с тремя основными научными направлениями деятельности академика: механика, теория автоматического управления и робототехника. Заметим, что три государственных премии Е.П. Попова получены им соответственно за достижения именно в этих направлениях.

Анализируя жизненный творческий путь Е.П. Попова, можно прийти к выводу, что наиболее плодотворным в творческом отношении является 20-летний период его пребывания в Ленинграде (1944–1964 гг.). В эти годы он создал широко известную

научную школу в области нелинейных систем автоматического управления, куда входили специалисты Военно-воздушной инженерной академии и других вузов, НИИ и проектных организаций Ленинграда и ряда городов страны. Многие крупные инженеры, педагоги и исследователи считают его своим учителем и наставником.

Таблица 2

Основные научные труды Е.П. Попова

Наименование книг	Изд-во	Год	Объем, уч.-изд.л.	Соавтор
1. Теория и расчет гибких упругих деталей	ЛКВВИА	1947	22	
2. Нелинейные задачи статики тонких стержней	Гостехиздат	1948	11	
3. Курс теоретической механики (динамика)	ЛКВВИА	1948	25	Бутенин Н.В., Лазеев
4. Курс теоретической механики (статика и динамика)	ЛКВВИА	1950	25	Бутенин Н.В., Лазеев
5. Работы отечественных ученых по созданию теории автоматического регулирования	Труды ЛКВВИА, вып. 32	1950	Стр.3-37	
6. Теория автоматического регулирования, ч. I	ЛКВВИА	1952	36	
7. Теория автоматического регулирования, ч. II	ЛКВВИА	1953	21	
8. Динамика систем автоматического регулирования	Гостехиздат	1954	45	
9. Лекции по теории автоматического регулирования	ЛКВВИА	1957	24	
10. Автоматическое регулирование и управление	Физматгиз Наука	1956– 1966	19	5 изданий
11. Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем	Физматгиз	1960	45	Пальтов И.П.
12. Системы управления космических аппаратов	ЛКВВИА	1962	11	
13. Система управления ракеты	ЛКВВИА	1964	6	Ромейков А.
14. Теория систем автоматического регулирования (три издания)	Наука	1966– 1975	50	Бесекерский В.А.
15. Серия из 10 книг по нелинейным системам автоматического управления	Машино- строение	1970– 1991	по 22	(редактор и соавтор)
16. Прикладная теория процессов управления в нелинейных системах	Наука	1973	35	
17. Манипуляционные работы. Динамика и алгоритмы	Наука	1978	20	Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л.
18. Система управления манипуляционных роботов	Наука	1978	20	Медведев В.С., Лесков А.Г., Ющенко А.С.
19. Серия из 4 книг по проектированию следящих систем	Машино- строение	1978– 1984	по 16	(редактор)
20. Серия из 6 книг по курсу ТАР	Наука	1978– 1984	по 16	(редактор и соавтор)
21. Роботы и человек	Наука	1983	15	Ющенко А.С.
22. Серия из 9 книг по робототехнике	Машино- строение	1984– 1989	по 20	(редактор и соавтор)
23. Теория расчета гибких упругих стержней	Наука	1986	20	
24. Робототехника и гибкие производственные системы	Наука	1987	12	
25. Основы робототехники	Высшая школа	1990	15	Письменный Г.В.
26. Серия из 8 сборников АН по научным проблемам робототехники	Академия наук	1980– 1990	по 10	(соредактор и соавтор)

Евгений Павлович Попов сыграл огромную роль и в моей научной судьбе. С 1952 по 1958 гг. я обучался на электротехническом факультете Военно-воздушной инженерной академии. Сегодня это Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского. Тогда на факультете подготовка военных инженеров осуществлялась по одной специальности – инженер-электрик по эксплуатации электроспецоборудования самолетов. Так как в рамках этой специальности много внимания уделялось изучению пилотажно-навигационных приборов, то выпускников часто называли, в том числе в войсках, прибористами. Если я не ошибаюсь, после второго года обучения на курсе сформировали две учебные группы, которые начали готовиться по новой специализации. Вначале эта специализация, ее направленность и содержание от нас тщательно скрывались, якобы по режимным соображениям. После мы узнали, что эти «элитные» группы специализируются по кафедре «Авиационная автоматика и телемеханика», которой тогда руководил полковник, доктор технических наук, профессор Е.П. Попов. В своей слушательской среде мы, естественно, несколько завидовали обучающимся по новому направлению и стали называть их в соответствии с профилем кафедры «автоматчиками».

После окончания обучения я в числе большого отряда выпускников был оставлен для прохождения службы в академии и назначен инженером лаборатории кафедры пилотажно-навигационных приборов. В научном плане я начал интересоваться задачами обеспечения точности и устойчивости параметрически возмущаемых систем, изучал возможности систем с нестандартной обратной связью и самонастраивающихся автоматических систем. В конце 50-х гг. годов исследования таких систем еще только начинались. Е.П. Попов поддержал мой научный интерес и пригласил меня с этой тематикой в аспирантуру на свою кафедру.

Моя кандидатская диссертация была связана с разработкой методов построения бесперспективных самонастраивающихся систем управления с эталонной моделью. Область приложений была непосредственно связана с управлением самолетов и ракет, объектов, параметры которых изменяются в широком диапазоне. Е.П. Попов постоянно интересовался результатами моих исследований, помогал мне наладить творческие контакты со специалистами, занимающимися аналогичными вопросами в Москве, Киеве и других городах. По его рекомендации был подготовлен доклад на Второй конгресс ИФАК, который состоялся в Базеле, Швейцария, в 1963 г. Доклад Popov E.P., Loskutov G.M., Yusupov R.M. «Adaptive Control Systems without Trial input Signals» был принят. Естественно, что приехать в Швейцарию в то время мы не смогли. Наш доклад был зачитан по просьбе Е.П. Попова одним из членов советской делегации.

После окончания адъюнктуры в ноябре 1962 г. я был приглашен Е.П. Поповым на должность старшего научного сотрудника в научно-исследовательскую лабораторию по системам управления летательных аппаратов. После защиты кандидатской диссертации в сентябре 1963 г. я продолжал интересоваться влиянием изменений параметров управляемых объектов на их поведение. В результате анализа состояния этой проблемы я пришел к выводу, что наиболее общий подход к исследованию параметрически возмущенных процессов может дать теория чувствительности. Зачатки этой теории в конце 50-х – начале 60-х гг. прошлого века начали развиваться в работах югославских специалистов П. Кокотовича, М. Вукобратовича и др. Их методы и подходы в основном ограничивались линейными динамическими системами. Я попытался распространить аппарат теории чувствительности на более широкий класс систем – нелинейные разрывные системы. По этому вопросу я решил посоветоваться с Е.П. Поповым. Он поддержал мое стремление и порекомендовал мне по специфике нелинейных систем связаться с профессором из Ленинградского кораблестроительного института (сегодня Санкт-Петербургский Морской технический университет) Ефимом Натановичем Розенвассером, по докторской диссертации которого он недавно выступал официальным оппонентом.

Я оперативно последовал совету Е.П. Попова и познакомился с Е.Н. Розенвассером, одним из самых молодых и талантливых в те времена, но уже широко известным в СССР и за рубежом доктором наук в области теории автоматического управления. Е.П. Попов уже тогда высоко оценивал научную деятельность Е.Н. Розенвассера и его большой вклад в развитие теории устойчивости и теории периодических колебаний в нелинейных системах. Мы быстро поняли друг друга, нашли общий язык и, как мне представляется, это знакомство, сгенерированное Е.П. Поповым, оказалось чрезвычайно полезным для нас обоих и плодотворным для развития теории чувствительности в стране.

Обобщая научную, организаторскую и педагогическую деятельность Е.П. Попова хотелось бы выделить следующие четыре направления, на развитие которых он оказал серьезное влияние:

1. Развитие теории автоматического регулирования и управления в стране.
2. Разработка и внедрение в практику проектирования и создания широкого класса систем автоматического управления инженерных методов и методик.
3. Организация системы подготовки военных и гражданских инженеров и ученых в области автоматических систем управления и робототехники.
4. Развитие таких новых научно-технических направлений как автоматизация, робототехника и информатика.

Памяти академика Евгения Павловича Попова посвящена моя статья, опубликованная к его 90-летию, в первом номере журнала «Информационно-управляющие системы» за 2005 г.

* * *

АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ ВАВИЛОВ – УЧЕНый, ПЕДАГОГ, ОРГАНИЗАТОР НАУКИ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Александр Александрович Вавилов родился в 1922 г. в деревне Клюксово Рославльского района Смоленской области. Учился он в Быхове, небольшом городке в Белоруссии. Его отец – квалифицированный механик, а мать – учительница математики в средней школе. С детства он увлекался техникой и был радиолюбителем. В старших классах он собирал радиоприемники, начав с простого детекторного и закончив супергетеродином. В 1940 г. по окончании средней школы он приехал в Ленинград и поступил в Электротехнический институт на кафедру автоматики и телемеханики. Война прервала учёбу в институте, и он с первого до последнего дня находился в рядах действующей армии на Прибалтийском, Северо-Западном, 1-м и 2-м Белорусских и Ленинградском фронтах. Войну А.А. Вавилов закончил старшиной-радиотом, обслуживавшим боевую авиацию. Во время войны он неоднократно награждался боевыми наградами, среди которых орден «Красной Звезды» и медаль «За отвагу». После демобилизации из армии Александр Александрович вернулся в ЛЭТИ на студенческую скамью и продолжил учёбу. В студенческие годы его избрали секретарём партийной организации института, и он в течение трёх созывов возглавлял партком. После окончания института он был оставлен для научной работы в аспирантуре, где под руководством А.В. Фатеева и Б.И. Норневского участвовал в научно-исследовательских работах, подготовил и защитил кандидатскую диссертацию. Темой его работы была разработка систем автоматического регулирования с электромашиными усилителями с продольным магнитным полем – рототролами. Эти системы впоследствии были использованы на первом в мире атомном ледоколе «Ленин».

После окончания аспирантуры А.А. Вавилов работал ассистентом, а потом доцентом кафедры и руководителем лаборатории автоматического регулирования, которая располагалась в подвале первого корпуса ЛЭТИ, в двух небольших смежных комнатах общей площадью не более 20 квадратных метров. В одной из комнат рядом с окном на уровне тротуара стоял письменный стол Александра Александровича. В лаборатории было шесть лабораторных работ по системам автоматического регулирования скорости вращения электродвигателей и напряжения электрогенераторов, реализованных на электрических машинах постоянного и переменного тока, электромагнитных и электромашиных усилителях. А.А. Вавилов уже тогда считался на кафедре автоматики и телемеханики самым перспективным и талантливым учёным. Все мысли молодого ученого были направлены на распространение метода логарифмических частотных характеристик для исследования нелинейных систем и систем на несущей частоте. Поскольку рассчитать частотные характеристики для таких систем в то время было невозможно, большое внимание уделялось разработке аппаратуры для экспериментального определения частотных характеристик элементов и систем автоматического регулирования. Один из вариантов такой аппаратуры на вращающихся трансформаторах А.А. Вавилов предложил разрабатывать студентам четвёртого курса – мне и моему близкому другу Э.В. Сергееву, с которым я проработал вместе потом почти 50 лет.

У русских писателей-прозаиков было крылатое выражение: «*все мы вышли из гоголевской шинели*», которое я перефразировал: «*все мы вышли из вавилонского подвала*». Именно там, в лабораторном подвале, в 50-е гг. Александр Александрович, отдавая себя работе вместе со своими первыми учениками, не жалел ни здоровья, ни времени. Своим примером он пробудил в нас жгучий интерес к теории автоматического управления, которую мы, также как и он, полюбили и сделали делом своей жизни. Он воспитал в нас беззаветную преданность к нашей специальности, кафедре и институту. Все, кто тогда работал вместе с ним, заложили основу замечательного коллектива, который потом назывался «Группой регулирования». В 1957 г. лаборатория регулирования переехала в новое помещение – «Аудиторию 2А». Тогда эта «Аудитория 2А» располагалась на первом этаже первого корпуса, рядом с книжным киоском, на месте которого сейчас располагается буфет. Помещение этой аудитории сейчас занимает класс «Интернет». По сравнению с подвалом, отремонтированное помещение бывшей аудитории было настоящим дворцом. Александр Александрович радовался новому помещению больше всех, так как теперь появилась реальная возможность осуществить его главную мечту – создать современную учебно-исследовательскую лабораторию по системам автоматического управления. Своими силами вместе с А.А. Вавиловым перенесли из подвала всё имеющиеся там оборудование. Особенно тяжело было с электрическими машинами. Все, кто участвовал в переезде, убедились в незаурядных физических возможностях Александра Александровича. К началу нового учебного года лаборатория была обеспечена необходимым для проведения занятий оборудованием и в сентябре введена в учебный процесс. Одновременно началась кропотливая и важная работа по её модернизации, которая продолжалась на протяжении многих лет и была постоянной его заботой.

«Вавилон», так называли Александра Александровича его ученики, обычно приходил в лабораторию во второй половине дня. С утра он, как правило, работал дома и делал заготовки для разговоров с каждым из своих сотрудников. Эти заготовки представляли листы нелинованной бумаги, на которых крупным размашистым почерком были записаны уравнения или передаточные функции рассматриваемых систем. У А.А. Вавилова были любимые выражения в его беседах со своими учениками, и он их часто повторял. Они запомнились нам на всю жизнь. Вот некоторые из них: «*дрейф нам не страшен*», «*земля общая*», «*природу не обойдёшь*», «*чудес не бывает*». Все, кто работал тогда с ним, засиживались в лаборатории до позднего вечера, забывая даже поесть, а потом все вместе шли по улице профессора Попова до Кировского проспекта, где на углу долго не могли расстаться. Часто шли к нему в дом и продолжали обсуждать тот или иной вопрос до глубокой ночи. Его жена, Наталия Николаевна Созина, доцент кафедры электронных приборов всегда приветливо встречала пришедших словами: «*Мальчики проходите, не стойте в дверях*». Наталия Николаевна была талантливым учёным и педагогом. Она была любимой ученицей знаменитого учёного, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, лауреата Государственной премии профессора Бориса Павловича Козырева, а сама, в свою очередь, стала первым научным руководителем студента и дипломника Жореса Алфёрова, будущего лауреата Нобелевской премии.

В 1957 г. под руководством А.А. Вавилова проводились научные работы по разработке и созданию прибора для экспериментального определения частотных характеристик для НИИ 33 Министерства авиационной промышленности и для ОКБС станкостроения имени Я.М. Свердлова по разработке следящих систем копировально-фрезерных станков. Исполнителями первой работы были я и мой одноклассник Эдуард Сергеев. Выполняемая НИР стала темой наших дипломных проектов и первой работой кафедры по созданию аппаратуры для экспериментального исследования систем управления. В другой работе, которую вел А.А. Вавилов, главная задача

заклучалась в обеспечении необходимой точности и быстродействия взаимосвязанных следящих систем копировально-фрезерного станка. В этой работе участвовали студент А.А. Безвиконный и заочный аспирант А.А. Вавилова – старший инженер ОКБС Игорь Борисович Рубашкин. А.А. Вавилов в это время познакомился с работами М.В. Меерова по многосвязным системам, в которых автономность подсистем достигалась за счёт бесконечно большого коэффициента усиления, который физически невозможно реализовать в реальных системах. Александр Александрович искал другие пути обеспечения нормальной работы взаимосвязанных систем и очень наглядно демонстрировал нам условия связности и автономности с помощью логарифмических частотных характеристик. Позднее результаты этой работы были отражены в монографии А.А. Вавилов, М.Е. Верхолат, И.Б. Рубашкин «Силовые электромеханические следящие системы копировально-фрезерных станков» (1964).

В 60-е гг. продолжала бурно развиваться теория автоматического управления, которая формировалась на основе и на стыке разных дисциплин в самостоятельную прикладную математическую дисциплину об управлении в технических системах. Благодаря А.А. Вавилову, мы – его ученики оказались в центре событий этого процесса, и сами стали одними из его многочисленных участников. Сам Александр Александрович в эти годы формировался как учёный в области процессов управления. В круге его интересов были самые разнообразные вопросы. Он внимательно следил за достижениями других ученых в нашей стране и за рубежом, рассказывал ученикам об этом в беседах и на семинарах и приучил их постоянно читать отечественную и зарубежную литературу. Уже тогда мы знали о том, что крупнейшие научные школы в области автоматизации и управления сосредоточены в основном в двух странах – СССР и США. Этому явлению способствовало соперничество этих самых мощных стран в области атомной энергетики, освоении космоса и вооружения во времена холодной войны. В это время у Александра Александровича было два очных аспиранта: Михаил Петрович Гранстрем и Алексей Иванович Солодовников. Первый успешно работал над учётом высших гармоник в методе эквивалентной гармонической линеаризации, а второй разрабатывал электронный вариант аппаратуры для определения частотных характеристик. Работой А.И. Солодовникова заинтересовались в НИИ 49, в отделе, где нужно было определять частотные характеристики реальных гироскопических систем. Кафедра заключила хоздоговор с НИИ 49 на разработку комплекса аппаратуры для определения частотных характеристик элементов и систем автоматического управления.

В связи с широким применением в эти годы частотных методов для расчёта линейных и нелинейных систем регулирования весьма актуальной задачей являлась разработка и частотных методов экспериментального исследования систем, методов измерения и аппаратуры для определения частотных характеристик систем и их элементов. Работы по экспериментальному исследованию систем управления под руководством А.А. Вавилова проводились в трёх следующих направлениях:

- разработка методов экспериментального определения частотных характеристик элементов и систем;
- разработка теории, принципов построения и методов расчёта инфранизочастотных генераторов и анализаторов спектра;
- разработка быстродействующих регистрирующих устройств на базе автокомпенсаторов.

По каждому из этих направлений были получены авторские свидетельства на изобретения, разработаны и созданы конкретные приборы и написано большое число статей и докладов на конференциях. В 1961 г. защитил кандидатскую диссертацию по теории и практике экспериментального исследования систем автоматического управления А.И. Солодовников. В 1963 г. вышла в свет написанная А.А. Вавиловым и А.И. Солодовниковым первая отечественная монография на эту тему:

«Экспериментальное определение частотных характеристик автоматических систем». С этого времени разработка методов идентификации и моделирования систем автоматического регулирования становится одним из направлений в научной работе кафедры.

Важным событием на кафедре была подготовка к изданию рукописи первого отечественного задачника по теории автоматического регулирования, который написали А.А. Вавилов, В.И. Анисимов и А.В. Фатеев. Как это часто бывает, авторы затянули с подготовкой рукописи. До срока сдачи рукописи в издательство оставалось несколько дней, а рисунки и некоторые примеры ещё не были готовы. Несколько дней В.И. Анисимов, Э.В. Сергеев и я провели вместе на квартире у Александра Александровича за решением последних недостающих примеров и подготовкой рисунков для рукописи. В результате рукопись была подготовлена и вовремя сдана в издательство. В 1959 г. задачник вышел в свет в издательстве «Госэнергоиздат».

Весной 1961 г. Александр Александрович тяжело заболел, у него был обширный инфаркт. Почти два года он не читал лекций по теории автоматического управления, и мне было поручено заменять его. После переезда в новые помещения началась модернизация всех учебных лабораторий кафедры, связанная с переводом старых лабораторных работ на новую элементную базу. Эта работа началась в цикле регулирования ещё в предыдущем помещении и теперь продолжилась. Во время болезни Александр Александрович не прекращал постоянную связь со своими ближайшими коллегами и учениками. Его коллеги постоянно бывали у него дома и обсуждали с ним кафедральные и аспирантские дела. В это время я начал заниматься многоканальными системами и ежедневно проводил много времени в Библиотеке Академии наук за чтением и переводом на русский язык книги Э. Джури «Импульсные системы автоматического регулирования». Узнав из книги о дискретной коррекции импульсных систем с помощью импульсных RC-цепей, я подготовил статью о реализации типовых законов управления в многоканальных регуляторах на импульсных цепях. Статья очень понравилась А.А. Вавилову, и мы её опубликовали в журнале «Автоматика и телемеханика».

Позднее Александр Александрович увлёкся проблемами оптимального управления по быстродействию. Вместе с Ф.Ф. Котченко они выполняли хозяйственную работу с ГСКБ СКА по разработке следящей системы быстродействующего самопишущего автокомпенсатора. Необходимого быстродействия пытались достигнуть путём реализации оптимального процесса управления в его следящей системе. Часами проводили они время у осциллографа и рассматривали – есть переключение знака управления или нет, как это должно было быть в оптимальной системе. В конце концов, оптимальный процесс был реализован. Полную шкалу каретка с чернильницей пролетала за 0,12 секунды, что было в то время достижением на мировом уровне. В это время как раз вышли в свет первые работы А.Я. Лернера об оптимальных системах, и Ф.Ф. Котченко получил от него личный отзыв на автореферат своей кандидатской диссертации. Одновременно с этим, вместе с А.И. Солодовниковым А.А. Вавилов построил инфранизкочастотный генератор с мгновенной перестройкой частоты, в котором также была реализована оптимальная по быстродействию система. Приоритет этих обоих результатов был подтвержден авторскими свидетельствами. В 1963 г. началась научно-исследовательская работа с ГСК ТБ по автоматизации производства сопротивлений на основе кварцевой нити на одном из предприятий, впоследствии вошедшем в состав Ленинградского объединения «Позитрон». В результате этой работы спустя несколько лет А.А. Вавилов, В.Б. Яковлев и В.А. Терехов создали первый в мире общепромышленный многоканальный регулятор на базе многоотечного автоматического компенсатора. На эту разработку был получен ряд авторских свидетельств и зарубежных патентов. С этой работы на кафедре начались исследования и разработки в области нового научно-технического направления – теории и применения многоканальных систем и средств автоматического контроля и управления.

Важной проблемой, которая волновала специалистов по управлению в те годы, считалась разработка методов анализа периодических процессов в нелинейных системах управления. В эти годы популярными были приближённые частотные методы. А.А. Вавилов тоже работал над созданием частотных методов анализа и синтеза нелинейных систем автоматического управления. Он разработал методику синтеза нелинейных колебательных систем с заданным коэффициентом затухания и создал оригинальный метод исследования автоколебаний в нелинейных системах с помощью логарифмических частотных характеристик.

В 60-е гг. в СССР одним из актуальных направлений теории автоматического управления стала теория инвариантности. По инициативе академика Б.Н. Петрова, А.И. Кухтенко и А.Г. Ивахненко в Киеве регулярно проводились Всесоюзные конференции по теории инвариантности в управлении. Проблемами инвариантного управления начал заниматься вместе со своими учениками и А.А. Вавилов. Одной из актуальных проблем теории инвариантности была проблема количественной оценки свойств инвариантности. В качестве такой оценки А.А. Вавилов предложил использовать функции параметрической чувствительности. В результате были сформулированы общие условия инвариантности как к внешним воздействиям, так и к изменению параметров, послужившие основой для синтеза многоконтурных и многосвязных систем.

В 60-е гг. появились системы с переменной структурой, которые предложил Станислав Васильевич Емельянов, лидер коллектива ученых, разрабатывавших теорию этих систем в Институте проблем управления. А.А. Вавилов также занимался системами с переменной структурой в эти годы. Его интересовало использование для их расчета частотных методов. Под его руководством были подготовлены кандидатские диссертации О.И. Золотовым по синтезу систем с переменной структурой на основе метода гармонической линеаризации и Л.Ф. Герасимовым по синтезу этих систем по частотному критерию абсолютной устойчивости.

В 1966 г. внезапно умер ректор ЛЭТИ профессор Николай Петрович Богородицкий, возглавлявший институт с 1953 г. Н.П. Богородицкий был крупным ученым в области диэлектриков и полупроводников, заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, лауреатом Государственной премии, членом Ленинградского обкома партии. Среди заведующих кафедрами было много известных, относительно молодых профессоров, докторов наук, таких как Ю.М. Казаринов, В.Б. Смоллов, А.В. Башарин. Каждый из них в своё время работал в парткоме и был достойной кандидатурой на пост ректора. Однако министерство и обком остановились на кандидатуре доцента кафедры автоматики и телемеханики, кандидата технических наук А.А. Вавилова. Для многих в институте всё это было непонятно и стало большой неожиданностью, но не для тех, кто знал хорошо Александра Александровича как человека и ученого.

До Октябрьской революции в России среди российской интеллигенции была определённая категория людей, полностью посвятивших свою жизнь науке, обучению и воспитанию учеников, развитию образования в стране. Эти люди не только на работе, но и в свободное от работы время занимались избранным делом вместе со своими учениками и коллегами. Их называли «подвижниками». Именно такими людьми были Александр Александрович Вавилов и его жена Наталья Николаевна Созина. Оба они были для всех нас реальным, не выдуманным примером высочайшей духовности, порядочности, доброты и бескорыстия. Их дом на углу Кировского проспекта и улицы Графтио был всегда открыт для всех, кого они знали. Здесь вместе с ними работали их ученики и коллеги часто до глубокой ночи, а иногда и до утра. Мы бывали у них запросто и по личным делам, отмечали человеческие, кафедральные, институтские знаменательные события и государственные праздники. Летом, когда они уезжали в отпуск, их квартира с уникальной домашней библиотекой попадала в распоряжение кому-либо из «вавилонских»

аспирантов. Для многих людей они были самыми близкими людьми, готовыми оказать необходимую помощь и поддержку в трудную минуту.

В 1966 г. летом я с женой и сыном отправился в путешествие по Прибалтике вместе с Александром Александровичем, Натальей Николаевной и их сыном Николаем на автомобиле. Было уже известно, что Александру Александровичу предложено стать ректором ЛЭТИ. Все уговаривали его принять это предложение, но он сомневался: соглашаться или нет. Будучи очень ответственным человеком, по своей природе, он считал, что ректором может быть только тот, кто по личным качествам, по крайней мере, не должен уступать предыдущему человеку на этом месте. Николая Петровича Богородицкого как учёного, организатора и человека А.А. Вавилов оценивал очень высоко. Сомневался он и в связи с состоянием своего здоровья, ведь совсем недавно он перенёс тяжёлый инфаркт. Мы проехали в течение двух недель на машине через Эстонию, Латвию, Литву и Восточную Пруссию до границы с Польшей, а потом остановились в Эстонии в Отепя, на живописном хуторе на берегу сказочного по красоте озера Пюхи Ярви. На хуторе мы прожили более месяца, часто выезжая в радиальные поездки в разные места Эстонии и Латвии. Александр Александрович постоянно сидел за рулём, много времени проводил на лодке за рыбалкой, ежедневно купался, принимал финскую сауну и чувствовал себя прекрасно. Он совсем забыл о своей болезни и начал опять курить, невзирая на наши стенания по этому поводу. Очень часто мы коптили пойманную рыбу на берегу озера в специально построенной для этого коптильне. На копчёную рыбу и в сауну по вечерам приезжали гости – профессора и доценты ЛЭТИ, которые отдыхали поблизости. Все без исключения уговаривали Александра Александровича согласиться стать ректором института.

В 1967 г. А.А. Вавилов назначается ректором ЛЭТИ и в следующем году защищает докторскую диссертацию по совокупности опубликованных работ на тему «Разработка частотных методов исследования и расчёта нелинейных систем автоматического управления» и становится профессором. Им впервые сформулированы условия применения метода эквивалентной гармонической линеаризации, базирующиеся на оценке чувствительности периодического решения к высшим гармоникам и малым параметрам, что позволило развить новый подход к более полному исследованию процессов в нелинейных системах. До А.А. Вавилова такими условиями были физические условия фильтра и резонанса. Однако целые классы систем, например, релейные системы с запаздыванием давали точное решение, не удовлетворяя этим условиям. А.А. Вавилов впервые показал, что в методе гармонического баланса особенно важны фазовые соотношения. Проблема применимости метода гармонического баланса интересовала Александра Александровича ещё в начале 50-х гг. Он буквально каждый день не забывал о ней. Именно ей была посвящена кандидатская диссертация его первого аспиранта М.П. Гранстрема.

А.А. Вавилов был не только учёным-теоретиком, но и прекрасным инженером. Он тонко чувствовал физику явлений и процессов. Этому способствовали те знания, которые он получил, будучи студентом физического факультета Ленинградского университета, где он занимался четыре года параллельно с учебой в ЛЭТИ. Большое внимание он уделял исследованиям систем управления с учетом люфтов, вибраций, трения, гистерезиса. Им предложены схемы моделирования гистерезисных характеристик, которые вошли в энциклопедию по автоматике. Он автор большого числа изобретений. Существенные результаты получены А.А. Вавиловым в области разработки новых структур, алгоритмов управления и их реализации в автоматических системах. На основе этих работ под руководством А.А. Вавилова созданы системы управления движением, системы управления процессами современной технологии, регулирующие устройства общепромышленного назначения, внедренные в серийное производство и запатентованные за рубежом.

Защита диссертации ректора по положению ВАК не могла проводиться в своём институте, и поэтому она проходила в Учёном совете ЛИТМО. Официальными оппонентами были: член-корреспондент АН СССР Е.П. Попов, профессор В.А. Бесекерский и профессор Ю.А. Сабинин; ведущей организацией – Институт проблем управления. Александр Александрович сделал прекрасный доклад по своим работам и блестяще отвечал на все вопросы. Все оппоненты отмечали, что автор давно мог бы быть доктором наук по результатам даже одной трети проделанной им работы.

В 1968 г. А.А. Вавилов становится председателем научно-методического совета Министерства высшего образования СССР по специальности 0606, а меня он назначил учёным секретарём. До 1969 г. специальность 0606 – «Автоматика и телемеханика» не имела специализаций. В то же время в рамках одной специальности было очень трудно в типовом учебном плане, рассчитанном на пятилетнее обучение, совместить подготовку инженеров по элементам и устройствам автоматики и телемеханики с подготовкой инженеров по системам управления и обработке информации. Развитие теории управления, теории информации и теории автоматов, феноменальные достижения в электронике и электромагнитной технике, бурный рост вычислительной техники, появление управляющих машин и микропроцессоров, непрерывное обновление элементной базы в автоматике и телемеханике настоятельно требовали введения новых курсов. Из-за этого на заседаниях научно-методического совета между его членами постоянно возникали споры по поводу необходимых дисциплин специальности. В 1969 г. по инициативе А.А. Вавилова, был установлен перечень дисциплин, входящих в общую часть типового учебного плана специальности и определены дисциплины двух специализаций: «Элементы и устройства автоматики и телемеханики» и «Схемы и системы автоматики и телемеханики». При таком раскладе первая специализация готовила бы инженеров приборостроителей по техническим средствам в области автоматики и телемеханики, а вторая специализация уже тогда была бы ориентирована на подготовку инженеров – системотехников или системных аналитиков с более глубокой подготовкой в области математики, теории управления, теории информации и теории автоматов.

В 70-е гг. в стране широко развернулись работы по созданию автоматизированных систем управления (АСУ) всех уровней от отдельного предприятия до целых министерств. В Государственном комитете по науке и технике (ГКНТ СССР) было создано Управление по проблемам АСУ и ЭВМ. Организовалась новая специальность 0646 – «Автоматизированные системы управления», которая стала готовить инженеров по применению ЭВМ для построения автоматизированных систем управления производством и других организационно-технических или организационно-экономических объектов. Вместе с А.А. Вавиловым я ездил в Москву на первое заседание научно-методического совета по специальности, которое происходило в МВТУ под председательством профессора В.М. Четверикова. На этом заседании рассматривалось содержание типового учебного плана и паспорт специалиста инженера-системотехника по АСУ. На заседании присутствовали члены вновь созданной методической комиссии по специальности 0646, которые были в основном из специалистов по вычислительной технике и системам передачи и обработки информации. Они трактовали новую специальность как специальность по разработке математического и программного обеспечения больших информационно-вычислительных систем и недооценивали системный и управленческий аспект специальности. По предложению А.А. Вавилова в учебный план были введены дисциплины «Теория автоматического управления», «Моделирование систем», «Системный анализ и принятие решений», «Математические основы теории систем» и «Методы оптимизации».

Исключительно велика роль Александра Александровича в подготовке кадров высшей квалификации для вузов и научных учреждений страны. Под его руководством

защитили кандидатские и докторские диссертации ученые, многие из которых стали известными в стране специалистами в области автоматического управления, профессорами, заведующими кафедрами. Практически весь коллектив кафедры автоматике и процессов управления, многие преподаватели и сотрудники кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, выделившейся из кафедры АПУ в 1982 г., являются учениками А.А. Вавилова.

По-видимому, 70-е гг. были самыми яркими страницами в истории не только кафедры автоматике и телемеханики, но и высшего образования всей страны. В эти годы Правительством выделялись сравнительно большие средства на науку и образование. Причём значительная часть поступающих в вузы средств поступала на кафедры не через Министерство высшего образования, а по прямым хозяйственным договорам с предприятиями на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Одной из актуальных задач, поставленных А.А. Вавиловым перед выпускающими кафедрами, была организация на предприятиях базовых кафедр, а в институте – проблемных и отраслевых лабораторий для проведения совместных работ с промышленными предприятиями и организациями Академии наук. Конечно, кафедра ректора должна была быть примером в этом деле, а поэтому в самом конце 70-х – начале 80-х гг. при кафедре создаются две базовые кафедры и две отраслевые лаборатории: совместно с Минприбором (базовая организация ЛНПО «Лентеплоприбор» (1979); позже – с 1980 г. ЛНПО «Буревестник») и совместно с Минсвязи (базовая организация ЛНПО «Красная заря»). Каждое из этих объединений стало передавать на кафедру вычислительную технику и другое оборудование для обеспечения целевой подготовки кадров и проведения совместных работ.

В 1976 г. большим событием в жизни института и кафедры стало избрание Александра Александровича Вавилова членом-корреспондентом АН СССР по отделению механики и процессов управления. Победе на выборах предшествовала рутинная подготовительная работа лично кандидата и его ближайшего окружения. До этих выборов Вавилов дважды участвовал в выборах, но не набирал необходимого числа голосов из-за плохой подготовительной работы. Первый раз Александр Александрович выдвигался в Академию в 1969 г.; понимая, что рассчитывать на успех с первого раза несерьёзно, он делал это как заявку на следующие очередные выборы. Во второй раз к выборам в 1972 г. он отнесся уже более основательно и имел весьма реальные шансы на успех. Во второй тур Александр Александрович прошел с большим числом голосов, но во втором туре уступил другим кандидатам.

В промежутке между вторыми и третьими выборами был осуществлен ряд необходимых шагов для достижения успеха на очередных выборах. Во-первых, А.А. Вавилов приглашал в институт многих членов отделения и знакомил их с историей ЛЭТИ, его кафедрами и научными работами, проводимыми в институте в это время. Во-вторых, он знакомил их со своей кафедрой и работами, которые проводились под его непосредственным научным руководством. Александр Александрович очень хорошо умел рассказывать о своих сотрудниках и учениках, каждому из них давал возможность выступить перед именитыми гостями с изложением постановки задачи и основных результатов. Как правило, после посещения института у визитёров создавалось очень благоприятное впечатление не только о самом Вавилове, но и об организации и людях, которыми он руководил. Все, кто побывал в институте, убеждались в солидности решаемых институтом проблем, а главное – видели в Вавилове не формального руководителя, а настоящего лидера, досконально разбирающегося во всех тонкостях задач, с которыми он знакомил их в институте. В-третьих, его соратники и ученики побывали в организациях, где работали руководителями некоторые члены отделения, и установили хорошие рабочие и человеческие контакты с их ближайшими сотрудниками. Важную поддержку А.А. Вавилову на выборах при обсуждении кандидатур оказали

академики Н.Н. Исанин, И.Ф. Образцов и А.А. Воронов. Первый в своем выступлении говорил от имени академиков и членов – корреспондентов Ленинграда, второй выступал как Министр высшего образования Российской Федерации, третий характеризовал результаты работ А.А. Вавилова в теории управления.

Ещё до того как стать руководителем нашего института, Александр Александрович в беседах со своими учениками говорил, что для развития и процветания вуза необходимо, помимо установления крепких связей с промышленностью и научными организациями Ленинграда, чтобы ректор был авторитетной фигурой в обкоме КПСС, Министерствах высшего образования РФ и СССР, Академии наук СССР. Это хорошо понимал его предшественник Николай Петрович Богородицкий, который был авторитетной фигурой в Министерстве высшего и среднего специального образования РСФСР и избирался членом Ленинградского обкома. Поэтому с самого начала своей деятельности как ректора А.А. Вавилов стремился установить хорошие связи и контакты с работниками этих организаций. В обкоме КПСС это были рядовые и руководящие партийные работники из отдела науки и образования, а в Академии наук – члены отделения механики и процессов управления, а также Уполномоченный Президиума АН СССР в Ленинграде. Важную роль в развитии и укреплении института сыграли неформальные человеческие взаимоотношения, которые сложились у А.А. Вавилова с работниками союзного и республиканского министерств образования, курировавшими нашу специальность. Это были не только министры, заместители министров, начальники управлений и отделов, но и рядовые сотрудники – кураторы нашего вуза по учебной и научной работе. Все они с большим уважением относились к Александру Александровичу Вавилову. С их глубоким пониманием и поддержкой его предложений и рекомендаций принимались своевременные необходимые решения в министерствах по профессиональной подготовке специалистов в нашей стране. Положительный опыт работы нашего института всегда поддерживался и по многим вопросам распространялся ими и на другие вузы страны. Мне, как его ближайшему ученику и соратнику, часто приходилось бывать во всех этих организациях вместе с ним и одному для выполнения тех или иных поручений. Везде А.А. Вавилова очень уважали и любили, и это распространялось и на меня. Естественно, я старался не ударить в грязь лицом и оправдать его доверие при выполнении всех поручений и заданий.

Благодаря своим неординарным способностям, выдающимся профессиональным достижениям в науке, заслугам в области образования и, в значительной степени, прекрасным человеческим качествам, Александр Александрович стал в 1976 г. членом-корреспондентом отделения механики и процессов управления Академии наук СССР, в 1977 г. – председателем Совета ректоров вузов Ленинграда, в 1978 г. – членом Президиума ВАК СССР, в 1979 году – членом Ленинградского обкома КПСС, а в 1980 году делегатом XX Съезда КПСС. Среди его наград, полученных за доблестный труд, – орден Ленина, орден Октябрьской революции, два ордена Трудового Красного знамени.

В 1979 г. в Президиуме АН СССР принимается Постановление об организации в Ленинграде Междуведомственного координационного совета АН СССР (МКС). Председателем МКС был назначен академик И.А. Глебов, а его первым заместителем – А.А. Вавилов. Учёным секретарём совета по предложению А.А. Вавилова назначили доцента кафедры корабельных систем управления ЛЭТИ Олега Викторовича Белого. Из представительского органа этот совет превратился в организацию, которая, действительно, стала заниматься координацией и формированием программ по актуальным направлениям фундаментальной и прикладной науки, техники и медицины, имеющим большое значение для Ленинграда. Естественно, что ЛЭТИ и кафедра автоматики и телемеханики принимали самое активное участие в разработке некоторых из них. Среди этих программ были научные программы по экологии и здравоохранению,

освоению Мирового океана, интеграции и автоматизации научных исследований, гибким производственным системам и другие. Структурными подразделениями совета были секции, которыми руководили самые видные и авторитетные учёные в данной области. По каждому направлению были определены базовые организации. В состав совета вошли представители ведущих научно-исследовательских организаций и высших учебных заведений города, работающие в области управления, вычислительной техники, информатики и автоматизации.

Александр Александрович был большим патриотом ленинградской науки и постоянно говорил о необходимости организации в Ленинграде Научного центра или Отделения Академии наук для более интенсивного развития научных исследований в нашем городе. Деятельность А.А. Вавилова как ректора способствовала развитию и укреплению института, выдвижению его в число самых передовых вузов страны. Под руководством Александра Александровича Вавилова ЛЭТИ стал ведущим вузом Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР, в котором апробируются новые формы учебной и научной работы. По его инициативе были определены главные направления научной деятельности института: техническая кибернетика, радиоэлектроника, физика твердого тела и микроэлектроника, электротехнология. На этой основе были сформулированы двенадцать крупных научных проблем, на решение которых ориентировалась деятельность ЛЭТИ. Среди них была и такая важная народнохозяйственная задача, как комплексная автоматизация производства на основе широкого использования средств вычислительной техники.

Александр Александрович Вавилов уделял огромное внимание вопросам подготовки будущих специалистов, предложенные им основные идеи новых учебных планов предусматривали подготовку инженеров широкого профиля, способных адаптироваться в условиях быстрого обновления научных знаний и производства. Это обеспечивалось усилением фундаментальной общенаучной подготовки по так называемым базовым общеинженерным дисциплинам. Были методически выделены курсы, формирующие главное содержание специальностей. Особое значение А.А. Вавилов придавал непрерывности подготовки инженера по соответствующим циклам дисциплин и широкому использованию при обучении средств вычислительной техники.

В 1980 г. по инициативе А.А. Вавилова впервые в истории ЛЭТИ на его базе состоялось выездное заседание Отделения механики и процессов управления АН СССР. В институт приехали во главе с вице-президентом АН СССР, руководителем отделения академиком Б.Н. Петровым, академики А.А. Воронов, Н.Н. Исанин, А.Ю. Ишлинский, Н.Н. Красовский, В.В. Новожилов, К.В. Фролов; члены-корреспонденты С.В. Емельянов, И.М. Макаров, Б.Н. Наумов, Я.З. Цыпкин. В институте хорошо подготовились к этому заседанию. Александр Александрович сделал прекрасный доклад об истории ЛЭТИ, фундаментальных и прикладных научных исследованиях, проводимых ранее и в текущий момент его сотрудниками. Всех поразило его глубокое понимание проблем, о которых он говорил, и абсолютно свободное владение материалом. Высокие гости посетили несколько выпускающих кафедр института, вычислительный центр и вновь создаваемый центр микроэлектроники в новом пятом корпусе. Особенно сильное впечатление на членов отделения произвело посещение кафедры автоматизации и телемеханики, которое возглавил сам Александр Александрович. Он очень эмоционально и содержательно рассказал о научных работах, проводимых в то время на кафедре, и работах, выполняемых под его непосредственным руководством, показал её учебные и научные лаборатории, дал возможность всем преподавателям и сотрудникам общаться с членами отделения, отвечать на их вопросы и рассказывать о своей деятельности. Культурная программа включала в себя посещение города Кронштадта и его военно-морской базы, которое было организовано профессором Андреем Васильевичем Мозгалевским и его сотрудниками. Кроме этого, были органи-

зованы экскурсии в Павловск, Пушкин и Петергоф, а также в Эрмитаж с посещением знаменитой золотой кладовой. В конце командировки каждый из участников выездного заседания получил в подарок альбом с фотографиями о его пребывании в институте, Кронштадте и Ленинграде. Фотографии были сделаны любителями-фотографами нашей кафедры и института.

В 1981 г. состоялись очередные выборы в Академию Наук СССР, на которых по рекомендации Министерства образования РСФСР, Ленинградского научного центра и Обкома КПСС ЛЭТИ выставил кандидатуру ректора члена-корреспондента АН СССР А.А. Вавилова в академики по специальности «Процессы управления». Александр Александрович знал, что параллельно с ним Ленинград отстаивает ещё одну очень сильную кандидатуру в действительные члены – генерального конструктора атомных подводных лодок Сергея Никитича Ковалёва из ОКБ «Рубин». В результате был избран С.Н. Ковалёв. После выборов многие из академиков в кулуарах говорили, что Александр Александрович будет избран в следующий раз.

Одно из замечательных качеств Александра Александровича Вавилова было его умение выбирать себе в помощники способных и надежных людей, на которых он опирался в своей многогранной деятельности. Этим людям он полностью доверял и поэтому давал большие полномочия. Его ближайшими помощниками как ректора, безусловно, были его проректоры: по учебной работе – Владимир Иванович Тимохин, по научной работе – Юрий Михайлович Таиров. Обоих он выбрал сам из многих возможных кандидатур и не ошибся. В этом убедились и почти все сотрудники института, которые работали в эти годы. Третьим проректором – по заочному и вечернему образованию был Анатолий Николаевич Иванов, который успешно работал в этой должности еще при Н.П. Богородицком. Четвёртым проректором – по международным связям и работе с иностранцами был Олег Васильевич Алексеев. Он появился только при А.А. Вавилове и по его рекомендации. Проректором по хозяйственной работе вначале был отставной генерал Валерьян Митрофанович Добрянский. Позднее на эту должность А.А. Вавилов назначил полковника в отставке Валентина Васильевича Калинина – бывшего заместителя начальника академии имени А.Ф. Можайского. В связи с проектированием и строительством нового пятого корпуса института в 70-е гг. в ЛЭТИ появилась должность проректора по капитальному строительству. Им по рекомендации В.В. Калинина стал Анатолий Фёдорович Москаленко. В должности главного бухгалтера института при А.А. Вавилове начала и продолжала в течение многих лет свою работу на благо института Елена Николаевна Юсупова. Все эти люди, в результате совместной работы хорошо узнавшие и полюбившие Александра Александровича за необыкновенные качества человека и руководителя, и составили великолепную, необычно сильную и сплочённую команду, которая вывела ЛЭТИ в число ведущих вузов нашей страны.

А.А. Вавилов был человеком огромного масштаба, очень сильной и значительной личностью. Он обладал необыкновенным магнетизмом, которым притягивал к себе людей. В годы его руководства в ЛЭТИ пришли работать многие выдающиеся ученые и специалисты Ленинграда, среди них профессора: Ж.И. Алфёров, В.М. Ахутин, С.А. Дробов, С.И. Бычков, Д.П. Лукьянов, М.Н. Катханов, А.И. Губинский, В.И. Смирнов, Е.Г. Пашенко.

Особенной чертой в характере А.А. Вавилова была любознательность учёного. Будучи секретарём парткома и учёным секретарём Учёного совета он постоянно интересовался содержанием научной деятельности не только заведующих кафедрами и профессоров, но и всех выдающихся преподавателей и сотрудников. Когда он стал ректором, он приглашал таких людей к себе и подолгу беседовал с ними, стараясь понять постановки задач и основные результаты их исследований. Александр Александрович был очень контактным человеком и у него были хорошие товарищи и соратники на всех

факультетах и многих кафедрах. Через них он сверял свои впечатления о том или ином человеке с мнением других людей, поэтому у него была полная осведомлённость о том, какой авторитет они имеют среди своих коллег по работе.

Важную роль в создании благоприятного климата в деловых и человеческих отношениях между людьми на факультетах, способствующего организации плодотворной и эффективной учебной и научной деятельности всего института, А.А. Вавилов всегда отводил личностям деканов факультетов. При нём в должности деканов работали либо признанные всеми авторитетные учёные, такие как профессор Серафим Алексеевич Дробов, либо талантливые восходящие молодые ученые, его единомышленники и соратники. Именно он при выборе кандидатуры декана на ФЭТ настоял на том, чтобы деканом факультета стал тогда ещё совсем молодой доцент Юрий Александрович Быстров, который потом проработал в этой должности почти 30 лет. По предложению А.А. Вавилова деканом факультета автоматики и вычислительной техники стал и многие годы работал его друг, замечательный человек и выдающийся ученый и педагог, профессор Владимир Иванович Анисимов.

Большое внимание А.А. Вавилов уделял развитию и применению вычислительной техники в институте. Его постоянной заботой было обеспечение вычислительного центра института и кафедр новыми вычислительными машинами серии ЕС и СМ, выпускаемыми нашей промышленностью. Благодаря вниманию и постоянной поддержке со стороны А.А. Вавилова, в числе первых вузовских коллективов вычислительный центр ЛЭТИ получал самые современные ЭВМ и под руководством Евгения Константиновича Александрова приступил к созданию систем коллективного пользования и автоматизированных информационных систем. В институте была введена в эксплуатацию система «Учебный процесс». По рекомендации Министерства образования Российской Федерации эта система получила практическое применение во многих вузах. В 80-е гг. продолжалось развитие теории автоматического управления. Во многих публикациях она всё чаще называется просто «теорией управления». Этому способствовало расширение функций и задач управления и распространение её методов на исследование процессов управления не только в технических, но и в организационных, экономических, биологических и информационных системах. В 70-е и 80-е гг. стала формироваться общая теория систем, терминология, многие понятия и положения которой были заимствованы из теории автоматического управления.

В последние годы жизни А.А. Вавилов активно работал над проблемами общей теории систем и сложных систем управления. С 60-х гг. его интересовали структурные аспекты теории управления, в частности зависимость фундаментальных свойств устойчивости, инвариантности и чувствительности от структурных особенностей систем управления. В результате при описании моделей систем со сложной структурой было отдано предпочтение формам представления моделей в виде сигнальных графов. Далее было установлено, что определители сигнальных графов отражают совокупную роль контуров системы в перемещении корней характеристического полинома, то есть в формировании собственных движений систем. Определители линейно зависят от передаточных функций дуг, поэтому функции чувствительности не содержат операторов дуг, следовательно, могут служить оценкой потенциальной эффективности структур. Это было положено в основу топологического синтеза систем. Рассмотрение структурных проблем привело А.А. Вавилова к выдвижению идеи эволюционного синтеза. Им были сформулированы общие принципы системного подхода к построению моделей, анализу и синтезу систем управления.

В октябре 1983 г. при выходе из своего кабинета Александр Александрович Вавилов внезапно скончался от разрыва сердца на руках подхвативших его проректора по международным связям профессора Олега Васильевича Алексева и заместителя министра высшего образования РСФСР А.А. Петрова, вместе с которыми он направ-

лялся на банкет в Дом Учёных по поводу моего 50-летия. Участникам торжества не стали сообщать об этом, чтобы не омрачать праздник. Поздно ночью почти все участники банкета – ближайший круг его учеников – собрались на квартире Александра Александровича на Большой Пушкинской улице. Началась подготовка к похоронам дорогого всем нам учителя и друга.

После смерти А.А. Вавилова кафедре автоматики и процессов управления возглавил я. Моими ближайшими помощниками остались мои коллеги и друзья доценты Н.Н. Кузьмин и Е.Ф. Волков. Главная задача, которую мы должны были выполнить – это сохранение замечательного коллектива преподавателей и сотрудников кафедры, её ведущие позиции внутри института и в стране по всем направлениям педагогической и научной деятельности. Таких направлений было много, потому что мой предшественник был не только крупным учёным и руководителем, но и выдающимся организатором и общественным деятелем. Он был председателем научно-методического совета Минвуза СССР по специальности 21.01.00 – «Автоматика и телемеханика», а поэтому наша кафедра была головной по этой специальности. Кроме этого, он был членом Президиума ВАК СССР, председателем Ленинградской территориальной группы НКАУ СССР, первым заместителем главы МКС АН СССР в Ленинграде академика И.А. Глебова и председателем Научного совета по автоматизации исследований и управления при МКС АН СССР.

При кафедре АПУ был и Головной совет Минвуза РСФСР по системам управления и средствам автоматики, специализированные советы по защитах докторских и кандидатских диссертаций по специальностям: 05.13.01 – «Техническая кибернетика»; 05.13.02 – «Теория автоматического регулирования и управления»; 05.13.07-«Автоматизированные системы управления технологическими процессами и производствами», председателями которых были – в докторском я, а в кандидатском – Б.Я. Советов.

В январе 1984 г. на базе ЛЭТИ проводился очередной семинар – совещание для повышения квалификации заведующих кафедрами по специальностям в области автоматики, вычислительной техники и информатики. В рамках этого совещания собрался в Ленинграде и НМС по специальности 0606, на заседании которого по предложению Ю.А. Сабина и Г.К. Круга было принято решение рекомендовать на должность председателя совета меня. После этого в 1984 г. приказом Минвуза СССР я был назначен председателем НМС. В дни семинара были организованы первые «Вавиловские чтения». На этих чтениях новый ректор ЛЭТИ профессор Олег Васильевич Алексеев выступил с докладом об организационной, методической, педагогической и общественной деятельности Александра Александровича. Я сделал доклад на тему «Вклад члена-корреспондента АН СССР А.А. Вавилова в развитие современной теории управления». В организации и проведении чтений активно участвовал член-корреспондент АН СССР Николай Степанович Соломенко, впоследствии академик. Он также выступил с докладом о работе А.А. Вавилова в отделении механики и процессов управления АН СССР. После смерти Александра Александровича Н.С. Соломенко стал первым заместителем председателя МКС АН СССР в Ленинграде и председателем научного совета по автоматизации исследований и управления при МКС. Учёным секретарём совета остался доцент ЛЭТИ О.В. Белый.

Николай Степанович хорошо знал Александра Александровича и относился к нему с большой симпатией и уважением. Его сын Сергей Николаевич Соломенко – известный журналист – к 60-летию А.А. Вавилова написал о нём очень хорошую статью «Ректор» в газете «Ленинградская правда». Доброжелательное отношение Н.С. Соломенко к кафедре автоматики и процессов управления ЛЭТИ сохранилось, и он предложил мне остаться заместителем председателя научного совета по автоматизации исследований и управления при МКС АН СССР. В этом же году я был избран

председателем Ленинградской территориальной группы НКАУ СССР. Остался при кафедре Головной совет по автоматике и системам управления, председателем которого был я и при жизни А.А. Вавилова.

Первые годы после смерти Александра Александровича не было дня, чтобы мы не вспоминали о нём. В самых разных ситуациях мы задавали себе вопрос: «А как бы поступил Александр Александрович в этом случае?». Поэтому для тех, кто близко его знал, отсутствие его казалось особенно ощутимо. Оно как бы образовало пустоту в фактуре нашей жизни, которую мы долго не могли заполнить и преодолеть. На кафедре Александр Александрович появлялся не чаще, чем раз в месяц, но он был в курсе всех кафедральных дел, потому что систематически встречался со мною в ректорском кабинете, куда я имел свободный доступ в любое время. Кроме этого, А.А. Вавилов почти ежедневно встречался со своими учениками и коллегами у себя дома, где он, освободившись от текущих ректорских дел, занимался своим любимым делом – научной работой.

Выдающийся учёный в области автоматике и процессов управления А.А. Вавилов имел свыше 200 печатных работ, в том числе 18 монографий и учебных пособий. Им подготовлено в общей сложности более 60 докторов и кандидатов наук. Его непосредственные учителя – заслуженные деятели науки и техники, профессора А.В. Фатеев и Б.И. Норневский. Своим учителем он считал также и академика Е.П. Попова, работы которого по частотным методам расчёта нелинейных систем оказали на него большое влияние. От своих учителей он воспринял не только необходимые профессиональные навыки будущего учёного исследователя, но и прекрасные человеческие качества, которыми обладали они. Это, прежде всего, глубочайшая порядочность и доброжелательность в отношении к людям.

* * *

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ЗУБОВ

Выдающийся русский ученый Zubov Владимир Иванович в течение 32 лет возглавлял кафедру теории управления Санкт-Петербургского государственного университета. Он был избран по конкурсу 25 декабря 1967 г., с 1 января 1968 г. вступил в должность заведующего кафедрой и оставался в этой должности до конца своей жизни, последовавшего 28 октября 2000 г.

Умер Владимир Иванович в свой юбилейный год – 14 апреля 2000 г. ему исполнилось 70 лет. Многочисленные поздравления, в том числе от академии наук, губернатора города, президента страны, а также многочисленные выступления на чествовании юбиляра оставили значительный материал для составления биографии этого выдающегося человека. Частично это сделано в прилагаемой ниже биографической статье о Владимире Ивановиче.

В соответствии с сохранившимися документами В.И. Zubov родился в городе Кашире Московской области. Возможно, что на самом деле он родился в Москве на Тверском бульваре, дом 8. Все дело в том, что происходит он из семьи купцов 1-ой гильдии, которая была лишена прав и состояния в 1917 г. Мать и отец Владимира Ивановича в течение трех десятков лет несправедливо проживали в нежилых помещениях. В течение двадцати лет они вообще были лишены гражданских прав. Детство и отрочество Владимира Ивановича прошли в Москве и Кашире, заканчивались же в Ленинграде.

В возрасте 14 лет с Владимиром Ивановичем случился несчастный случай. В результате взрыва гранаты, которых оставалось много со времен недавно отгремевших битв под Москвой, Владимир Иванович повредил себе глаза. Долго лечился, но спасти зрение не удалось. В итоге он оказался в Ленинградской спецшколе для слепых и слабовидящих.

В год окончания ленинградской спецшколы, в апреле 1949 г., он становится победителем 15-ой Ленинградской городской математической олимпиады школьников и в том же году подает документы для поступления на математико-механический факультет Ленинградского государственного университета имени А.А. Жданова. В приеме документов ему было отказано. Только после личной поездки в Москву на прием к Министру и разрешения Министра, документы были приняты, и Владимир Иванович, сдав восемь экзаменов по общему конкурсу, поступил на первый курс университета. Здесь он увлекся семинаром тогда еще члена-корреспондента АН СССР, профессора Александра Даниловича Александрова. Со второго курса студент Zubov включился в работу семинара по устойчивости движения и качественной теории дифференциальных уравнений под руководством Николая Павловича Еругина. Здесь он выбрал свое научное направление и получил первые научные результаты.

Студенческая жизнь Владимира Ивановича имела некоторые особенности. Ему рано стали давать на рецензию анонимные работы, на которые он писал содержательные отзывы с припиской – *«Все правильно, как у Ляпунова»*. Позже, лет через

десять, Владимир Иванович узнал, что это были статьи сидевшего в тюрьме, впоследствии видного ученого, Богданова Юрия Станиславовича. Тогдашний политический климат требовал осторожности и дипломатичности от старших коллег и учителей Владимира Ивановича – Н.П. Еругина и доцента В.П. Басова, и они поручали это рискованное дело молодому Зубову. В итоге эта деятельность В.И. Зубова привела к тому, что Ю.С. Богданов был освобожден. (У Богданова тоже были особенности в биографии: он хоть и воевал с немцами, но в рядах западных союзников, за что и пострадал.) Этот эпизод характерен для биографии Владимира Ивановича, познавшего и недоброжелательность завистников, и христианское сострадание, и помощь простых людей. Это сделало его отзывчивым к чужой боли и благодарным за участие к своей. С особой теплотой Владимир Иванович всегда вспоминает своих учителей, сыгравших большую роль в его судьбе.

Кроме работ Богданова, Владимир Иванович получал и другие рукописи для изучения. Как позже оказалось, это были работы американских ученых, написанные по заказу Пентагона для военной авиации. Уже в более поздние времена при личной встрече с американским математиком Генри Антосиевичем, Владимир Иванович сказал ему, чтознакомился с его работами еще студентом. Пояснил ситуацию удивленному Антосиевичу присутствовавший при этом Николай Николаевич Красовский, который заметил, что Зубов тоже работает по спецтематике в той же области, что и Антосиевич. Этот эпизод также характерен для биографии Владимира Ивановича – он со студенческих лет в течение многих десятилетий вел работы по оборонной тематике.

Владимир Иванович окончил университет, получив диплом с отличием, на год раньше срока. Поскольку с 1952 г. он был членом КПСС, то дальнейшая его судьба в значительной степени зависела от парткома университета, который рекомендовал В.И. Зубова в аспирантуру по философии. Владимир Иванович в заявлении в партком писал, что его обучение в аспирантуре на философском отделении будет более содержательным, если он в течение полугода завершит математическую кандидатскую диссертацию «Границы области асимптотической устойчивости». К счастью для многочисленных претендентов на философскую вакансию, партком согласился. Работа была подана в указанный срок, но научный руководитель Николай Павлович Еругин сказал, что эта диссертация должна быть защищена так, чтобы о ней узнал весь научный мир. Защита состоялась в ноябре 1955 г. Оппонентами были известные ученые Е.А. Барбашин и Н.Н. Красовский. Буквально сразу после защиты приказами ректора А.Д. Александрова по университету и директора НИИММ академика В.И. Смирнова Владимир Иванович, уже как кандидат физико-математических наук, был зачислен в НИИММ в качестве и.о. старшего научного сотрудника с последующим избранием по конкурсу. Тогда ученая степень присуждалась сразу решением совета, на котором проходила защита.

Через полгода после защиты кандидатской диссертации Владимир Иванович принес директору рукопись по устойчивости инвариантных множеств динамических систем. Перелистав рукопись, академик В.И. Смирнов сказал: *«Давайте издадим ее в виде книги и будем по ней защищать докторскую диссертацию»*. Так, в 1957 году в издательстве ЛГУ появилась монография В.И. Зубова «Методы Ляпунова и их применение». Она была посвящена 100-летию А.М. Ляпунова и открывалась портретом этого выдающегося ученого и предисловием академика В.И. Смирнова. После выхода в свет этой монографии к Владимиру Ивановичу стали обращаться с вопросами инженеры, конструкторы и руководство различных КБ, с которыми В.И. Зубов плодотворно сотрудничал в последующие годы.

Докторскую диссертацию Владимир Иванович защищал в апреле 1960 г. в Ленинградском политехническом институте по названной монографии. К этому времени В.И. Зубов выпустил в свет еще одну книгу – «Математические методы исследова-

ния систем автоматического регулирования», явившуюся результатом его сотрудничества с инженерами. Следует сказать, что, оставаясь в университете, он уже являлся штатным заместителем Генерального конструктора Чарина Николая Авксентьевича, в ведомстве которого также издал книгу под названием «Один метод интегрирования дифференциальных уравнений движения на участке самонаведения».

Оппонентами на защите у Владимира Ивановича были известные ученые Е.А. Барбашин, В.Г. Болтянский, А.М. Летов. Отзыв сторонней организации давал Н.Н. Красовский, а с места работы – академик В.И. Смирнов, который с 1957 г. уже не был директором НИИММа. Председательствовал на защите профессор Г.Ю. Джанелидзе, декан профильного факультета ЛПИ, в качестве членов совета присутствовали известные ученые: вице-президент АН СССР Б.П. Константинов, профессора Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье и другие. Решение совета в пользу защищающегося было единогласным. Столь подробное описание защиты Владимира Ивановича уместно для объяснения того обстоятельства, что провести в доктора Владимира Ивановича, несмотря на его очевидные достижения и заслуги, было очень трудно без усилий научного сообщества, а также почему в личном деле защищающегося в графе «место работы и должность» стояло «штатный заместитель Генерального конструктора», а не университет, где он действительно работал.

12 ноября 1960 г. ВАК присвоил В.И. Зубову степень доктора физико-математических наук. Представлял диссертацию на пленуме ВАК известный ученый, специалист в области автоматического регулирования Попов Евгений Павлович.

Поскольку уже с 1957 г. Владимир Иванович вел городской семинар по процессам управления и устойчивости, то вполне понятны, особенно после защиты докторской диссертации, государственная поддержка, а позднее и государственные полномочия, данные Владимиру Ивановичу в этой области. Так, в 1962 г. Владимир Иванович становится заведующим лабораторией теории управляющих устройств и механизмов в НИИММе, а в 1963 г. получает звание профессора.

В 1967 г. В.И. Зубов открывает кафедру теории управления и становится ее заведующим. Эту кафедру он возглавлял до своей смерти.

В 1968 г. Владимир Иванович становится лауреатом Государственной премии СССР. По этому поводу Президент АН СССР академик М.В. Келдыш писал в газете «Правда» от 9 ноября того же года в статье «В авангарде технического прогресса»: *«Широкую известность у нас и за рубежом получили работы В.И. Зубова. Проведенные им глубокие исследования по теории устойчивости движения, теории автоматического управления и теории оптимальных процессов позволяют решать важные прикладные проблемы, в частности, в области конструирования управляющих автоматов, стабилизации программных движений. Методы В.И. Зубова эффективны и в приложении к задачам управления, возникающим в промышленности, математической экономике, биологии и медицине, судовождении».*

В 1969 г. в ЛГУ открывается факультет прикладной математики – процессов управления и Владимир Иванович назначается его деканом. В этом же году в семье Владимира Ивановича (он был женат с 1950 г.) рождается шестой ребенок. Отступая от хронологии, следует сказать, что накануне семидесятилетия у него появился на свет шестнадцатый внук.

В 1971 г. при активном участии Владимира Ивановича в ЛГУ создается НИИ Вычислительной математики и процессов управления с тематикой работ, определенной правительством страны. Возглавлять все эти работы поручается В.И. Зубову. Факультет и НИИ образуют сегодня Учебно-научный центр прикладной математики – процессов управления СПбГУ, лидером и неформальным руководителем которого до самой своей смерти был Владимир Иванович.

Владимир Иванович в течение ряда лет был членом редколлегии журнала «Дифференциальные уравнения» и рецензировал по поручению Николая Павловича Еругина наиболее трудные рукописи по профилю журнала.

В 1981 г. Владимир Иванович избирается членом-корреспондентом АН СССР, в 1998 г. получает звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

Глубокие знания Владимира Ивановича, большая эрудиция, любовь к жизни, чуткое отношение к людям делали притягательной его гостеприимную квартиру для многочисленных учеников, начиная со студентов и кончая седыми профессорами. Недаром у Владимира Ивановича одна из самых сильных научных школ в мире по теории устойчивости и процессам управления. Среди его учеников свыше 100 кандидатов и 20 докторов наук. Вероятно, и это обстоятельство сделало популярными возглавляемые Владимиром Ивановичем и ставшие уже ежегодными, начиная с 1994 г., международные семинары по динамике пучков заряженных частиц. Кроме указанных семинаров, под его руководством на базе УНЦ прикладной математики – процессов управления СПбГУ проходят и другие международные мероприятия. Так, в 1999 г. был проведен симпозиум по водородной энергетике и технологиям «HYPOTESIS – III», в июле 2000 г. – Международный семинар «Применение теории управления в задачах оптимизации (IFAC «CAO-2000»).

Основные направления научных исследований В.И. Зубова:

- разработка методов построения функций Ляпунова и границ области асимптотической устойчивости;
- теория оптимального управления;
- математическая теория проектирования, создания и эксплуатации электрофизической аппаратуры различного назначения;
- исследование процессов управления вращательным движением;
- разработка математической теории построения точных решений систем дифференциальных уравнений и разрешение фундаментальных проблем небесной механики;
- изучение свойств пространств функций распределения случайных величин и случайных процессов, разработка математической теории движения в случайных средах;
- теория синхронизации движений;
- исследование орбит и новые формы уравнений небесной механики;
- математическая теория рекуррентных функций; волны и принципы относительности;
- распределение сил и средств в промышленности и сельском хозяйстве.

Разработка методов построения функций Ляпунова и границ области асимптотической устойчивости. Найдено уравнение, которое в принципе решает проблему построения границы области асимптотической устойчивости. В аналитическом случае это уравнение интегрируется в виде рядов, с помощью которых развиваются также приближенные методы построения границ указанной области.

Теория оптимального управления. Построены аналитические методы отыскания оптимальных управлений, а также найдена связь между теорией второго метода Ляпунова и теорией оптимального управления.

Исследование процессов управления вращательного движения твердого тела. При изучении вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной точки В.И. Зубовым было установлено, что периоды прецессионных и нутационных колебаний являются первыми интегралами, отношение которых определяет, будет ли движение твердого тела периодическим или почти периодическим. При этом оказа-

лось, что отношение этих интегралов может стать иррациональным при сколь угодно малых изменениях начальных данных, определяющих движение твердого тела, или при сколь угодно малых изменениях распределения масс внутри твердого тела. Это позволило сделать вывод, что определение прецизионной ориентации на наземных измерительных пунктах не может основываться на применении периодических закономерностей.

Для построения законов управления вращательным движением твердого тела (управляющих моментов) В.И. Зубовым был применен второй метод Ляпунова. Это позволило ему перейти от линейных моделей к нелинейным. Удачный выбор моделей движения тел с полостями, заполненными жидкостью, и тел, несущих упругие конструкции, позволил распространить этот подход и на указанные объекты и эффективно решать научные и инженерные задачи.

Разработка математической теории построения точных решений систем дифференциальных уравнений и разрешение фундаментальных проблем небесной механики. Для дифференциальных уравнений с регулярной особой точкой В.И. Зубовым до конца рассмотрены те случаи, которые были оставлены без внимания Пуанкаре и Пикара. Оказалось, что эти случаи всегда имеют место в динамике самонаведения. Тем самым удалось решить важную задачу современной прикладной теории управления – найти полную совокупность всех траекторий на участке самонаведения.

Изучение свойств пространств функций распределения случайных величин и случайных процессов, разработка математической теории движения в случайных средах. В.И. Зубовым было установлено, что любая непрерывная функция распределения может быть сколь угодно точно аппроксимирована в равномерной метрике на всей вещественной оси с помощью смеси нормальных законов с различными математическими ожиданиями и дисперсиями. Показано, что нормальный закон не является исключительным в природе вещей, что любой закон распределения дает скользкие суммы с весовыми коэффициентами, составляющими всюду плотное подмножество в пространстве непрерывных функций распределения. Поэтому сам нормальный закон может быть определен сколь угодно точно в равномерной метрике на всей вещественной оси с помощью скользких сумм, образованных от любого, наперед заданного закона распределения.

Теория пучков заряженных частиц. Решена обратная задача электродинамики – по заданному полю скоростей заряженных частиц аналитически найдены напряженности электрического и магнитного полей, которые вызывают заданное движение, найдены уравнения для всевозможных полей такого рода, установлена теорема универсальности уравнений электродинамики.

Проектирование и создание электрофизической аппаратуры различного назначения. Здесь В.И. Зубовым были найдены уравнения электромагнитных полей взаимодействующих пучков, установлены уравнения взаимодействия этих полей между собой и с внешним полем.

Теория синхронизации движений. В 1973 г. под руководством В.И. Зубова было завершено создание первой в мире коммуникационной машины «Циклон Б», которая функционирует по настоящее время, обеспечивая бесперебойную связь нашего высшего руководства со стратегическими силами страны, находящимися на земле, в небесах, на океанах и морях. Причем эта связь охватывает околоземное космическое пространство.

В последние годы появилась возможность создания математического обеспечения для управления с помощью системы «Циклон Б» объектами народного хозяйства. Речь идет об управлении региональными энергетическими комплексами и всей энергетической системой страны.

Исследование орбит и новые формы уравнений небесной механики. Если система дифференциальных уравнений имеет периодическое решение, которое считается известным, то ее можно преобразовать к такому виду, что она распадается на две части. Причем одно уравнение дает динамику изменения собственного времени траектории (в физике – динамику частицы) в зависимости от единого исходного времени.

Вторая группа уравнений описывает положение траектории (движущейся частицы) относительно орбиты периодического движения (равновесные орбиты в синхротронах). Причем это положение указывается в едином исходном времени. Такое преобразование системы уравнений позволило получить новые результаты относительно устойчивости и неустойчивости периодических решений, а также выяснить необходимые и достаточные условия того, чтобы известное периодическое решение было автоколебанием.

Переходя к системам дифференциальных уравнений, которые имеют несколько периодических орбит, можно воспользоваться последними для упрощений решения аналитических задач в различных областях современной науки, в том числе, можно получить принципиально новые уравнения небесной механики.

Если имеются планетные системы, то из уравнений Лапласа для каждой орбиты получаются уравнения для собственного времени и уравнения для отклонений от орбиты возмущенного положения планеты. Таким образом, уравнения небесной механики распадаются на две группы уравнений: первая описывает изменения собственных времен возмущенных планет, вторая – изменения отклонений этих планет от выбранных орбит. С помощью таких преобразований удастся установить те наклонения орбит и те величины эксцентриситетов, при которых планетная система будет устойчива.

С.В. Ковалевская ввела в механику понятие комплексного времени. Описанные выше преобразования В.И. Зубова позволяют ввести многомерное время для описания движения планет, ансамбля частиц, системы пучков и т.д.

Математическая теория рекуррентных функций. Известно, что наложение любых колебаний с одинаковыми или соизмеримыми периодами приводит к периодическим движениям. Если периоды несоизмеримы, то возникает понятие почти периодичности, и колебания в этом случае называются почти периодическими. Наложение почти периодических колебаний дает снова почти периодическое колебание.

Для дифференциальных уравнений и вообще для динамических систем Дж. Биркгоф ввел понятие рекуррентных функций, которые назвал общими стационарными колебаниями. А.А. Марков (младший) установил, что они распадаются на два класса: те колебания, которые совершаются около некоторых средних, он назвал эргодическими, а те, которые не имеют средних, он назвал неэргодическими.

В.И. Зубов развил аппарат аналитического представления эргодических классов рекуррентных движений. Позднее эта проблема была решена им для неэргодических движений.

Рекуррентные колебания имеют место в электродинамике, в гидродинамике и других разделах механики и физики. Характерная особенность таких колебаний состоит в том, что интерференция волн, порождаемых такими колебаниями, может привести к появлению одиночной волны (цунами) или группы волн.

В.И. Зубов установил, что пространство рекуррентных функций полно в смысле равномерной метрики на всей вещественной оси, но не линейно. Операция сложения элементов может вывести из этого пространства. Свойство рекуррентности не транзитивно по отношению к операции сложения. Однако всякая одиночная волна может быть разложена на интерференцию волн.

В.И. Зубов также ввел в теорию рекуррентные функции, почти периоды которых зависят от текущего времени. Наложение колебаний, описываемых такими рекуррентными функциями, может не приводить к рекуррентным движениям.

Волны и принципы относительности. Любую векторную функцию одного аргумента можно рассматривать как простую волну. Этот аргумент является, как правило, скалярной функцией времени и пространственных координат. При таком понимании волн произвольная векторная волна является наложением конечного числа простых волн. Естественно, что вместо векторных волн можно рассматривать тензорные волны, спиновые волны и т.д.

Единственный аргумент простой волны называется фазой и любое множество точек пространства и времени, на котором фаза имеет постоянное значение, называется фронтом волны. Если волна распространяется только по градиенту волнового фронта с максимальной постоянной скоростью, то она называется нормальной. Фаза нормальной простой волны удовлетворяет волновому уравнению.

Эйнштейн ввел понятие эквивалентности двух систем координат, а именно: две системы пространственно-временных координат являются эквивалентными, если нормальная волна в одной системе координат будет оставаться нормальной и в другой системе координат. Причем скорость и в первой и во второй системе координат должна быть одинаковой и максимальной. При этом волновое уравнение не меняет своей формы. Такой принцип эквивалентности координат есть чисто алгебраическое свойство, присущее изотропным средам. Если же среда анизотропная, то движение нормальной волны имеет скорость, зависящую от анизотропии. Поэтому и максимальная скорость будет зависеть от этого обстоятельства. Задавая максимальную скорость для нормальных волн в зависимости от направления и времени, получаем обобщенное волновое уравнение для фазы нормальных волн в анизотропной среде. Далее расширяется понятие эквивалентности координатных систем. Они будут считаться эквивалентными, если при их применении волновое уравнение сохраняет некоторые инварианты неизменными. Получается целая серия принципов относительности. При движении волн в атмосфере они могут быть одними, в воде – другими и т.д. Конкретные результаты такого рода используются В.И. Zubовым в динамике движения пучков.

Распределение сил и средств в промышленности и сельском хозяйстве. Более 30 лет тому назад руководство Ленгорисполкома обратилось лично к В.И. Zubову с просьбой создать алгоритм, программу и полное математическое обеспечение для вычислительных машин, с помощью которых можно было бы:

- распределять капиталовложения по городским отраслям народного хозяйства (35 отраслей), в то время как Госплан выделяет эти средства по отраслям народного хозяйства (14 отраслей);

- создать инженерные формулы, связывающие начальное, промежуточные и конечное состояния развивающихся отраслей;

- предусмотреть перераспределение финансирования отраслей в случае возникновения непредвиденных ситуаций таким образом, чтобы плановые задания по отраслям были выполнены.

Все эти задачи были решены путем создания теории опорного плана. Разработанная методика планирования была внедрена в нескольких крупных городах России.

В данной статье использовались материалы, которые обсуждались с В.И. Zubовым при подготовке другой статьи.

Решением ученого совета СПбГУ научно-исследовательскому институту прикладной математики и процессов управления было присвоено имя его основателя – В.И. Zubова (протокол № 3 от 26.03.2001).

СВЯТОСЛАВ СЕРГЕЕВИЧ ЛАВРОВ

Научная биография Святослава Сергеевича Лаврова во многом неординарна. Признанный авторитет в области баллистики, соратник Королева, он на пике научной карьеры круто изменил ее направление, полностью отдавшись новой области – программированию. Лавров – разработчик одного из первых в мире языков символического кодирования, создатель первого в СССР транслятора с АЛГОЛА, автор множества работ по теории и практике программирования. Он не входил ни в одну из существовавших в Советском Союзе «школ программирования», но пользовался признанием и большим уважением у коллег.

Родился Святослав Сергеевич Лавров 12 марта 1923 г. в Петрограде в семье русских интеллигентов. Его отец был инженером военного флота, в мирное время – главным энергетиком на ряде заводов; мать, выпускница Демидовских женских курсов, недолго работала классной дамой, а затем библиотекарем.

Уже в школьные годы С.С. Лавров увлекался математикой, посещал знаменитый математический кружок Ленинградского Дворца пионеров и был в числе победителей ленинградской городской математической олимпиады 1939 г. После окончания в 1939 г. средней школы в 16 лет С.С. Лавров поступил на математико-механический факультет Ленинградского государственного университета, где слушал лекции Д.К. Фаддеева по алгебре и Г.М. Фихтенгольца по анализу, из которых вынес первые представления о методах вычислений.

В 1941 г. С.С. Лавров вступил в ленинградское народное ополчение, но при формировании полка ополченцев его вместе с большой группой студентов направили на учебу в Ленинградскую военно-воздушную академию. После выпуска в 1944 г. в звании старшего техника-лейтенанта он получил назначение в истребительный авиационный полк техником звена. А вскоре после окончания войны судьба свела С.С. Лаврова с Сергеем Павловичем Королевым, который пригласил молодого военного инженера на работу по изучению немецкой трофейной техники. С.С. Лавров был зачислен на должность начальника измерительной службы в бригаду особого назначения Министерства обороны (позднее это Государственный центральный полигон, известный как Капустин Яр).

Сергей Павлович Королев содействовал демобилизации С.С. Лаврова и принял его в начале 1947 г. на должность начальника группы баллистики в свое конструкторское бюро, входившее на правах отдела в СКБ подмосковного НИИ-88 Министерства вооружения. Через несколько лет СКБ НИИ-88 стало самостоятельным предприятием – ОКБ-1.

В группе баллистики С.С. Лавров занимался механикой тел переменной массы, уравнениями движения ракеты, выбором формы траектории выведения ракеты; выполнял проектные баллистические расчеты, точные расчеты траектории и координат точки падения, определял параметры рассеивания и необходимые объемы гарантийных запасов топлива; работал над теорией приборов и систем управления даль-

стью. Он принимал активное участие в летных испытаниях всех ракет королевского КБ: от трофейных А-4 (ФАУ-2) в 1947 г. до межконтинентальной ракеты Р-7 в 1957 г. В 1957 г. Святослав Сергеевич Лавров в составе коллектива ученых был удостоен Ленинской премии.

В 1950 г. Святослав Сергеевич написал совместно с Р.Ф. Аппазовым и В.П. Мишиным в форме технического отчета монографию по баллистике ракет, изданную в 1956 г. Артиллерийской академией в качестве учебника под грифом «Секретно». В открытой печати эта работа появилась только десять лет спустя (Аппазов Р.Ф., Лавров С.С., Мишин В.П. Баллистика управляемых ракет дальнего действия. – М., Наука, 1966).

В 1954 г. С.С. Лавров заочно окончил механико-математический факультет Московского государственного университета, в 1959 г. получил ученую степень доктора технических наук по совокупности научных трудов без защиты диссертации. В 1963 г. ему было присвоено звание профессора по специальности «механика». В июле 1966 г. С.С. Лавров был избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению механики и процессов управления (по специальности «Автоматическое управление»).

Вплоть до 1966 г. С.С. Лавров работал в должности начальника отдела возглавляемого С.П. Королевым ОКБ-1 Министерства общего машиностроения. Начиная с 1959 г., С.С. Лавров по совместительству вел педагогическую работу на механико-математическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова. В 1963 г. С.С. Лавров стал профессором механико-математического факультета МГУ, а после образования в 1970 г. факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ возглавил кафедру языков программирования на этом факультете.

Уже к 1960 г. его научные интересы сместились в область программирования и, в первую очередь, разработки необходимого программного обеспечения ЭВМ – сначала библиотек стандартных подпрограмм, позже – трансляторов с языков высокого уровня. Во второй половине 50-х гг. все баллистические расчеты в КБ выполнялись на «БЭСМ», и проблема упрощения и автоматизации программирования стояла достаточно остро уже тогда. С.С. Лавровым был разработан один из первых в мире языков символьного кодирования для «БЭСМ», позднее опубликованный под названием «Соглашения о записи программ в символических обозначениях» (Лавров С.С. Введение в программирование. – М., Наука, 1970). Однако язык символьного кодирования использовался тогда как средство формализации процесса программирования с ручной трансляцией в машинные коды.

С появлением в 1960 г. заводской серии ЭВМ «М-20» (одна из четырех машин этой серии поступила в ОКБ-1) и почти одновременным выходом «Сообщения об алгоритмическом языке АЛГОЛ-60» стала технически возможной и интересной в научном плане реализация автоматического транслятора языка высокого уровня и определились ближайшие приоритеты исследований. Создание таких трансляторов началось в Институте прикладной математики АН СССР (Михаил Романович Шура-Бура и Эдуард Зиновьевич Любимский) и в Институте математики Сибирского отделения АН СССР (Андрей Петрович Ершов). Несколько позже была начата работа по транслятору с АЛГОЛА-60 в ОКБ-1, по проекту Лаврова С.С. и под непосредственным руководством Владимира Андреевича Степанова. Значительная часть исследований была выполнена Виктором Николаевичем Поповым. Сам С.С. Лавров помимо идейного руководства проектом продолжал заниматься разработкой стандартных подпрограмм (СП) численных методов (решение неалгебраических уравнений и их систем, отыскание экстремумов функций многих переменных) теперь уже в стандарте ИС-2, обеспечившем эффективное использование СП как при ручном программировании, так и в составе написанных для ЭВМ «М-20» трансляторов.

Разработчики транслятора ОКБ-1 (по предложению Владимира Михайловича Курочкина он был назван ТА-1) и, в первую очередь, С.С. Лавров очень точно оценили как возможности машины «М-20», так и ресурсы своей группы. В качестве входного языка транслятора было выбрано эффективно реализуемое подмножество АЛГОЛА-60, в которое не входили рекурсивные процедуры и функции, фактические параметры-выражения при передаче параметров по наименованию, переменные с индексами в качестве параметров циклов и собственные массивы. Все ограничения на входной язык, кроме рекурсии, оказались в русле последующих тенденций развития языков программирования. Благодаря такому ограничению входного языка транслятор ТА-1 оказался работоспособным раньше параллельных разработок, и уже весной 1962 г. первая версия транслятора была запущена в эксплуатацию.

Из всех трансляторов АЛГОЛА для вычислительной техники второго поколения в СССР именно транслятор ТА-1 оказался наиболее популярным. Это объяснялось простотой подмножества входного языка, высокой эффективностью компиляции и приемлемыми характеристиками эффективности порожденного кода. Немало способствовало широкому внедрению ТА-1 и появление через несколько лет значительно расширенной версии транслятора под названием ТА-1М («Сигнал»), созданной по идеям С.С. Лаврова группой под руководством В.А. Степанова. Это был первый в СССР и, очевидно, один из первых в мире трансляторов, позволявших производить отладку программ в терминах входного языка.

Одновременно с работой по проекту ТА-1 С.С. Лавров в постоянном творческом общении с А.П. Ершовым занимался теоретическими вопросами оптимизации распределения памяти. В 1961 г. им был предложен формализм для описания задач распределения памяти («схемы Лаврова») и была показана эквивалентность задач экономии памяти и раскраски графа (графа несовместимости областей действия). Окончательный вариант эвристического алгоритма распределения и повторного использования памяти был сформулирован А.П. Ершовым и практически реализован в «АЛЬФА-трансляторе».

С 1963 г. С.С. Лавров начал заниматься языками обработки символьной информации. Интерес к этой тематике вырос из задач автоматизации проектирования (Бегунков Г.С., Лавров С.С., Педанов И.Е., Степанов В.А. Аппарат геометрических описаний для автоматизации конструкторских работ. // В сб.: «Вычислительная техника в машиностроении». – Минск, Изд-во Института технической кибернетики АН БССР, 1966) и осознания необходимости работы со специфическими для конкретных проблемных областей типами данных и наборами операций.

В 1966 г., после смерти С.П. Королева, С.С. Лавров перешел в Вычислительный центр АН СССР на должность заведующего отделом математического обеспечения ЭВМ. Именно там были выполнены многие работы по языкам обработки символьной информации на новейшей ЭВМ «БЭСМ-6» (СНОБОЛ-А в 1968 г., совместно с Л.И. Гончаровой; ЛИСП в 1970 г., совместно с Г.С. Силагадзе).

Во второй половине 60-х и – начале 70-х гг. Святослав Сергеевич Лавров принимал активное участие в Рабочей группе WG2.1 IFIP (Международной федерации по обработке информации) по АЛГОЛУ. Язык АБВ, один из первых в мире экспериментальных расширяемых языков программирования, был предложен С.С. Лавровым как альтернатива АЛГОЛУ-68. В материалах Рабочей группы WG2.1 именно С.С. Лавровым был сформулирован общепринятый сегодня тезис о необходимости интеграции языков программирования со средствами взаимодействия с операционной средой, ставший прообразом современной концепции API (Application Program Interface).

В 1971 г. С.С. Лавров вернулся в Ленинград и через год возглавил кафедру математического обеспечения ЭВМ математико-механического факультета ЛГУ. В начале 70-х гг. им был реализован один из первых трансляторов с языка ПАСКАЛЬ, не получивший распространения в силу редкости аппаратной платформы

(ODRA-1204, польский клон одной из моделей ICL). Тогда же С.С. Лавров активно публиковал статьи и книги, обобщающие опыт работ предыдущего периода (Лавров С.С., Гончарова Л.И. Хранение информации в памяти ЭВМ. – М., Наука, 1971; Лавров С.С. и др. Расширяемый алгоритмический язык АБВ. // В сб.: «Обработка символьной информации». Вып. 3. – М., Вычислительный центр АН СССР, 1976; Капустина Е.Н. и др. Схема расширений и основные принципы реализации аппарата процедур языка ПАСКАЛЬ в языке АБВ. // В сб.: «Обработка символьной информации». Вып. 4. – М., Вычислительный центр АН СССР, 1978; Лавров С.С., Силагадзе Г.С. Язык ЛИСП и его реализация. – М., Наука, 1978).

В 1977 г. С.С. Лавров стал директором Института теоретической астрономии АН СССР. В ИТА АН СССР им была организована и возглавлена лаборатория автоматизации научных исследований, в которой развернулись работы по созданию системы с автоматическим синтезом программ, ориентированной на решение научных и инженерных задач (СПОРА – система программного обеспечения работ по астрономии). Научные интересы С.С. Лаврова в этот период сместились в большей степени в область формальных методов, в частности автоматического доказательства теорем. Ранее Энном Харальдовичем Тыугу (Институт кибернетики АН Эстонской ССР, город Таллинн) и Григорием Ефроимовичем Минцем (Ленинградское отделение математического института АН СССР) был выдвинут тезис о том, что автоматический синтез программ по спецификациям задач должен быть основан на конструктивном доказательстве теоремы существования решения задачи. Тезис был использован многими авторами на базе выводов (доказательств) в исчислении высказываний, в том числе, в наиболее известной системе программирования с автоматическим синтезом программ для решения инженерных задач ПРИЗ (Э.Х. Тыугу и др.).

С.С. Лавров со своими сотрудниками попытался расширить эту базу до некоторого фрагмента исчисления предикатов. Описание разработанного в соответствии с идеями С.С. Лаврова сверхвысокоуровневого языка ДЕКАРТ было опубликовано в 1980 г. (Бабаев И.О., Новиков Ф.А., Петрушина Т.И. ДЕКАРТ – входной язык системы СПОРА. // В сб.: «Прикладная информатика». – М., Финансы и статистика, 1980). Язык ДЕКАРТ отличался от других современных языков глубокой интеграцией концепции абстрактного типа данных с реляционным подходом к представлению данных и декларативным описанием предметной области. Позднее в рамках работ по проекту СПОРА С.С. Лавровым был сформулирован оригинальный подход к формальному описанию семантики декларативных языков программирования средствами исчисления предикатов первого порядка без равенства и без функциональных букв (Лавров С.С., D-аксиоматизация языка ДЕКАРТ. // В сб.: «Прикладная информатика». М., Финансы и статистика, 1987).

В соответствии с тезисом о конструктивном доказательстве теоремы существования решения задачи ключевой частью транслятора языка ДЕКАРТ должна была являться система автоматического доказательства/опровержения теорем в исчислении предикатов. Работая над этой системой, С.С. Лавров вместе со своими учениками получил предварительные результаты по выделению из исчисления предикатов такого фрагмента, который охватывал бы нужды эффективного доказательства теорем существования для синтеза программ. Эта задача решалась на моделях двух предметных областей: элементарной геометрии и элементарного программирования.

В статьях в журнале «Микропроцессорные средства и системы»: «Использование вычислительной техники, программирование и искусственный интеллект (перспективы развития)» (1984, № 3) и «Представление и использование знаний в автоматизированных системах» (1986, № 3) С.С. Лавров сформулировал предпосылки появления баз знаний в качестве основы нового поколения систем программирования. База знаний определена им как совокупное представление понятийного, фактуального

(предметного) и процедурного знания и системы их взаимодействия. При этом модель предметной области описывает общую обстановку, в которой возникла задача, а спецификация – содержание задачи. Основу первой из этих статей составили предложения С.С. Лаврова в комиссию по разработке Государственной программы развития вычислительной техники и средств взаимодействия человека с этой техникой. Подход, предлагавшийся С.С. Лавровым в начале 80-х гг., находится теперь в русле одной из основных проблем современной информатики – создания информационных систем, основанных на знаниях.

В середине 80-х гг. С.С. Лавров уделял определенное внимание лингвистическим аспектам взаимодействия человека и компьютера. В статье «О знаниях и языке машины и человека» (Сборник «Семиотика и информатика». Выпуск 24. – М., ВИНТИ, 1985) анализируется понятие «искусственного интеллекта» ЭВМ, его принципиальное отличие от «естественного» интеллекта человека, описываются слабые и некоторые сильные стороны этого понятия, обосновывается правомерность его употребления. Оспаривается точка зрения, что естественный язык, пусть даже соответствующим образом ограниченный, может служить наилучшим средством общения человека с ЭВМ. В статье «Формализация, лингвистика, логика» (Сборник «Семиотика и информатика». Выпуск 27. – М., ВИНТИ, 1986) описываются свойства естественного языка как модели внешнего мира, его сильные и слабые стороны в этом качестве.

С конца 1987 г. С.С. Лавров работал в Институте прикладной астрономии РАН в должности советника при дирекции ИПА. Его научные интересы лежат в области применения математических методов для решения прикладных научных задач, в частности восстановления изображений в радио-интерферометрии.

Научная биография Святослава Сергеевича Лаврова в определенном смысле уникальна. Совсем в молодом возрасте С.С. Лавров стал основоположником ракетно-космической баллистики в СССР и неоспоримым авторитетом в области динамики управляемого полета и автоматического управления. Появление цифровой вычислительной техники привело к резкому повороту в деятельности С.С. Лаврова и в течение нескольких лет сделало его классиком программирования в СССР. Триада имен – А.П. Ершов, С.С. Лавров и М.Р. Шура-Бура – впервые появилась в качестве титульных редакторов русского издания сообщения об АЛГОЛЕ-60 (Алгоритмический язык АЛГОЛ-60. Пересмотренное сообщение / Пер. с англ. М., Мир, 1965). Целое поколение программистов выросло на идеях этих ученых. Вклад С.С. Лаврова в развитие программистской науки и практики в СССР неоспорим. Его ученики работают сегодня в разных городах России и других стран. Григорий Самуилович Цейтин и Святослав Сергеевич Лавров дали новый толчок развитию школы программирования, заложенной еще Леонидом Витальевичем Канторовичем и Андреем Андреевичем Марковым – школы, заслуженно называемой «ленинградской» – по городу, в котором С.С. Лавров родился, и в котором почти 30 лет продолжалась его научная деятельность.

18 июня 2004 г. Святослава Сергеевича Лаврова не стало. Ему шел 82-й год. Несмотря на возраст, он до последних дней продолжал участвовать в научной жизни, выступал с докладами, писал книги. За годы своей творческой работы С.С. Лавров выпустил множество статей и десяток монографий. Последней его книгой стал учебник «Программирование. Математические основы, средства, теория», вышедший в 2001 г. в издательстве «БХВ-Петербург». И неожиданно оказалось, что изложенное строгим научным языком учебное издание для университетов пользуется не меньшим спросом, чем массовые книги по современным программным продуктам и технологиям...

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ СИФОРОВ

«На опыте всей моей жизни я понял, что, прежде всего, человек должен освоить выбранную им специальность, быть мастером своего дела».

Из книги В.И. Сифорова «Тангенс выживания»

Член-корреспондент АН СССР В.И. Сифоров – один из крупнейших отечественных учёных в области радиотехники, радиосвязи и вещания, внесший своими трудами существенный вклад в становление и развитие радиоэлектроники, теории информации, статистической теории связи. Он проявил себя как выдающийся учёный, получивший фундаментальные научные результаты во многих областях радиотехники и теории связи, как крупнейший отечественный педагог, организовавший в нескольких ведущих институтах кафедры радиотехники и радиоприёмных устройств. Большинство его работ определялось насущными потребностями развивающейся радиотехники, и вместе с тем многие его работы становились базовыми для ряда направлений радиотехники, электросвязи, электроники, таких как радиовещание, телевидение, наземные и космические системы передачи информации, радиолокация. Владимир Иванович Сифоров также крупный организатор масштабных научных исследований и разработок новой техники на отечественных промышленных предприятиях. Помимо этого он активно вёл международную и общественную деятельность.

В течение всей жизни В.И. Сифорова его научные интересы постоянно расширялись. В сферу его интересов входили философские проблемы естествознания, вопросы науковедения и прогнозирования научно-технического прогресса, а также роль информации в современном обществе. В его работах, относящихся к этой области, которые были опубликованы в 60-х–70-х гг. прошлого века, дан глубокий анализ дифференциации и специализации наук, взаимодействия смежных наук, процесса формирования новых научных дисциплин. Он дал классификацию научно-технических прогнозов и обосновал необходимость прогнозирования на несколько десятилетий вперед, разработал методологию долгосрочного прогнозирования. Он писал: *«Планы должны соответствовать объективно действующим законам. Игнорирование их или недостаточно полный учёт приводит к замедлению экономического и социального развития страны. ...В долгосрочных планах должен быть обязательно учтён установленный в начале 60-х гг. академиком А.А. Харкевичем закон, согласно которому потребность общества в передаче информации возрастает пропорционально квадрату национального дохода страны».*

Еще в середине 80-х гг. В.И. Сифоров предвидел и исходя из философских предпосылок обосновал неизбежность создания на Земле в будущем информационного общества. Он сам ввел термин «информационное общество», получивший в конце XX в. широкое распространение. В.И. Сифоров писал: *«Не подлежит сомнению, ...что современное общество именно в силу научно-технического прогресса и совершенствования знаний в широком смысле перейдет в новое качественное состояние – информа-*

ционное общество». Поднятые В.И. Сифоровым проблемы формирования на Земле информационного общества сегодня относятся к числу важнейших проблем современного мира. Они регулярно обсуждаются на международных конференциях, в которых принимают участие главы крупнейших государств мира.

Результаты проведенных В.И. Сифоровым исследований нашли отражение более чем в 400 научных статьях и монографиях. Столь впечатляющие результаты свидетельствуют о фундаментальной подготовке, широчайшем кругозоре и эрудиции, о незаурядном таланте и исключительном трудолюбии этого человека, детские и юношеские годы которого прошли в очень тяжелых условиях. Свой жизненный путь Владимир Иванович Сифоров описал в увидевшей свет в 1991 г., еще при жизни, книге «Тангенс выживания». Эта автобиографическая повесть, озаглавленная им «Размышления о моей судьбе» – своеобразное напутствие прожившего богатую событиями жизнь человека и умудренного большим жизненным опытом ученого следующим поколениям.

В.И. Сифоров родился в 1904 г. в Москве в семье неудачливого мелкого торговца. В детстве судьба уготовила ему суровые испытания; в восемь лет Володя, его старшие брат и сестра остались без матери. Мальчик был определен в начальное четырехлетнее училище, но семейная неустроенность привела к беспризорной жизни. Брошенный на произвол судьбы отцом, Володя Сифоров в полной мере познал тяжелую долю мальчишки-беспризорника и воспитанника детской колонии, куда он попал после училища. Хотя в колонии и существовала средняя школа, но систематических занятий, серьезного обучения детей фактически не проводились. Однако рассказы преподавателя математики Федора Ситникова – выпускника университета об ученых-математиках глубоко запали в душу юноши. Преподаватель приносил в колонию книги по теории вероятностей, вариационному исчислению, небесной механике, астрономии. В какой-то момент Володе Сифорову попали в руки учебники по математике (алгебре, геометрии, дифференциальному и интегральному исчислению), сильно заинтересовавшие пытливого юношу. Он стал самостоятельно изучать популярные книги по теории относительности, теории радиоактивного распада и другие, попадавшие ему в руки. Приобретая вузовский учебник «Дифференциальное и интегральное исчисление», Володя Сифоров внимательно его изучил, и уже к 16 годам овладел этим математическим аппаратом.

Благодаря любознательности и упорному труду по самостоятельному изучению предметов школьной программы юноше удалось получить в 1921 г. аттестат о среднем образовании. В том же году он поступил на общий курс Московского механико-электротехнического института. Однако после расформирования колонии юноша оказался без жилья и средств к существованию. Ему помогли трудоустроиться на работу в детский дом, где он преподавал математику и физику и руководил производственными мастерскими. Уже в те годы Владимир Сифоров стал заниматься радиолюбительством, конструируя различные радиоприемники и испытывая огромную радость от прослушивания радиопередач.

Осенью 1924 г. факультет, на котором учился Владимир Сифоров, был закрыт, а все студенты были переведены в Ленинград; при этом В.И. Сифоров был направлен в Ленинградский электротехнический институт имени В.И. Ульянова (Ленина). Здесь он вновь оказался без средств к существованию. В общежитие удалось устроиться, но как сын торговца (по сословному признаку) он был лишен возможности получать стипендию. Не имея других средств, В.И. Сифоров перебивался случайными заработками, работая грузчиком в порту, занимаясь репетиторством по математике. Студенческая жизнь в те годы была очень сложной. Как позже вспоминал сам В.И. Сифоров, выручали строжайшая экономия и то обстоятельство, что в то время «*в столовой ЛЭТИ черный хлеб лежал прямо на столах, и его можно было брать без денег*».

В тот период обучение в ЛЭТИ велось на трех факультетах: электротехническом, электрофизическом и электрохимическом, причем, как вспоминал В.И. Сифоров, на электрофизический факультет зачислялись студенты нередко против их желания. Когда же он сообщил товарищам по общежитию, что сам выбрал электрофизический факультет, так как там обучали специальности радиотехника, те только посмеялись над ним.

В 1927 г. В.И. Сифоров поступил на работу техником в лабораторию завода имени Козицкого на полный рабочий день. Это ограничило для него возможности посещения лекций, однако, лекции по специальной радиотехнике профессора И.Г. Фреймана и занятия по основам радиотехнических расчетов, которые вел ученик профессора А.И. Берг, он посещал регулярно. Именно эти неординарные ученые и педагоги оказали громадное влияние на становление В.И. Сифорова как специалиста и ученого. И.Г. Фрейман был и первым руководителем дипломного проекта В.И. Сифорова. Как позже вспоминал сам В.И. Сифоров, лекции И.Г. Фреймана были весьма глубокими и увлекательными, а когда он спросил профессора о теме дипломного проекта, то Иммануил Георгиевич ответил: *«Возьмите что-нибудь по помехам. Только на русском ничего нет. Возьмите книгу Керца «Атмосферные шторюнген» на немецком языке»*. Так В.И. Сифорову пришлось изучать немецкий язык, переводя книгу Керца.

Непосредственная научная работа В.И. Сифорова по специальности началась под руководством А.И. Берга и И.Г. Фреймана в 1928 г. в Ленинграде, когда, будучи еще студентом ЛЭТИ, он перешел на работу в отдел приемников Центральной радиолоборатории Треста заводов слабого тока (ЦРЛ). Впоследствии ЦРЛ была реорганизована в Научно-исследовательский институт радиовещательного приёма и акустики (ИРПА). В этой организации В.И. Сифоров проработал вплоть до начала Великой Отечественной войны. Как он сам вспоминал: *«Научная сторона работ ЦРЛ в 30-е гг. была поставлена высоко: в лаборатории работал член-корреспондент АН СССР (позже академик) Н.Д. Папалекси, консультировал академик Л.И. Мандельштам»*. В ЦРЛ в те годы работали крупнейшие отечественные радиотехники: Д.А. Рожанский, А.М. Бонч-Бруевич, В.В. Татаринев, А.А. Пистолькорс и многие др.

В мае 1929 г. В.И. Сифоров защитил дипломный проект, и ему была присвоена квалификация инженера-электрика по специальности «Радиотехника». Сразу же после окончания института он стал совмещать работу в ЦРЛ и преподавание в радиотехнических институтах. Уже с осени В.И. Сифоров был приглашен для преподавательской работы в ЛЭТИ, где в 1938 г. ему было присвоено ученое звание профессора. Преподавательская деятельность профессора Сифорова в ЛЭТИ прервалась только в период Великой Отечественной войны. В конце 30-х гг. В.И. Сифоров также заведовал кафедрой радиотехники в Ленинградском институте повышения квалификации инженеров и кафедрой радиоприёмных устройств в Ленинградском электротехническом институте связи (ЛЭИС) имени профессора А.М. Бонч-Бруевича. В ЛЭТИ Владимир Иванович Сифоров преподавал и в послевоенные годы, с 1946 по 1953 г.; в итоге прошел путь от ассистента до заведующего кафедрой радиоприёмных устройств.

В 30–40 гг. В.И. Сифоров энергично работает над вопросами теории и техники радиоприема, развивает теорию радиоприёмных устройств. Он исследует вопросы приема амплитудно-модулированных и частотно-модулированных радиосигналов с наименьшими искажениями, обеспечения высокой чувствительности приемников прямого усиления, обеспечения помехоустойчивого радиоприема. В ЦРЛ В.И. Сифоров выполнял не только теоретические исследования, но и опытно-конструкторские разработки, осуществлял связь с производством. Он руководил сдачей в эксплуатацию приемной аппаратуры на первой в стране радиостанции дальней связи под Москвой.

Пожалуй, трудно найти вопросы в области радиоприемных устройств, которые не были бы капитальным образом исследованы В.И. Сифоровым. Классическая структура супергетеродинного радиоприемного устройства была разработана рядом зарубежных ученых в первой четверти XX в. В 30-х гг. В.И. Сифоровым были выполнены исследования всех его основных звеньев: усилителей высокой и промежуточной частоты (УВЧ и УПЧ), устройств автоматической регулировки усиления и частотной настройки приёмников, детекторов и смесителей частоты, шумовых свойств самого приёмника. Сегодня это устройство продолжает совершенствоваться уже на основе применения цифровых методов обработки принимаемых радиосигналов.

В 1932 г. вышла в свет монография В.И. Сифорова «Резонансные усилители». Введенное им понятие о коэффициенте устойчивости резонансного усилителя до настоящего времени является одним из базовых при проектировании приемников. В 1936 г. вышла в свет его монография «Полосковые усилители». Совместно с А.П. Сиверсом (сменившим впоследствии его на должности заведующего кафедрой радиоприемных устройств ЛЭТИ) В.И. Сифоров создал первый отечественный магистральный радиоприемник коротковолнового диапазона.

Только за период с 1929 по 1939 г. В.И. Сифоровым было опубликовано более 40 статей и четыре монографии, получено шесть авторских свидетельств на изобретения. Он одним из первых начал применять вероятностные методы в теории связи, первым исследовал помехоустойчивость всех известных в те годы методов передачи сообщений, что нашло отражение в его диссертации. В 1936 г. В.И. Сифоров успешно защитил сразу докторскую диссертацию на тему «Исследование методов радиоприема, основанных на селекции по амплитуде, фазе и продолжительности действия», минуя степень кандидатской диссертации. Результаты диссертации стали основой изданной в 1937 г. монографии «Новые методы радиоприёма» – первой в научной литературе книге, в которой были изложены основы теории помехоустойчивости систем однократной и многократной радиотелеграфии при действии разного рода помех. В том же году В.И. Сифорову была присуждена ученая степень доктора технических наук.

В 1939 г. Владимир Иванович Сифоров создал один из лучших в мире учебников «Радиоприемные устройства», в который вошли оригинальные научные результаты, полученные автором. По глубине и широте изложения материала этот учебник не имел себе равных ни в нашей стране, ни за рубежом. Среди студентов радиотехнических специальностей, обучавшихся в 40-е – 60-е гг., вряд ли найдется кто-либо, кто не учился по этому учебнику. Неудивительно, что учебник выдержал пять изданий (каждый раз дорабатываясь и дополняясь новым материалом о последних достижениях в науке и технике). Этот учебник был переведен на восемь иностранных языков.

Работы Владимира Ивановича Сифорова получили мировое признание и являются частью фундамента, на котором построена вся современная радиотехническая наука и техника. Широкой известностью пользуются, например, методы статистического анализа, которые использовал В.И. Сифоров при анализе помехоустойчивости широкополосных систем передачи информации. Особое значение имеют его работы по анализу помехоустойчивости систем с частотно-модулированными сигналами. Убедительные преимущества ЧМ, вскрытые В.И. Сифоровым, обусловили её использование в наземной, космической связи, в радиорелейной связи, в системах высококачественного вещания с ЧМ и в радиолокации с непрерывным излучением.

Фундаментальное значение имеют работы В.И. Сифорова в области теории колебаний. Он, в частности, разработал новый тип автогенератора гармонических колебаний на основе RC-цепей. Это была в то время новаторская идея, которая не сразу встретила понимание учёных. Уже в предвоенные годы остро вставал вопрос о тесноте в эфире, что определило особый интерес В.И. Сифорова к исследованию систем радиосвязи на одной боковой полосе. Здесь он значительно опередил технические возможности того

времени. Ряд преимуществ однополосной радиосвязи в то время реализовать не удалось из-за высоких требований к линейности усилительного тракта и стабильности частоты автогенераторов, но предвидение В.И. Сифорова, что эти трудности вскоре будут преодолены, полностью подтвердилось. Разработанный В.И. Сифоровым совместно с И.С. Гоноровским оригинальный способ многоканальной связи на ультракоротких волнах сегодня широко применяется во всем мире на радиорелейных и других линиях связи для передачи разнообразной информации.

С началом Великой Отечественной войны в июне 1941 г. В.И. Сифоров был призван в армию, где прошел путь от рядового – старшего преподавателя факультета электроспецоборудования самолетов ленинградской Краснознаменной Военно-Воздушной инженерной академии Красной Армии (ЛКВВИА) до начальника кафедры радиотехники, а затем заместителя начальника академии. Преподаватели академии читали лекции по многим предметам. Сам В.И. Сифоров читал лекции по электродинамике, общей радиотехнике, радиопередающим и радиоприемным устройствам, распространению радиоволн, радионавигации, антеннам и материальной части самолетов. Выручали его широчайшая эрудиция, глубокая фундаментальная подготовка, полученная во время обучения в ЛЭТИ, а также практический опыт работы в ЦРЛ и других организациях. *«В эти годы лекционная нагрузка доходила до 12 часов в день, а полная учебная нагрузка превышала втрое обычные вузовские нормы. Спать приходилось по 4-5 часов»*, – вспоминал о том времени, также преподававший в академии, товарищ и ученик В.И. Сифорова, впоследствии профессор, заместитель начальника Академии генерал-лейтенант С.А. Дробов. В 1943 г. В.И. Сифорову было присвоено воинское звание инженер-полковника, а с 1945 по 1952 г. он являлся заместителем начальника ЛКВВИА по научной и учебной работе.

После окончания войны В.И. Сифоров, будучи военнослужащим и продолжая работать в ЛКВВИА, возобновил педагогическую деятельность и в ЛЭТИ в должности заведующего кафедрой радиоприемных устройств. В послевоенные годы В.И. Сифоров проводит исследования в области радиоприемных устройств СВЧ-диапазона, разрабатывает оригинальную теорию активных шумящих четырехполосников, частным случаем которых являются электронные усилительные лампы СВЧ. В 1947 г. выходит в свет монография В.И. Сифорова «Радиоприемные устройства ультракоротких волн». В 1951 г. он совместно с С.А. Дробовым, Н.А. Железновым и Я.Д. Ширманом подготовил и опубликовал монографию «Теория импульсной радиосвязи», в которой были изложены методики расчета отношения сигнала к шуму при различных видах импульсной модуляции и заложены практические основы дискретной передачи непрерывных сообщений.

С 1953 г. начался новый, московский период в жизнедеятельности В.И. Сифорова; он назначается директором НИИ Радио Минсвязи СССР, где организует разработку остро необходимого для страны оборудования для магистральных радиорелейных линий связи и проводит теоретические исследования в области радиорелейной связи. В этом же году Владимир Иванович Сифоров избирается членом-корреспондентом АН СССР.

В 1954-1955 гг. В.И. Сифоров – заместитель министра радиотехнической промышленности СССР. С 1955 по 1957 г. он снова директор НИИ радио Минсвязи СССР и одновременно с 1954 по 1966 г. возглавляет лабораторию радиорелейной связи и радиоприема Института радиотехники и электроники (ИРЭ) АН СССР. Под руководством В.И. Сифорова получают развитие исследования общих математических проблем теории передачи информации, а также ряд прикладных направлений, связанных с применением теории информации в лингвистике, биологии, общественных науках. В эти же годы член-корреспондент АН СССР В.И. Сифоров становится председателем Экспертной комиссии по радиотехнике, электронике и электрической связи Высшей аттестационной комиссии (ВАК), а с 1965 г. – членом Президиума ВАК.

Несмотря на большой объем административно-организационной и общественной работы, В.И. Сифоров не менее интенсивно, чем в прежние годы, ведет научные исследования. Под его руководством и при непосредственном участии в НИИ Радио велась разработка многоканальных радиорелейных линий связи. Обширные исследования по нескольким, как всегда наиболее актуальным, направлениям проведены В.И. Сифоровым за годы работы в ИРЭ. Он явился пионером в проведении исследований в области теории надежности сложных радиоэлектронных систем; им же был получен ряд оригинальных результатов в области теории информации, теории надежности и статистической теории связи, теории кодирования. Так, опубликованная В.И. Сифоровым в 1954 г. в журнале «Известия АН СССР работа «О методах расчёта надёжности работы систем, содержащих большое число элементов» сыграла значительную роль в создании теории надёжности различных радиоэлектронных систем и, в частности, систем радиорелейной и спутниковой связи, содержащих значительное число элементов. Её результаты позволяли определить вероятность выхода из строя всей системы исходя из вероятностных характеристик надёжности её элементов.

В 1955 г. В.И. Сифоров написал оригинальный учебник «Радиоприемники сверхвысоких частот», который издавался в 1955 и 1957 г. и сыграл значительную роль в подготовке отечественных специалистов в области техники СВЧ.

В 1957 г. возобновилась педагогическая деятельность В.И. Сифорова, прерванная в связи с переездом в Москву: он избирается заведующим кафедрой радиоприемных устройств Московского энергетического института (МЭИ). Заведующим этой кафедрой Владимир Иванович проработал 30 лет. При этом педагогическая деятельность В.И. Сифорова не ограничивалась стенами МЭИ. Много труда и сил отдал он подготовке научных кадров в Академии наук СССР, МВ и ССО СССР, в НИИ и промышленности. В.И. Сифоровым подготовлена многочисленная плеяда научных работников; среди его учеников более 60 кандидатов и докторов наук.

В 1966 г. В.И. Сифоров был назначен директором Института проблем передачи информации (ИППИ) АН СССР. На этом посту он проработал до 85-летнего возраста, но и позже оставался советником при дирекции ИППИ. Будучи директором ИППИ, В.И. Сифоров расширил круг своих исследований, обратив внимание на вопросы философии естествознания. Как выразился сам Владимир Иванович, он «*вошел в философию со стороны точных наук*». В его трудах рассматривались философские вопросы, возникающие при решении конкретных научных и технических задач, вопросы взаимодействия философии и точных наук и роли философии в системе наук. В эти годы им был получен ряд интересных результатов по различным аспектам науковедения и прогнозирования научно-технического развития.

Большое значение В.И. Сифоров уделял разработке научно-обоснованной терминологии в области радиоэлектроники. В 1960–1962 гг. под его руководством был подготовлен и выпущен сборник, содержащий основные термины в области теории надёжности вместе с их определениями, а в 1982 г. был выпущен терминологический словарь, в котором более 200 терминов в области теории информации были систематизированы по разделам: информация и её мера; сообщения, сигналы и каналы; помехи и помехоустойчивость; коды и декодирование; модуляция и приём. Эти сборники и сегодня дают терминологическую базу для научных трудов в области теории надёжности и теории связи, издаваемых на русском языке. С 1970 по 1989 г. член-корреспондент В.И. Сифоров был председателем Комитета научно-технической терминологии АН СССР, возглавлял терминологическую работу в нашей стране.

Деятельность выдающегося ученого и педагога В.И. Сифорова чрезвычайно многогранна. В Академии наук СССР он был членом национального комитета СССР по автоматическому управлению, членом Советского национального комитета Международного радионаучного союза при Отделении общей физики и астрономии и

ряда других. Владимир Иванович Сифоров активно участвовал в международной работе и был одним из наиболее известных за рубежом отечественных учёных. Он неоднократно представлял достижения отечественной науки. Так, в 1948 г. В.И. Сифорову было поручено разработать и представить на Международной конференции по планированию высокочастотного радиовещания в Мексике советские предложения: «Научно-технические принципы проекта советского плана распределения радиоволн между странами мира для высокочастотного вещания». В 1952 г. он участвовал в работе Исследовательской комиссии по распространению радиоволн и телевидению Международного союза электросвязи (МСЭ) и Европейской радиовещательной конференции по телевидению (ТВ) и УКВ-ЧМ вещанию в Стокгольме.

Владимир Иванович Сифоров проявил себя не только как крупный ученый, но и как прекрасный просветитель, популяризатор научных достижений в разных областях знания. Обладая высокой культурой, он понимал роль истории техники в образовании специалистов и постоянно уделял внимание освещению этой тематики. Во многих массовых изданиях появлялись его статьи, популяризирующие новейшие научные достижения. Автору этих строк довелось быть свидетелем того, как на учебных практикумах по радиоэлектронике в ленинградском университете старшеклассники из физико-математических школ буквально зачитывались энциклопедическим популярным изданием «Электроника: прошлое, настоящее, будущее», вышедшим в свет в 1980 г. в переводе с английского под редакцией члена-корреспондента АН СССР В.А. Сифорова

Сам В.И. Сифоров внёс существенный вклад в освещение истории отечественной науки, написав обстоятельные работы по истории развития радиоприёмной техники, опубликованные в его книге «Радиоприёмные устройства» и в сборниках «60 лет радио» и «70 лет радио». Член-корреспондент В.И. Сифоров был председателем редакционной коллегии по выпуску фундаментального трехтомного исторического труда «Радиоэлектроника в её историческом развитии», который был выпущен в 1985 – 1990 гг. Институтом истории естествознания и техники АН СССР. Он регулярно выступал с многочисленными докладами, проводил беседы по широкому спектру разнообразных вопросов науки, техники, социологии, философии перед разными аудиториями. Общее число опубликованных В.И. Сифоровым научно-популярных работ достигает нескольких сотен (он публиковался в центральных изданиях – от «Известий» до «Пионерской правды», в популярных журналах «Радио», «Знание – сила», «Природа» и многих других, а также в зарубежных изданиях).

Много времени уделял Владимир Иванович Сифоров общественной работе. Он писал: *«Я всегда считал, что эта работа крайне необходима для ускорения развития нашей страны. Кроме того, выполнение общественной работы отвечало моей внутренней потребности делиться с людьми своими мыслями, суждениями, опытом и знаниями»*. Сифоров В.И. избирался депутатом райсовета в ленинградский период своей деятельности, членом райкома КПСС – в московский, был членом Президиума Всесоюзного совета научно-технических обществ СССР и членом Центрального комитета профсоюза работников связи, активно работал во Всесоюзном обществе «Знание», в Комитете по Ленинским и Государственным премиям в области науки и техники при Совете Министров СССР, в составе разных комиссий, советов, редколлегий нескольких журналов. В.И. Сифоров был главным редактором журнала «Проблемы передачи информации» и членом редколлегии журнала «Электросвязь».

Значительна роль Владимира Ивановича в укреплении международных научных связей. Международная деятельность В.И. Сифорова получила признание и за рубежом: в 1967 г. он был избран действительным членом Американского института электро- и радиоинженеров (ИЕЭЕ), в 1973 г. – Почетным членом Венгерской академии наук.

Особое место в общественной деятельности Сифорова занимает НТОРЭС имени А.С. Попова. В 1954 г., по представлению академика А.И. Берга, В.И. Сифоров был

избран председателем Центрального правления НТОРЭС, и на этом посту Владимир Иванович проработал 33 года, оставшись Почетным председателем Общества.

Родина отметила титанический труд члена-корреспондента АН СССР В.И. Сифорова по укреплению обороноспособности страны и подготовке высококвалифицированных научных кадров двумя орденами Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденами Красной Звезды, Отечественной войны второй степени, «Знак Почета», многими медалями. За выдающиеся заслуги в развитии радиоэлектроники Академия наук СССР наградила его в 1989 г. Большой Золотой медалью имени А.С. Попова.

Владимир Иванович Сифоров горячо любил свою Родину, был скромным, отзывчивым и глубоко порядочным человеком. По воспоминаниям профессора Л.И. Филиппова: *«...как человек он был добродушен, мягок и не умел отказывать. У него не было врагов или недоброжелателей. В любом спорном деле он мог находить правильные утверждения с обеих сторон и, таким образом, их «диалектически» примирять. Он любил живопись и музыку. Сам играл на фортепиано».*

В трудное время (1935–1953 гг.) Владимир Иванович Сифоров не раз проявлял преданность и сочувствие к своим товарищам, оказавшимся в тяжелейших условиях. После ареста А.И. Берга В.И. Сифоров оказывал поддержку его семье, что в те времена было небезопасно; оказывал поддержку В.И. Сифоров в аналогичной ситуации и своему сотруднику и ученику по ЛЭТИ и по работе в ЦРЛ А.П. Сиверсу. Сохранились свидетельства, когда, после возвращения из тюрьмы, А.И. Берг при встрече с В.И. Сифоровым сказал ему: *«Володька, такие вещи не забываются».* Глубокую дружбу два больших ученых сохранили до конца жизни. Свой жизненный путь В.И. Сифоров закончил в 1993 г.*

* * *

* Многие факты биографии В.И. Сифорова, приводимые в этом очерке, почерпнуты из его воспоминаний и публикаций о нем его сослуживца и друга И.В. Комарова.

О ВИКТОРЕ ИЛЬИЧЕ ВАРШАВСКОМ

*«– Какая польза от вашего нового изобретения?
– А какая польза от новорожденного младенца?»*

Бенджамин Франклин

Краткое введение

Мне выпала честь написать в данный сборник о Викторе Ильиче Варшавском. Уверен, что я завоевал это право многолетней дружбой и совместной работой с ним. Для краткости запанибратски буду называть Варшавского Виктором. Мы познакомились и подружились в далеком 1958 г. во время моей преддипломной практики. Виктор стал руководителем моего диплома. Через несколько лет мы уже были коллегами. Большую часть моей научной и преподавательской карьеры Виктор был моим шефом.

Рука не поднимается писать о Викторе чисто деловой прозой, как принято в солидных академических изданиях. О нем нужно было бы писать книги! Важна не только скупая информация о публикациях видного ученого и экстраординарного инженера, но и штрихи, позволяющие раскрыть эту удивительно привлекательную личность. Недавно в интернете я обнаружил штамп – «обаятельный ученый». Очевидно, прототипом такого ученого и чудака стал профессор Полежаев в исполнении Н.К. Черкасова в фильме «Депутат Балтики». Виктор с полным основанием мог быть назван обаятельным ученым, хотя чудаком он явно не был. Его очень ценили друзья и коллеги. Он был всеобщим любимцем.

Корни

Обычно в очерках о жизни замечательных людей дается краткая информация об их родителях, об их влиянии на образование и формировании взглядов героев. Глупо отступать от этой традиции, но мне хочется начать не с отца и матери, а копнуть чуть глубже.

Дед Виктора по отцовской линии, Иосиф Варшавский, получил образование в Цюрихе. Он был блестящим инженером. Я видел его чертежи, выполненные в аксонометрии цветной тушью. Кстати, эту технологию он использовал по возвращении из эвакуации в Ленинград, выполняя многочисленные заказы по восстановлению теплосетей, документация на которые была сожжена в «буржуйках» во время ленинградской блокады. Последние годы жизни дед преподавал в инженерно-артиллерийской академии.

Дед по материнской линии, А.М. Краснощеков, был революционером.

Приведу здесь цитату из Большой советской энциклопедии:

«Краснощёков Александр Михайлович (1880–26.11.1937), советский государственный и партийный деятель, один из руководителей борьбы за установление Советской власти на Дальнем Востоке. Член Коммунистической партии с августа 1917. Родился в г. Черныбыль, ныне Киевской области, в семье приказчика. Окончил в 1912 высшее

учебное заведение в Чикаго. В социал-демократическом движении с 1896. Партийную работу вёл в Киеве, Николаеве, Полтаве, Екатеринославе. В 1902 эмигрировал в США. Член Американской социалистической партии. Летом 1917 вернулся в Россию, был членом Владивостокского совета, председателем Никольско-Уссурийского обкома партии, председателем Дальневосточного краевого исполкома Советов. В 1918 председатель Дальневосточного Совнаркома, руководитель штаба Дальневосточной армии. В 1919 в Сибири на подпольной партийной работе. В 1920-21 член Дальбюро ЦК РКП (б) и Дальбюро РКП (б), председатель правительства и министр иностранных дел Дальневосточной республики. В 1921–22 заместитель наркома финансов РСФСР. С 1922 председатель правления Промбанка СССР, член президиума ВСНХ. С 1926 начальник Главного управления новых лубяных культур Наркомзема СССР».

Очевидно, указание даты смерти в силу самоочевидности позволило редакции опустить слова: репрессирован, расстрелян, посмертно реабилитирован. Не случайно, что в одном из рассказов писателя Ильи Варшавского судья-робот выносит следующий приговор: «Казнить и посмертно помиловать».

Отец Виктора – Илья Иосифович Варшавский (1909–1974) – родился в Киеве. Окончил Высшее мореходное училище имени С.О. Макарова в Ленинграде. Плавал судовым механиком. Работал инженером-конструктором на заводе «Русский дизель». Судьба распорядилась таким образом, что, продолжая работать, он в 60-х гг. увлекся литературой и стал широко известным писателем-фантастом. Член Союза писателей с 1964 г. Работа и частые длительные командировки стали мешать его литературному труду, и он оригинальным образом «отвертелся» от них, написав докладную директору завода, в которой просил в связи с состоянием здоровья заменить полеты на Дальний Восток поездками в поездах, дающими возможность уделить больше времени литературному творчеству.

Мать Виктора – Луэлла Александровна (1910–2002) – дочь Краснощекова. Луэлла Александровна родилась в Чикаго и была наречена несколько странным для нас именем, трансформированным в житейское «Люля». Пока отец занимался революцией в Новом свете и, впоследствии в России, Люля воспитывалась в семье Бриков. По специальности она была ветеринаром. Но когда я познакомился с семьей Варшавских, она занимала ответственный пост домохозяйки. Мне довелось как-то побывать в городке Маяковский под Кутаиси в Грузии, где рядом с весьма скромным домиком, почти хижинкой, в семье лесника родился Маяковский. Рядом воздвигнут внушительный музей поэта с громадным числом экспонатов. На одной из фотографий была запечатлена красавица Люля, о чем свидетельствовала подпись. Под другой фотографией Люли было обозначено: «Неизвестная». Я обратился к директору музея и раскрыл инкогнито. Он обещал пригласить Люлю в гости. Было ли это приглашение реализовано – не знаю.

Виктор Ильич Варшавский родился в Ленинграде 23 февраля 1933 г., в день Красной Армии. Смее утверждать, что его бойцовский характер был не только генетически запрограммирован, но и астрологически подтвержден «правильной» датой рождения. И его научно-инженерная жилка тоже передалась по наследству.

Помните известный барельеф, где Маркс, Энгельс, Ленин и Сталин изображены в профиль? Воспользовавшись этим мотивом, четыре представителя династии Варшавских – дед, отец, Витя и его сын Мишка – как-то сфотографировались вместе. Антропологически представители династии были идентичны. Литературное дарование Виктора, видимо, передалось ему по обеим линиям (кстати, известная переводчица с английского и немецкого Рита Ковалева-Райт – тоже его родственница).

Знаменательные вехи жизни В.И. Варшавского

(формальное перечисление)

- Ленинградский институт точной механики и оптики. Инженер по специальности «Приборы управления стрельбой» – 1956 г.
- Научно-исследовательский институт Министерства судостроительной промышленности, Ленинград. Инженер, руководитель группы – 1956-1960 гг.
- Академия наук СССР, Ленинград. Научный сотрудник, затем зав. Отделом – 1960-1980 гг.
- Ленинградский институт авиационного приборостроения. Кандидат технических наук по специальности «Техническая кибернетика» – 1962 г.
- Институт проблем управления АН СССР. Доктор технических наук – 1970 г.
- Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ). Профессор кафедры вычислительной техники и затем кафедры математического обеспечения ЭВМ – 1975–1993 гг. (В 1993 г. в московских издательствах «Наука» и «Энергия» вышли в свет две книги В.И. Варшавского: «Коллективное поведение автоматов» и «Однородные структуры. Анализ. Синтез. Поведение». Вторая книга была написана в соавторстве с Мараховским В.Б., Песчанским В.А. и Розенблюмом Л.Я.)
- Научно-исследовательский кооператив «Трасса», (Ленинград – С.-Петербург). Директор по научно-исследовательской работе – 1988–1993 гг.
- Золотая медаль ВДНХ за лучший проект по микроэлектронике – 1988 г.
- Победитель конкурса на лучший доклад на международном симпозиуме ICSC/IFAC по вычислениям на нейронных сетях, проводимом компанией «Сименс», Вена – 1998 г.
- Университет Айдзу-Вакамацу, Япония. Профессор, заведующий лабораторией проектирования компьютерной логики – 1993–2000 гг.
- Технологии нейронных сетей, Бней-Брак, Израиль. Заведующий отделом логического управления – 2002–2003 гг.
- Компания Advanced Logic Design при Каназавском Университете в Японии. Научный руководитель – 2003–2005 гг.
- Автор 8 книг, более 150 научных статей и отчетов, более 120 авторских свидетельств СССР, 9 заявок на патенты Японии.
- С 1965 г. – член Комиссии по теории релейных устройств и конечных автоматов при Научном совете по Комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, с 1985 г. – член Совета Академии Наук СССР по искусственному интеллекту, с 1990 г. – член ACM (Association For Computing Machinery).
- Награжден Почетным знаком «Изобретатель СССР».
- Научный руководитель более 15 проектов в следующих областях: пороговая и мажоритарная логика, логическое проектирование, однородные структуры, проектирование сверхбольших электронных чипов, проектирование встроенных устройств и специальных контроллеров, архитектура систем, проектирование асинхронных устройств, аппаратная поддержка асинхронных процессов и управление координацией дискретных событий, нейронные сети и нечеткая логика, построение надежных вычислительных устройств.

Место В.И. Варшавского в науке

Поэт Лонгфелло как-то заметил: *«Мы оцениваем самих себя по ощущениям того, на что мы способны, тогда как другие судят о нас по тому, что мы сделали»*. Наш коллега по ЛОЦЭМИ АН СССР Л.А. Оганесян однажды сказал, что ученые бывают двух типов – «лужи» и «колодцы», имея в виду, что первые ползают по поверхности

разрабатываемой темы, а вторые копают глубоко. Варшавский останется известным тем, что он, затронув разнообразные области, «вырыл», по крайней мере, четыре глубоких колодца.

Колодец номер 1. Виктор Ильич был пионером в пороговой логике. В этой области он получил основополагающие результаты, которые были несколько «смазаны» его не слишком значительной с инженерной точки зрения ошибкой. Он неосторожно «залез» в чужую область, асимптотических оценок сложности схем, и сформулировал теорему, согласно которой любая булева функция n переменных может быть реализована схемой из $n+1$ пороговых элементов. Фактически было доказано, что это справедливо только для монотонных функций. Ошибка дорого стоила автору, но, закусив удила, Виктор со своими учениками (Б.Л. Овсиевичем, И.Н. Боголюбовым и мною) с успехом занялись трехзначной пороговой логикой и одновременно мажоритарной логикой (двухзначной и трехзначной), где были получены весьма серьезные результаты. Сюда же можно отнести занятия нейронными сетями, к которым Виктор Ильич вернулся в последние годы.

Колодец номер 2. Исследования по коллективному поведению автоматов послужили основой второй докторской диссертации Виктора Ильича (первая была «зарублена» ВАКом). Его книга на эту тему знаменовала оформление новой многообещающей области информатики и искусственного интеллекта. Им были разработаны не только вопросы общих закономерностей целесообразного поведения отдельных автоматов, но и проблемы оценки эффективности поведения коллектива автоматов, управления сложными системами, соотношения категорий централизованного и децентрализованного управления с учётом роста сложности систем. Мне кажется, что в последнее время близкие к коллективному поведению автоматов идеи прослеживаются в работах лауреатов Нобелевской премии в области экономики. Вырос также интерес и к поведению стохастических автоматов с переменной структурой. Много позже Виктор Ильич вместе с Д.А. Поспеловым опубликовали книгу по принципам организации децентрализованного управления сложными системами (в популярном изложении).¹

Колодец номер 3. Работая над теорией однородных структур (цепочек и сетей из однотипных элементов с регулярными связями), Виктор (вместе с В.А. Песчанским и В.Б. Мараховским) включился в решение так называемой задачи Дж. Майхила о синхронизации цепи стрелков, носящей почти спортивный характер. Им удалось до минимума сократить сложность реализации (число состояний автомата). Далее последовали решение задачи голосования и обобщение тематики, предложенное в книге 1973 г.

Колодец номер 4. Речь будет идти о лебединой песне В.И. Варшавского в области, которую нынче стали называть «асинхроникой». Разрешите мне остановиться на этой тематике подробнее.

Он довольно неожиданно (см. ниже) переключился на новую малоисследованную тогда область – создание асинхронных электронных устройств и систем, в которых не используются «часы». Такие системы обладают рядом полезных свойств, а методы их построения были неизвестны. Виктор Ильич явился пионером этого направления, что безоговорочно признано в «асинхронном сообществе» за рубежом.

По-видимому, асинхроника проистекает из основополагающей работы Д. Хаффмена (1954), который предложил модель асинхронного конечного автомата. Его труд вызвал к жизни тысячи работ, посвященных противоголочному кодированию автоматов и расширениям модели. Между тем, все известные модели асинхронных автоматов базируются на допущении, что инициатором перехода автомата в следующее состояние является изменение входного символа, а новый входной символ может быть подан лишь после завершения переходных процессов предыдущего такта. В против-

¹ Варшавский В.И., Поспелов Д.А. Оркестр играет без дирижера. М.: Наука, 1984.

ном случае будут иметь место сбои. Другим существенным ограничением моделей хаффменовского типа являются жесткая дисциплина смены входных сигналов, ужесточающая механизм взаимодействия автомата с внешней средой (обычно – соседние переходы). Это ограничение ставило под вопрос возможность композиции асинхронных автоматов и, в конце концов, стало тормозом на пути широкого практического использования подхода. Неясным оставался также вопрос, как избежать последствий нестабильности элементов, реализующих автоматы.

Знаменательным для следующей фазы асинхронной науки надо признать 1959 г., когда Д.Е. Маллер и У.С. Бартки опубликовали отчет, в котором впервые предложили подход, связанный со схемами, не зависящими в своем поведении от задержек элементов. Сейчас такие схемы чаще называют асинхронными или самосинхронными (*speed-independent, quasi delay insensitive, or self-timed*). Р.Е. Миллер во втором томе своей книги пытался привлечь внимание к маллеровскому подходу, но особого успеха не добился. Чрезмерное увлечение формалистикой в этом подходе оттолкнуло практиков, не увидевших изящных схемных решений. Неудачей окончилась и попытка Маллера воплотить свои идеи в рамках проекта ILLIAC II, по-видимому, из-за недостаточно высокого уровня технологической базы того времени и слабой проработки схемотехники базовых узлов.

В начале 1970-х гг. В.И. Варшавский по счастливому стечению обстоятельств пытался вместе с одним из своих аспирантов разобраться, казалось бы, в тривиальном вопросе: как формально синтезировать схему асинхронного триггера, известного как гарвардский триггер. Странно, но тогда они сделать этого не смогли (это произошло несколько позже). В то время Варшавский, его коллеги и ученики не имели абсолютно никакого представления о работах, инициированных Маллером. Единственным выходом из затруднения для В.И. Варшавского было переключение на изобретательство, что часто помогало ему в жизни. Его неимоверно развитая инженерная интуиция была тем волшебным паровозиком, который толкал Варшавского к теоретическому осмыслению решаемых задач.

Покрыв сотни листов бумаги схемами, кубами (которые он любил использовать для представления и минимизации булевых функций) и формулами, Виктор Варшавский самостоятельно пришел к мысли о необходимости расщепления входных последовательностей на две фазы – активную (рабочую) и неактивную (спейсер), так как при этом все переходы в последовательностях становятся монотонными. Он предложил конструкцию простейшего триггера с индикацией моментов окончания переходных процессов, названную триггероидом, который работает независимо от реальных задержек его элементов. Триггероид неспособен хранить записанную в него информацию при некоторых значениях входов, но в совокупности с двумя дополнительными триггероидами (без индикаторов) его использование решало задачу создания самосинхронного счетного триггера.

В.И. Варшавский продолжал развивать свою идею и инициировал тотальный поиск литературы по асинхронике, в который погрузились все члены его команды. К 1975 г. был сделан не только скрупулезный анализ результатов западных ученых, но и развит общий подход к построению самосинхронных схем и устройств, интегрирующий все известные результаты. Практически были созданы основы общей теории самосинхронизации, интегрирующей известные фрагментарные подходы. В 1976 г. в московском издательстве «Наука» под редакцией Виктора Ильича вышла в свет книга «Апериодические автоматы». Это была первая книга на русском языке, в которой систематически излагались проблемы и решения в области самосинхронизации. Это издание в то время на Западе не было замечено, да этого и трудно было бы ожидать, поскольку еще не существовало ни асинхронного сообщества как такового, ни перевода книги на английский язык.

На фоне некоторого застоя в теории автоматов в 1960-е гг. появилась и стала интенсивно развиваться новая научная дисциплина – теория сетей Петри. Развитие этой теории было относительно самостоятельным, но фактически не было автономным. Скорее всего, она должна рассматриваться как ветвь общей теории автоматов, которая занимается ранее неисследованную нишу между конечными автоматами и машинами Тьюринга. Подавляющая часть работ по сетям Петри «обслуживает» проблематику общей теории систем и параллельного программирования. Тем не менее, идейная сторона вопросов, связанных с выделением подкласса живых и безопасных сетей Петри и их исследованием, весьма близка к проблемам самосинхронизации. В книге 1976 г. была продемонстрирована возможность прямой трансляции сети Петри из указанного подкласса в асинхронную схему в обход процедуры противогоночного кодирования состояний автомата.

Дальнейшие исследования нашей команды в области управления асинхронными процессами нашли отражение во второй книге, законченной в 1984 г. и изданной в 1986 г. под несколько скучным названием «Автоматное управление асинхронными процессами в ЭВМ и дискретных системах», навязанным редакцией. В 1990 г. ее перевод на английский стал доступен асинхронному сообществу, явившись предметом детального изучения в научных группах двух ведущих в области вычислительной техники университетов мира – в Беркли и Стэнфорде.²

В 1987 г. в Хельсинском технологическом университете был опубликован цикл лекций Варшавского, прочитанных им в 1982-1983 гг. К сожалению, это издание малодоступно.³ Увидевшая свет в 1994 г. последняя книга с участием Варшавского ориентирована на формальные модели описания, проверки и синтеза управляющих асинхронных устройств.⁴ Разработанные авторами идеи нашли применение в системе FORCAGE, предназначенной для автоматизированного проектирования (анализа и синтеза) самосинхронных схем.

В.И. Варшавский внес фундаментальный вклад во многие направления асинхронники. Многие его результаты приоритетны. Нам представляется разумным обратить внимание научного сообщества на вклад Варшавского и предупредить, что терминология, использованная в первоисточниках, часто отличается от современной. Одна из причин этого состоит в применении разных языков, а другая – в желании многих авторов использовать собственную терминологию для того, чтобы почувствовать себя первооткрывателями.

Перечислим важнейшие результаты деятельности Варшавского в асинхронике:

- самосинхронная реализация комбинационных логических схем и конечных автоматов (парафазная и запрос-ответная с встроенными индикаторами) – 1976 г.;
- прямая трансляция управляющих спецификаций (типа параллельных асинхронных блок-схем алгоритмов и сетей Петри) в асинхронные схемы управления – 1976 г.;
- работы по самосинхронным кодам и реализации кодов в изменениях – 1981 г.;
- самосинхронные интерфейсы, использующие двух- и трехстабильные линии с избыточным кодированием или временную избыточность – 1981–1988 гг.;
- надежные самотестируемые и саморемонтируемые архитектуры – 1982–1986 гг.;
- конструктивное доказательство функциональной полноты двухвходовых элементов в классе полумодулярных схем – 1981–1986 гг.;

² Self-Timed Control of Concurrent Processes: The Design of Aperiodic Logical Circuits in Computers and Discrete Systems. V.I. Varshavsky, Ed. Kluwer Academic Publishers, 1990, p. 408.

³ Varshavsky V.I. Hardware Support of Parallel Asynchronous Processes. Helsinki, Finland: Digital Systems Laboratory. University of Technology. Series A: Research Report #2, 1987.

⁴ Kishinevsky M., Kondratyev A., Taubin A., Varshavsky V. Concurrent Hardware. The Theory and Practice of Self-timed Design. J. Wiley, 1994, p.368.

- десинхронизация синхронных реализаций посредством замены синхронных часов асинхронным управляющим автоматом для улучшения временных свойств схем – 1994–1998 гг.;
- асинхронные реализации FIFO-структур и схем памяти – 1988–1993 гг.;
- проектирование асинхронных схем на основе квантовых устройств (квантовых точек, одноэлектронных транзисторов) – 1995–1996 гг.;
- инициация работ по программной поддержке методов проектирования (синтеза и верификации) асинхронных схем – 1988 г.;
- схемы, нечувствительные к задержкам в транзисторах и проводах – 1987 г.;
- проектирование конвейерного управления и конвейерных схем с разной плотностью заполнения информацией (неплотных, полуплотных и плотных) – 1979–1986 гг.;
- мостиковые транзисторные реализации (в том числе двух- и трехвходовых С-элементов) – 1988 г.

Микроэлектронный кузнец

Эта рубрика никоим образом не отражает всего, что было сделано В.И. Варшавским в области «железа», то есть устройств и приборов, которые можно пощупать руками. Она ограничена 1988 г., когда наши пути разошлись, хотя контакты никогда не прерывались.

Виктор в некотором смысле был бессребреником от науки. Он не занимался саморекламой, считая, что и так широко известен, а его результаты работают на него. Но подспудно инженерная душа и изобретательская жилка толкали его на разработку трудоемких проектов, связанных с «железом». Это отнимало кучу времени, которое он мог бы посвятить решению более кардинальных проблем. Более того, работа на «железку» практически лишала его сотрудников возможности сконцентрироваться на реализации их собственных намерений. Им, как и шефу-трудоголику, приходилось работать, не покладая рук, почти что в режиме «шарашки». Впрочем, авторитет шефа и особенно его манера чуть ли не каждый божий день «озадачивать» членов команды новыми, чаще всего очень заманчивыми, задачками и целыми проблемами, не вызвали шумных протестов и заговоров, а развивали эрудицию и квалификацию исполнителей идей шефа.

Виктор начал свою трудовую карьеру в ленинградском НИИ – почтовом ящике, позже известном как «Азимут» и «Электроприбор». Его первая (закрытая) публикация была посвящена системам счисления с отрицательными основаниями. Наверное, это была его первая и последняя работа, не связанная с практическими проблемами.

Неистребимое желание В.И. Варшавского сделать что-нибудь «железное» я познал чуть ли не на следующий день после знакомства с ним – руководителем моего диплома. Я немедленно начал «шить» – обматывать крохотные ферритовые сердечники с прямоугольной петлей гистерезиса – и паять схемы, позволяющие моделировать пороговые элементы и сети из них. Виктор внимательно следил за моими успехами, время от времени взбираясь на осциллограф ИО-4. Этот солидный аппарат тогда и позже служил ему трибуной, пока морально не устарел. Впрочем, однажды произошло короткое замыкание, грозившее взрывом аккумуляторной батареи, используемой в качестве источника питания, и Виктор спрыгнул со своей трибуны и оборвал горящие провода, получив при этом ожог.

Параллельно с занятиями пороговой логикой Виктор с членами своей группы работал первый в своей жизни компьютер. В качестве элементной базы были выбраны лампы с холодным катодом, наверное, потому, что на складе валялось много коробок с этими лампами, до этого используемых только для елочных гирлянд. При первом включении машины в сеть произошло чудо – на большом табло появилось запрограм-

мированное слово, приведшее в полный восторг всех разработчиков и зрителей. По разным обстоятельствам продолжить работу с машиной не удалось.

Следующим детищем молодого Варшавского стал прибор управления стрельбой глубинными бомбами. По завершении участники проекта были командированы на полигон в Подмоскowie. Испытание носило трагикомический характер. Военпред попался весьма скрупулезный. Он требовал точного соблюдения тактико-технических данных. Более того, ему зачем-то понадобилось определить скорость выхода снаряда из канала ствола, для чего на дуле пушки было навешено перекрестие, разрыв которого фиксировал момент выхода. Военпред вплотную подошел к стволу и поправил перекрестие, но при этом нештатно загорелся сигнал «Старт». Выдавший виды офицер смертельно побледнел, рывком бросил свое тело в грязь и на четвереньках пополз подальше от ожидаемой траектории. Бомба не вышла. Пострадавший вернулся на исходную позицию, выматерился и спросил, есть ли в наличии спирт. Залпом выпив протянутый стакан, военпред еще раз высказался и подписал акт приемки.

Наиболее перспективным проектом «ящика» было «Созвездие». Главным конструктором этого проекта был кандидат наук Т.Я. Ходоров, талантливый инженер и бывший паровозный машинист, который создал некий уродливый симбиоз аналоговой и дискретной техники. Назначение этого весьма дорогостоящего сооружения было в том, чтобы подводная лодка могла определить («счислить») свои координаты в океане. Для этого лодка должна опуститься на дно и заглушить дизели, чтобы вражеские эхолоты не могли обнаружить ее, дождаться глубокой ночи, всплыть, выставить перископ, навести его на наперед заданную звезду, и затем вновь опуститься на дно. Полученные данные затем вводились в машину, которая выдавала искомые координаты по определенному алгоритму. Я описываю подробности не для того, чтобы пролить свет на никому не нужные древние секреты, а чтобы подчеркнуть, что для вычислений была уйма времени, и от машины не требовалось особенного быстрогодействия.

Поразмыслив, В.И. Варшавский понял, что бывшее в самом разгаре широкое внедрение системы «Созвездие» на флоте – это пустая трата денег. И написал рацпредложение, предложив использовать для вычислений электромеханический калькулятор «мерседес» и таблицы, положенные в основу алгоритма.

Разгорелся жуткий скандал, кончившийся тем, что Варшавского вместе с генеральным директором В.М. Грибовым и главным инженером С.Ф. Фармаковским вызвали на ковер министра судостроительной промышленности Б.Е. Бутомы, где устроили полный разнос с угрозами отобрать у всего руководства института партбилеты. Но неубиенный аргумент – *«А как иначе перевести институт на рельсы современной вычислительной техники?»* – позволил им выжить.

Беспартийный Виктор, естественно, не получил никакого вознаграждения. Напротив, его отправили в Севастополь ответственным сдатчиком этой самой системы. В его обязанности входили настройка и ремонт, а также оценка ее работы на ходовых испытаниях. Ссылка заняла несколько месяцев, потому что надо было наладить конвейер по отправке в Питер неисправных блоков и замене их исправными. (Кстати, я в то время работал старшим мастером цеха, производившего и ремонтирующего эти самые блоки).

По приезде Виктор уволился из ящика и поступил на работу в ВЦ ЛОМИ АН СССР, а я, некоторое время работая в цехе при том же НИИ, продолжал разрабатывать физическую модель нейрона, звучно названную «ферристором». В ВЦ несколько сотрудников паяли такие «нейроны» на большой плате. Виктор пытался с помощью экспериментов уяснить принципы поведения нейронных сетей.

Следующий этап знаменовал очередное увлечение Варшавского, навеянное отчасти его студенческими высокими спортивными достижениями на ковре (классическая и вольная борьба), но в большей степени – его романтическими отношениями с

Наташей, будущей его второй женой. Она училась в Москве (МЭИ) и была членом сборной «Буревестника» по велосипеду, тренером которой был заслуженный мастер спорта Ростислав Варгашкин. Тренер исповедовал метод экстенсивных тренировок на треке, считая необходимым поддерживать пульс велосипедиста на уровне 200 ударов в минуту. Превышение пульса грозило неприятностями, так что Варгашкин, познакомившись с Виктором, просил сделать для него устройство дистанционного контроля пульса. Аналогичные разработки Института космической медицины нам не подходили: устройство должно было быть компактным и фильтровать помехи от тряски датчика, закрепляемого на мочке уха велосипедиста. В результате искомое устройство, состоявшее из электронного блока, смонтированного в деревянном ящичке из-под вольтметра, и радиоприемника «Спидола», было испытано на Симферопольском треке. Но Наталья, переехав в Ленинград и продолжив свое обучение в ЛЭТИ, «завязала» с велосипедом, так что контакты с Варгашкиным постепенно затухли.

Ничем не закончились и наше участие в минимизации релейного компьютера, разработанного под руководством А.М. Заездного в Институте связи имени Бонч-Бруевича.

Занятия пороговой и мажоритарной логикой привели к контакту с институтом а/я 233, для которого мы разработали машину на парах Гото – магнитных элементах с параметрическим резонансом. Но нас преследовал злой рок – машина не пошла в серию.

Эта и следующие попытки Варшавского «внедриться» (обратите внимание на это слово – оно предполагает что-то насильственное) в военно-промышленной комплекс (других вариантов просто не было) оказались, в конечном счете, неудачными. В некотором смысле стратегия нашего шефа была самоубийственной. Дело не только в том, что нам всем приходилось «вкалывать» на два фронта, т. е. сочетать научные исследования, написание отчетов, статей, заявок на изобретения, книг и т. п. с проектированием «железки». Вторая причина – полная бессмысленность разработок «на сторону» в условиях, мягко сказать, странностей финансовой системы АН СССР. Заключив контракт со сторонней организацией на определенную сумму, мы на следующий год должны были либо продолжить работу с тем же заказчиком или искать нового, потому что академический бюджет автоматически урезался на сумму хоздоговора. Но, получая скромную зарплату за наши академические достижения, мы под водительством нашего шефа безуспешно пытались сломать «внутренний» железный занавес, отделяющий науку от практики. Нельзя добавить «с упорством, достойным лучшего применения», потому что при общении с заказчиками находились новые задачи, приходили свежие идеи и рекрутировались кадры.

Продолжу рассказ про наши «железные игры». Следующим этапом была разработка бортового компьютера для самолетов. Компьютерное вооружение боевых самолетов страдало малой надежностью. Разработчики и ремонтные бригады разъезжали по аэродромам и базам всей страны, чтобы поддерживать компьютеры в относительном порядке. Мало того, что это требовало больших затрат, для обеспечения боевых заданий каждая эскадрилья (4 самолета) вынуждена была иметь в состоянии боевой готовности пятый на случай отказа какого-нибудь компьютера. Среднее время наработки на отказ не превышало 37 часов. Не помню, как были установлены контакты с УПЗ – Уфимским приборостроительным заводом имени В.И. Ленина Министерства авиационной промышленности, но мы под руководством Варшавского приступили к разработке надежного бортового компьютера. К его проектированию были подключены уфимцы, которые под научным руководством Виктора защитили кандидатские диссертации. В основу была положена идея глубокого трехканального резервирования с использованием мажоритарных элементов в качестве восстанавливающих органов, допускающих поканальную проверку при настройке. Не хочу останавливаться на тех-

нических деталях, а лишь скажу, что через два года машина не только была спроектирована, но прошла конструкторскую разработку на УПЗ и сборку, была затем испытана и отправлена на министерскую выставку в Москву. Машина по расчетам могла наработать на отказ 1500 часов, т. е. во много раз больше, чем стоявшая на вооружении. Министр П.В. Дементьев, увидев диковинный экспонат, спросил, почему компьютер не в плане министерства. Сопровождающий министра зам. начальника ленинградского КБ, бывшего главным институтом по бортовым машинам, спас будущее своей конторы, отговорившись тем, что в боевых самолетах для машины, якобы, нет свободного места. Позже до нас дошли слухи, что образец купили геологи, приспособив его для разведки нефти. Даже несмотря на то, что образец перед продажей несколько лет провалялся на складе, отказов зафиксировано не было. Слабое утешение!

Еще одна трудоемкая попытка – на этот раз внедрения самосинхронной схемотехники – была предпринята В.И. Варшавским в содружестве с В.И. Лазуткиным для ОКБ «Радуга». Она также закончилась ничем.

Следующий проект родился «из воздуха». Наслышавшись о «мастерской» Варшавского, к нам в командировку приехали специалисты подмосковной (конечно, закрытой) организации из Раменского. Они рассказали, что международные конвенции ужесточают требования к ширине воздушных коридоров, и отечественная компьютерная техника не соответствует этим требованиям. Выяснилось, что для удержания самолетов в коридоре используется следующий подход: измеряется высота объектов, над которыми самолет пролетает, и для счисления местоположения самолета производится сравнение с составленной заранее картой высот. Используемый корреляционно-экстремальный алгоритм требовал создания весьма быстродействующих компьютеров или даже системы из нескольких вычислителей. В течение нескольких дней алгоритм был сильно упрощен, и, почувствовав возможный успех, Варшавский решил заняться разработкой компьютера. На этот раз была использована традиционная схемотехника. Схемы были переданы заказчику, который сделал опытный образец. После исправления единичных ошибок он был испытан. Мы написали заявку на изобретение и отослали заказчику. Разработка вызвала фурор – все было сделано «от нуля» за невиданно короткий срок, практически без затрат. Ответственные «исполнители», не принявшие никакого участия в разработке, были существенно повышены в должностях, удостоены правительственных наград и премий. Едва улеглось ликование, как мы через первый отдел получили извещение о том, что проекту присвоена категория секретности, не позволяющая контактировать с академическим институтом. Очередная попытка канула в воду.

Однажды к нашему шефу снова пришли «ходоки», на этот раз от космонавтики. Планировался облет Луны. При выходе из тени Луны для возвращения аппарата на Землю требовалось попасть в квадрат размером 100×100 километров – очень высокая точность. Виктор согласился заключить договор, но, наученный горьким опытом, выставил жесткое условие – заказчик должен построить для всех семей разработчиков дом в загородной зоне. Не могу сказать, что мы приветствовали эти планы нашего босса – не очень что-то хотелось превратиться в «шарагу». К счастью, затея провалилась: такой способ оплаты услуг мог быть предоставлен только специальным распоряжением ЦК КПСС.

Наконец, следует упомянуть хоздоговоры, заключенные с только что созданным Институтом проблем информатики АН СССР (ИПИАН), директором которого стал академик Б.Н. Наумов. Целью было создание библиотеки базовых элементов самосинхронных схем. Разработка осталась лежать в академических отчетах.

Не только злой рок был причиной неудач. Инновационные разработки всегда вызывали недоверие традиционалистов. А в условиях партийного и бюрократического (министерского) контроля микроэлектроника буксовала на месте и как отрасль промыш-

ленности была полностью дисфункциональной. Последующие попытки Варшавского запустить асинхронику на зарубежную орбиту Великобритании, Финляндии, Японии, США, Израиля заставили обратить внимание на ранее неизвестные разработки его команды, но не привели к внедрению. Развитие технологии тогда и в еще большей степени теперь позволяют рынку обойтись традиционными схемотехническими решениями. Так что работы и подделки Варшавского признавались оригинальными и в академической среде оценивались весьма высоко, но на практике остались не востребованными.

Впрочем, время, не останавливающееся ни на минуту, как говорил коммунист Джанни Родари, возможно, когда-нибудь устроит переоценку ценностей и установит нерукотворный памятник недооцененному первопроходцу.

Виктор обладал уникальным инженерным даром. Как ему удавалось синтезировать изящные типовые схемы в стандартном базисе – такие, как триггеры, полусумматоры, автомат повторного вхождения, счетчики, буферные устройства и т. п., – загадка. Применение формальных методов в подавляющем большинстве случаев не позволяло воспроизвести оригинал даже при одинаковой начальной спецификации. Варшавского не интересовали «некрасивые» схемы – он оттачивал их до блеска. Во время посещения Советского Союза Нобелевский лауреат Поль Дирак прочел лекцию по философии физики, в ходе которой подошел к доске и написал: *«Физические законы должны быть математически красивыми и простыми»*. Ту же мысль он высказал ранее в одной из своих лекций в Принстоне: *«Вся моя жизнь – это написание красивых формул»*. Большая часть жизни В.И. Варшавского состояла в изобретении красивых схем. Эта сторона деятельности Виктора Ильича, наверное, являлась главной в его творчестве. Если внимательно проанализировать многие асинхронные блоки, нашедшие практическое применение, то в них при желании можно увидеть прототипы схем, изобретенных Варшавским.

Нельзя не отметить, что «железные игры» были для Варшавского глотком свежей воды в пустыне, неисчерпаемым источником серьезных и свежих научных идей.

Хобби В.И. Варшавского

Виктор Варшавский не был пуританином. Он любил жизнь во всех проявлениях. Он любил выпить с друзьями. Он обожал махать веником в банях и париться до потери пульса, чтобы потом испить холодного пивка. Он блистательно рассказывал анекдоты. Он любил шахматы. Не занимаясь ими серьезно, предпочитал блиц и часто доводил коллег до отчаяния, потому что любой разговор начинался и кончался десятком партий.

Некоторые его хобби вызывали удивление. Например, он любил кухарить. Хотя его репертуар был ограниченным – цыплята табака (на сборищах он с помощником мог за пару часов приготовить до 25 цыплят), бараньи ноги и мясо по-бургундски, но любимые им блюда он готовил отменно. Во время длительной командировки в Англии Виктор организовал «щи-парти», пригласив нескольких своих британских коллег и знакомых. Подготовку к этому мероприятию он начал задолго. С помощью заимствованных в химической лаборатории частей он собрал самогонный аппарат, восстановив в памяти уникальную конструкцию аппарата отца. Потом две недели настаивал брагу и гнал из нее самогон, купил в аптеке множество ингредиентов для очистки – активированный уголь, дубовую кору и прочее, – очистил самогон и сдобрил приправками. Затем Витя отправился к мяснику, попросив его отрубить говяжьё мастальжку. Удивленный странным заказом клиента, обладающего к тому же нераспознаваемым акцентом, мясник отвел покупателя в разделочную и отрубил просимый шмат. После этого он надолго задумался, стал что-то писать на бумаге и щелкать клавишами калькулятора прежде чем объявил цену, пытаясь вычислить вес кости, за которую британ-

ские бучеры деньги не берут. Сварив кислые щи накануне события, Витя выставил на стол продукт перегонки, щи и закуску – пару баночек черной икры. Успех превзошел все ожидания. Хмельные гости были в восторге от кулинарных талантов Виктора Варшавского. В конце приема к нему подошел незнакомый участник пиршества, приведенный кем-то из приглашенных, и сказал, что был приятно удивлен всем, что было выставлено на стол, но особенно поражен качеством напитка. *«Я знаю, что вы большой ученый»*, – сказал он. – *«Но если вы когда-нибудь решите сменить профессию, то я возьму вас на работу. Я президент широко известной фирмы по производству виски»*.

Виктор был ярким приверженцем научной фантастики. Он часто спорил со своим отцом, обладавшим исключительным писательским талантом, но этот жанр не любившим, называя его чушью. Однажды Виктор заявил: *«Да? А ты попробуй сам написать такую чушь!»* Было заключено пари на бутылку коньяка, и спустя два часа отец выиграл. Итак, Виктор был «повинен» в том, что он сделал своего отца писателем-фантастом. Немало не заботясь о своих лаврах на писательском поприще, а скорее из желания дать себе передышку от физически утомительного каждодневного изобретательства, сам Виктор в России написал записки о своем пребывании в Англии, а позже – два детектива. К сожалению, они не были опубликованы. Работая в Японии, Виктор жадно вбирал в себя впечатления о стране восходящего солнца, Австралии и других странах юго-восточной Азии. Работа и путешествия во время отпусков не позволяли перевести на бумагу эпизоды своей жизни. Лишь очутившись в Израиле, Виктор часть своего свободного времени начал уделять написанию мемуаров. По свидетельству его жены Натальи, они носили характер «потока сознания» и ни в коем случае не подчинялись хронологии. Много написать ему не удалось – он жаловался, что не может совмещать работу с писаниной. Неоконченные воспоминания Варшавского были выставлены в интернете.

Виктор проявлял недюжинную любовь к групповому и сольному пению при полном отсутствии музыкального слуха. Как человек самобытный, он предлагал свои собственные интерпретации, основанные не на мелодике, а скорее на рваном ритме. Его участие в хоровом исполнении всегда вызывало «катастрофические отказы» – солисполнители сначала начинали ошибаться, а потом и вовсе прекращали петь. Правда, Варшавского это не смущало.

Виктор всегда дымил, как паровоз, и в короткие промежутки времени, когда под прессингом своей жены Натальи пытался «завязать» с курением, постоянно сосал сигарету, засунутую в рот «нештатным» концом. Наверное, пагубная привычка сыграла не последнюю роль в том, что оборвалась его яркая жизнь, но работать без сигарет он вряд ли бы смог.

Варшавский обладал неистребимым чувством юмора. Память его друзей и коллег сохранила множество свидетельств сногшибательного юмора Виктора. Приведем несколько примеров.

В телепередаче «Три шага за горизонт», которую вел его отец, обсуждалась проблема бессмертия. Все участники были убеждены, что эту проблему человечество рано или поздно решит. Виктор настаивал на том, что ее вообще не нужно решать. Его последний аргумент, содержащий аполитичный намек: *«Представьте себе, что вашей кафедрой 100 лет заведует один и тот же человек»*, стоил бы редактору потери работы. Передача в эфир не вышла.

Летом 1991 г., незадолго до путча ГКЧП, на фуршете в гостинице «Прибалтийская» вице-президент крупной зарубежной фирмы доверительно сказал Виктору:

– Мы скептически относимся к инвестированию в научные исследования. За последнее время мы инвестировали 500 миллионов франков и получили нулевой результат.

– *Напрасно*, – парировал Ильич. – *Вы могли бы инвестировать в десять раз меньше в советскую науку и иметь тот же самый результат!*

Получив почетный знак «Изобретатель СССР», он моментально отреагировал на это событие, произнеся фразу: «*Оказывается, я изобрел СССР!*».

Анекдоты хлестали из него, как из пожарного брандспойта. Его розыгрыши, мгновенная реакция на происходящее, острые ремарки, убийственно меткие характеристики людей и событий вошли в научный фольклор. Он был незаменимым тамадой на банкетах, и многие его друзья, которые сами по себе были замечательными спичмейкерами, в его присутствии слегка сникали. Однажды мы послали одну за другой серию из четырех статей по мажоритарной логике в журнал «Известия АН СССР. Техническая кибернетика» и на третью статью получили отрицательный отзыв анонимного рецензента, основанную на мнении его аспирантов. Придя в раздраженное состояние, Виктор попросил меня написать в редакцию короткий ответ и настаивал, чтобы там были такие слова: «*Надо уметь подбирать аспирантов!*». Хотя стиль ответа вовсе не был академическим, редакция под его впечатлением подписала статью в печать. Она даже вышла в свет раньше второй статьи, из-за чего аспиранты рецензента, наверное, совсем утратили недоразвитую способность что-нибудь понять.

Всего не перечислить. Но, наверное, больше всего он любил свое дело. Книжки, статьи и изобретения, которые он оставил, я надеюсь, еще послужат людям.

Организаторская деятельность

В.И. Варшавский сыграл большую роль в становлении кибернетики и искусственного интеллекта в нашей стране.

Удивительной была способность Варшавского создавать команду единомышленников. Его окружение работало, как хорошо отлаженный механизм, который никогда не давал катастрофических сбоев, хотя отдельные зависания и тупики, конечно, случались. В.И. Варшавский никого не отпускал в автономное плавание – он выдавал задания, обсуждал возможные пути их решения и постоянно был в курсе их выполнения. Такой контроль не вызывал обычно отрицательных эмоций, так как осуществлялся он по-дружески. Матерые сотрудники, правда, иногда втихомолку роптали – у них были собственные идеи, но прессинг они считали нормальным, поскольку репутация босса была хорошей защитой от неприятных внешних воздействий.

На всех этапах своей жизни В.И. Варшавский не переставал учиться и учить. Во многом его мировоззрение сформировалось на зимних школах под Ленинградом, которые он сам создал в начале 1960-х гг. Ему удалось привлечь таких выдающихся ученых и мыслителей, работающих в разных областях науки, как М.Л. Цетлин, М.М. Бонгард, Л.И. Розноер, В.С. Гурфинкель, С.М. Осовец, Д.А. Поспелов, Я.А. Альтман и др. Эти школы более 10 лет питали мыслями и идеями всех своих участников, специализирующихся в области математики, биологии, теории автоматов, коллективного поведения, распознавания образов, вычислительной техники, передачи информации и смежных областях. В.И. Варшавский принимал активное участие в работе школы М.А. Гаврилова, общепризнанного пионера в области теории автоматов в СССР, который всегда активно поддерживал работы команды Виктора Ильича.

Возможность побывать и поработать за границей в условиях жизни за железным занавесом В.И. Варшавскому представлялась редко. Но иногда это все-таки удавалось. Иностранцы гости АН СССР, работающие в области теории автоматов, обязательно включали в программы своих поездок посещение лаборатории Варшавского. Ему принадлежит и инициатива объединения «могучей кучки» эстонских ученых. Ежегодные зимние совместные семинары с участием ленинградской команды были названы «встречами на Эльби» по имени местечка под Пярну, где они проводились. В.И. Варшавский был ключевой фигурой и в подготовке ядра эстонских национальных

кадров высшей квалификации в области теории автоматов и ее приложений. Можно упомянуть также множество постоянно действующих семинаров, которыми он руководил.

Виктор Ильич был экстраординарной фигурой и в общечеловеческом плане. У него было громадное количество друзей и знакомых, которые любили и глубоко уважали его. Профессор охотно поддерживал контакты и всегда был готов помочь советом или делом.

Никто и не пытался сосчитать число его аспирантов, защит, на которых он с блеском выступал в качестве оппонента, или статей и книг, которые он отрецензировал (часто – с сарказмом и сногшибательной критикой).

Виктор Ильич не был самовлюбленным человеком. Он, естественно, знал себе цену, но никогда не рвался к власти. Позиции профессора и заведующего лабораторией его вполне устраивали. Его призванием была работа, и он явно относился к разряду трудолюбивых. Того же он требовал и от своего окружения. Может показаться странным, но во многом интуитивный подбор кадров в подавляющем большинстве случаев не подводил его. Он не всегда с первого захода принимал результаты и мнения своих коллег и учеников. Его надо было сломить или, по крайней мере, выждать некоторое время. Возможно, это происходило оттого, что он беспрестанно генерировал новые и новые идеи, развитием которых хотел озадачить свое окружение.

В.И. Варшавский оставил множество последователей, которые развили его идеи и обогатили науку и практику новыми идеями и разработками. Если ранее они работали только в СССР и социалистических странах Восточной Европы, то к настоящему времени многие из них мигрировали в более дальние края и с честью влились в научное сообщество. Возможно, В.И. Варшавский наметил некоторые пути развития асинхронизации как любимого своего детища; это нашло отражение в идеях, связанных с построением схем, нечувствительных к задержкам как в транзисторах, так и проводках, а особенно в десинхронизации. 20–25 лет тому назад казалось, что асинхронизация должна вот-вот победить синхронный подход. Этого не произошло, наверное, потому, что рутинная компьютерная технология развивалась куда более быстрыми темпами, чем асинхронизация. Комбинация обоих подходов, возможно, станет в будущем реально продуктивной.

Вместо заключения

Один из поздних учеников Варшавского – Вадим Смоленский назвал его «кремниевым Моцартом» и так же озаглавил свои воспоминания о В.И. Варшавском. С неподдельным интересом прочитав их, я обратился к «Моцарту и Сальери» Пушкина, где наткнулся на фразу, вложенную в уста Моцарта: «*Нас мало избранных...*». Теперь я знаю, как закончить этот очерк.

Виктор Ильич Варшавский был, несомненно, одним из избранных.

Автор благодарен М.А. Кишиневскому, А.Ю. Кондратьеву, В.И. Красюку, О.В. Маевскому, Ю.В. Мамрукову, В.Б. Мараховскому, В.В. Смоленскому, Н.А. Стародубцеву, Ю.С. Татаринovu, А.Р. Таубину, А.А. Шалыто, А.В. Яковлеву, без активного участия которых очерк не был бы написан.

ТАРАС НИКОЛАЕВИЧ СОКОЛОВ

Тарас Николаевич Соколов родился 17 апреля 1911 г. в Ставропольском крае в семье сельского врача. Трудовую деятельность он начал в 1929 г. электромонтёром в авторемонтных мастерских и проработал там до 1933 г. Одновременно, в 1930 г., Тарас Николаевич поступил на вечернее отделение Ленинградского политехнического института (ЛПИ) и закончил его в 1935 г.. В тот же год он был принят в аспирантуру на кафедру промышленного использования электроэнергии (в настоящее время это кафедра систем автоматического управления факультета технической кибернетики). В 1939 г. Т.Н. Соколов защитил кандидатскую диссертацию, а в 1941 г. он был утверждён в учёном звании доцента. С 1938 г., по совместительству Т.Н. Соколов работал руководителем бюро электропривода ленинградского завода имени Я.М. Свердлова.

В июле 1941 г. Тарас Николаевич добровольно вступил в ряды Красной Армии. До января 1942 г. он был слушателем Курсов усовершенствования инженеров Ленинградской военно-воздушной академии, а в 1942 – 1943 гг. находился в строевых частях ВВС. С апреля 1943 до мая 1946 г. Т.Н. Соколов служил в Государственном Краснознамённом НИИ ВВС Красной Армии в должностях старшего инженера и начальника отделения. В 1943 г. он был принят в партию. За работы по авиационному вооружению Т.Н. Соколов был награждён в 1945 г. орденом Красной Звезды.

После окончания Великой Отечественной войны Тарас Николаевич в 1946 г. возвращается в ЛПИ на кафедру промышленного использования электрической энергии, а с 1948 г. работает доцентом кафедры автоматики и телемеханики. За руководство работами по созданию электрокопировально-фрезерного автомата ему в 1948 г. присуждается Государственная (Сталинская) премия II степени.

В 1951 г. Тарас Николаевич защитил докторскую диссертацию и вскоре был утверждён в звании профессора; это утверждение состоялось в 1953 г. В 1951 – 1954 гг. он – заместитель ректора по научной работе.

В 1952 г. была опубликована книга Т.Н. Соколова «Электромеханические системы автоматического управления», в основе которой – результаты его докторской диссертации. В этой работе им был обобщён многолетний опыт по созданию и исследованию систем автоматического управления, используемых в различных технических устройствах. В книге приведены описание и анализ электрических схем, осуществляющих математические операции суммирования, умножения, дифференцирования, интегрирования и получения стандартных и произвольных функциональных зависимостей.

Соколов предложил оригинальный метод аналитического расчёта динамических характеристик следящих систем по заданным критериям качества переходного процесса. Этот метод в дальнейшем был успешно применён для создания высококачественных следящих систем и электромеханических интеграторов математических машин ЛПИ. Принципы синтеза различных систем с учётом их нелинейных характеристик, рассмотренные в книге «Электромеханические системы автоматического управления», нашли широкое применение при построении комбинированных электромеханических интеграторов. Методы моделирования нелинейных систем, разра-

ботанные Т.Н. Соколовым, были использованы для построения методики работы на математических машинах. Фундаментальные исследования Т.Н. Соколова в области электромеханических систем автоматического управления создали теоретические основы построения математических машин ЛПИ.

Исследования, проводившиеся в середине XX в. в мире (и, в том числе, в Политехническом институте) в области ядерной физики и ракетной техники со всей определённой показали, что их дальнейшее успешное развитие немыслимо без применения средств вычислительной техники. Стало ясно, что необходимо организовать подготовку инженеров, способных решать задачи исследования динамики и автоматического управления подвижными объектами с применением вычислительной техники. И в ЛПИ было принято решение об образовании с 1949/50 учебного года кафедры «Автоматическое управление движением». В 1952 г. эту кафедру возглавил Тарас Николаевич Соколов. Первоначально на кафедре было всего три преподавателя и были приняты на работу три только что закончивших институт инженера.

Тарас Николаевич, являвшийся одновременно заместителем ректора по научной работе, реализовал все возможности для расширения кафедры и оснащения её новейшими приборами и оборудованием. Был найден заказчик на разработку специализированной электромеханической математической машины для моделирования движения летательных аппаратов. К работе были привлечены студенты старших курсов и три принятых на кафедру аспиранта. И под руководством Тараса Николаевича было создано несколько аналоговых вычислительных устройств. Первым было спроектировано и создано устройство, названное «Малый стенд». Оно предназначалось для моделирования управлений продольным движением летательного аппарата. В его состав входили четыре электромеханических интегратора, четыре следящие системы и 16 развязывающих усилителей. В январе – феврале 1954 г. началась экспериментальная работа. Были решены многие возникавшие проблемы, в частности влияние инерционности и запаздывания в интеграторах и усилителях на характер получаемых решений. На модели были получены успешные решения нелинейной задачи продольного движения самолёта.

Затем была создана электромеханическая аналоговая вычислительная машина (АВМ) «Модель 1», предназначенная для решения нелинейных дифференциальных уравнений пространственного движения самолётов, ракет, торпед с включением в схему решения реальной аппаратуры автоматического управления. «Модель 1» включала в себя три стойки, выполнявшие вычислительные операции, динамический стенд и планшет. Две одинаковые стойки, содержащие по 8 интеграторов и 32 развязывающих усилителя, позволяли решать систему нелинейных дифференциальных уравнений до 16 порядка.

Были разработаны динамические стенды. Динамический стенд представляет собой устройство с тремя степенями свободы. Его подвижная часть с помощью следящих систем может поворачиваться по углам тангажа, курса и крена. Там размещаются гироскопические измерительные приборы реального автопилота массой до 200 кг. Весьма эффективным средством исследования устойчивости самолёта является включение реального автопилота в схему решения задачи. При этом автоматически учитываются все нелинейные и другие неидеальности прибора. Схема моделирования объекта, реализованная в машине, оказывается замкнутой через реальный автопилот. С помощью созданной методики можно всесторонне исследовать устойчивость и динамику движения объекта в нормальных и аварийных режимах и осуществлять оптимальную настройку автопилота. Решение задач на машине с реальной аппаратурой автоматического управления позволяет значительно сокращать сроки лётных испытаний.

Параллельно с электромеханической АВМ «Модель 1» в 1953–1955 гг. была разработана и построена электронная АВМ «Модель 2», создавшая возможности для ре-

шения задач в более широком частотном диапазоне. На машине «Модель 2» были выполнены исследования кинематики самонаводящихся снарядов, динамики следящей системы головки самонаведения и другие.

По заданию научно-исследовательских организаций Военно-Морского Флота в 1954–1955 гг. была разработана и изготовлена АВМ «Модель 3». Принципиальное новшество представлял динамический стенд с пятью степенями свободы. Устройство с тремя степенями свободы было размещено на подвижном основании, перемещающемся по горизонтальным и вертикальным направляющим. Это было первое в СССР и в мире уникальное устройство, которое позволяло решать многие задачи проектирования и исследования новых образцов морской военной техники.

В математической машине «Модель 4» были включены интеграторы повышенной точности. Увеличить точность и допустимое время интегрирования удалось благодаря тому, что интегратор работал в течение повторяющихся коротких промежутков времени в режиме линейного нарастания напряжения и его запоминания.

Таким образом, под руководством Т.Н. Соколова в 1950–1956 гг. было разработано много интересных и достаточно совершенных образцов аналоговой вычислительной техники. Коллектив кафедры увеличился за счёт приёма на работу лучших выпускников кафедры. Были организованы проблемная лаборатория и мастерские – электронная и механическая. Активное участие в работах кафедры студентов старших курсов позволяло выращивать из них специалистов высокого класса.

По решению Минвуза СССР в Политехническом институте в июне 1956 г. была проведена Межвузовская научно-техническая конференция «Применение математических машин в автоматическом управлении». Она ставила своей целью широкий обмен мнениями и опытом работы в области вычислительной техники. Обсуждаемые вопросы вызывали большой интерес не только среди научной общественности вузов, но и среди многочисленных представителей промышленных, проектных и научно-исследовательских институтов. В работе конференции приняли участие более 150 организаций. Кафедра Т.Н. Соколова активно участвовала в работе конференции. С докладами, кроме Тараса Николаевича, выступили сотрудники кафедры: Т.В. Нестеров, В.С. Тарасов, В.П. Евменов, Ю.А. Котов, А.Т. Горяченков, А.М. Яшин.

Большой интерес Тараса Николаевича вызвал доклад представителя Пензенского завода счётно-аналитических машин о ферродидных логических элементах. Дело в том, что аналоговая техника в эти годы стала дополняться, а вскоре и вытесняться цифровой вычислительной техникой. Кафедра, готовящая специалистов по вычислительной технике, должна учитывать перспективность нового направления. А на кафедре нет ни одного сотрудника, знакомого с цифровой техникой. И нет никакой экспериментальной базы для цифровой техники. И вот в этих условиях Тарас Николаевич Соколов принимает совершенно неординарное решение. Он реализует включение кафедры в выполнение крупнейшей и ответственнейшей задачи, целиком построенной на применении цифровой вычислительной техники.

Речь идёт об участии в разработке системы слежения за искусственными спутниками Земли. Тарас Николаевич решил, что учиться лучше всего в реальном деле. И на плечи сотрудников кафедры, и прежде всего на него самого легла нелёгкая задача: в кратчайший срок не только научиться новому, но тут же использовать эти знания для создания уникальной системы – практически первой в СССР автоматизированной системы управления (АСУ).

Разумеется, прежде всего, это было связано со сформированными к этому времени планами по запуску искусственного спутника земли (ИСЗ). Кроме этого, у самой кафедры появились творческие контакты с ленинградским заводом имени Калинина, выпускавшем электроаппаратуру. Благодаря этим контактам сотрудники кафедры получили доступ к сведениям о ферродидных элементах, главное достоинство кото-

рых – надёжность, как оценил Тарас Николаевич. И вот Т.Н. Соколов добился того, что в 1956 г. было принято постановление ЦК и Совета Министров, согласно которому Политехническому институту и именно возглавляемой им кафедре поручается разработка системы слежения за ИСЗ, а завод имени Калинина назначается изготовителем аппаратуры. Условное наименование этой работы «Кварц».

Суть работы системы заключалась в том, что для уверенного нахождения спутника радиолокаторами после пролёта его по территории вне видимости необходимо знать его координаты при входе в зону наблюдений на нашей территории. Для этого система должна была принимать сигналы о координатах спутника, преобразовывать эти непрерывные сигналы в цифровой код; сглаживать траекторию и привязывать её ко времени; осуществлять её долговременное запоминание и в определённые моменты времени направлять цифровую информацию в каналы связи, предварительно подвергнув её помехозащитному кодированию.

Тарас Николаевич распределил разделы работы между немногочисленными преподавателями и аспирантами, подключив к ним старшекурсников и осуществляя лично непрерывный контроль за всеми разделами работы. Прежде всего, он решил вопрос об элементной базе – это должны были быть элементы с максимально возможным показателем надёжности. И он остановил свой выбор на магнитных элементах, а именно: на элементах из кольцевых ферритовых сердечников с вентильными элементами в цепях связи. Конкретную реализацию этих элементов Тарас Николаевич поручил группе Татьяны Константиновны Кракау.

Группе Константина Константиновича Гомоюнова была поручена разработка генератора питающих импульсов для этих элементов и преобразователь «дальность – код», причём впервые была получена частота заполняющих колебаний 6 МГц.

Борису Евгеньевичу Аксёнову с его группой Тарас Николаевич поручил заняться проблемой помехозащищающего кодирования; Игорю Дмитриевичу Бутомо – преобразователем «Угол – Код»; А.В. Германову – памятью и выходом на линию связи. Преподавателю кафедры И.В. Афонькину Т.Н. Соколов поручил сформировать группу приглашённых по совместительству конструкторов.

Отдельные блоки можно было изготавливать на кафедре, но для полного изготовления стоек аппаратуры на очень ранней стадии документацию стали передавать на завод. Практически весь коллектив разработчиков по указанию Тараса Николаевича переместился работать на территорию завода. Изготовленные блоки проверялись, из них комплектовались станции «Кварца» и проводилась их настройка. Настройку первых пяти экземпляров возглавляли сотрудники кафедры. Не всё шло гладко, выявлялись недоработки, и Тарас Николаевич до поздней ночи задерживался на заводе, помогая советом и подбадривая сотрудников. Приезжали на завод и военные, которым предстояло эксплуатировать станции на полигонах.

Весной 1958 г. все экземпляры по мере завершения их настройки и испытаний были отправлены в различные точки Советского Союза. Новизна аппаратуры, недостаточный опыт её эксплуатации определили решение Т.Н. Соколова направить сопровождающие бригады, в состав которых должны были входить основные разработчики кафедры. Пять экземпляров аппаратуры были направлены на Байконур, в Енисейск, на Камчатку, на озеро Балхаш и в Капустин Яр. Во главе сопровождающих бригад были Ф.А. Васильев, Ю.А. Котов, Д.В. Шапот, А.М. Яшин и Б.Е. Аксёнов, соответственно. Впервые было осуществлено объединение комплекта машин в общую сеть. Система «Кварц» впервые работала, при этом удачно, 15 мая 1958 г. при запуске третьего спутника. В сообщении ТАСС «О запуске третьего советского искусственного спутника Земли» были слова: *«Данные о координатах спутника, полученные с радиолокационных станций, автоматически преобразуются, привязываются к единому астрономическому времени и направляются по линии связи в координационно-вычислительный*

центр) (газета «Правда» 1958, 16 мая). С этого времени все запуски (включая полёт Ю.А. Гагарина) сопровождала система «Кварц». За особые заслуги при выполнении важного задания правительства по созданию и введению в эксплуатацию специализированной информационной машины Тарас Николаевич Соколов, научный руководитель и главный конструктор, был удостоен звания лауреата Ленинской премии.

По результатам эксплуатации системы «Кварц» была выполнена работа по её совершенствованию. Новая разработка получила название «Темп». Была изготовлена большая партия таких машин, часть из которых получила прописку в Мировом океане. Случаев отказа этой аппаратуры зафиксировано не было. Одним из основных улучшений в изделии «Темп» была замена в логических элементах селеновых шайб на корпусные диоды. Но полупроводниковый элемент оставался возможным источником снижения надёжности.

Осенью 1959 г. в одном из научных журналов Тарас Николаевич прочитал статью американского автора С. Рассела о возможности построения феррито – ферритовых логических элементов, в качестве вентиля предлагалось использовать сердечники с мягкой петлёй гистерезиса (оксиферы). Тарас Николаевич сразу загорелся идеей резко повысить надёжность логических устройств, изготавливая их только из сердечников и проводов, полностью избавляясь от полупроводниковых приборов. Тарас Николаевич поручил Д.В. Шапота и В.А. Морозову немедленно приступить к интенсивной разработке «бездиодных» логических элементов. Использование этих элементов первоначально предполагалось в бортовом управляющем устройстве для ракеты малого радиуса действия под кодовым названием «Микрон». Возглавить эту разработку Тарас Николаевич поручил Ф.А. Васильеву.

В ходе работы были обнаружены сложности и даже полная неработоспособность схемы Рассела. Оказалось, что наличие заметной остаточной индукции у оксиферных сердечников приводило к разрушению сигнала, записанного в информационные сердечники. Каждый раз, когда в процессе разработки возникал очередной кризис, часов в 17–18 приходил в лабораторию Тарас Николаевич, садился рядом и в ходе обсуждения активно стимулировал мыслительный процесс. Заканчивался его визит в 22–23 часа. Так повторялось каждый день, пока вместе с какой-либо очередной новой идеей не возвращалась надежда на успех. Главной из удачных идей было решение заменить оксиферный вентиль на пару ферритовых сердечников с узкой петлёй гистерезиса. При этом коренным образом менялся характер электрических процессов в контурах связи, и соответственно должна была измениться система тактовых импульсов. В результате от схемы Рассела осталось лишь изображение электрической схемы. Ещё один принципиальный прорыв был связан с открытием возможности реализовать с помощью феррито-ферритовых логических элементов не только двоичную, но и троичную логику. Разработку библиотеки типовых логических узлов в терминах трёхзначной логики Тарас Николаевич поручил А.М. Боруле, выпускнику кафедры. Использование троичной логики позволило существенно сократить количество логических элементов при реализации сложных алгоритмов обработки дискретной информации. В ходе дальнейшей работы были решены все задачи, необходимые для реализации бортового вычислительного устройства, а именно:

- отработана реализация элементарных логических функций;
- создана технология сборки контуров связи с единственной пайкой;
- сконструированы «логические платы» из нескольких десятков логических элементов и контактного разъёма;
- разработана технология «заливки» содержимого плат эпоксидной смолой, позволившей обеспечить их высокую механическую прочность;
- разработана технология разбраковки сердечников, при которой логические элементы сохраняют работоспособность в требуемом температурном диапазоне;

– разработан полный комплект логических схем, реализующих алгоритм управления движением объекта.

Логическая плата, содержащая до 90 взаимосвязанных логических элементов, конструктивно оформленная в виде монолитной пластины с габаритами 160 × 90 × 10 мм с 50-контактным плоским торцевым разъёмом и массой 250 г., была первой в мире интегральной схемой, хотя и без приставки «микро». Официальное признание пришло в 1964 г., когда В.А. Морозовым, Т.Н. Соколовым и И.Д. Шапотом было получено авторское свидетельство на изобретение нового вида «ферритового логического элемента». А в 1965 г. логические платы с успехом демонстрировались на Выставке достижений народного хозяйства СССР.

В 1964 г. кафедра Т.Н. Соколова была переименована в кафедру «Информационных и управляющих систем». А команда Тараса Николаевича, работающая на этой кафедре, приобрела устойчивый авторитет в глазах оборонных заказчиков. Именно поэтому по предложению руководства НИИ – 4 МО Т.Н. Соколов был привлечён к участию в конкурсе за право взвалить на свои плечи разработку, изготовление и внедрение громадной системы управления ракетными войсками стратегического назначения (РВСН).

Основным конкурентом кафедры ИУС ЛПИ был московский институт НИИ – 101 МЭП, возглавляемый Семенихиным. Если Семенихин утверждал, что наиболее перспективный путь построения системы связан с использованием феррито-транзисторных логических элементов, то Тарас Николаевич отстаивал преимущества феррито-ферритовой логики, способной обеспечить беспрецедентную надёжность многих десятков взаимосвязанных управляющих звеньев разной степени сложности, разбросанных не только по всей территории страны, но и за её пределами. При этом относительно низкое быстродействие логических устройств не могло являться существенным недостатком, поскольку они обслуживали, главным образом, низкоскоростные линии связи и средства визуального отображения информации.

Окончательный выбор варианта, предложенного Соколовым, был сделан позже, но уже 24 апреля 1961 г. вышло Постановление Правительства РСФСР № 1862-РС об организации Опытного-конструкторского бюро в недрах Ленинградского политехнического института имени М.И. Калинина. Долгое время оно кратко именовалось ОКБ ЛПИ, а в 1975 г. было преобразовано в Научно-производственное объединение «Импульс». Днём рождения ОКБ считается 26 декабря 1961 г., когда руководитель Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР утвердил «Положение об ОКБ ЛПИ имени М.И. Калинина» и был выпущен приказ № 1 руководителя и главного конструктора ОКБ Т.Н. Соколова. Заместителем главного конструктора по научной работе стал Тимофей Васильевич Нестеров, главным инженером – Виктор Владимирович Кривский, заместителями – Сергей Дананович Данилов и Василий Васильевич Залипаев.

Подробный рассказ о работах ОКБ ЛПИ – НПО «Импульс» и о Т.Н. Соколове имеется в книге «К истории становления «ядерной кнопки» России», изданной в 2003 г.

Итак, первой и основной работой вновь созданной организации было продолжение и завершение работы на АСУ РВСН. Ожесточённая конкурентная борьба продолжалась несколько лет. Конкурентные проекты системы строились на базе универсальных электронных вычислительных машин с использованием их программного обеспечения. Проект АСУ, предложенный Т.Н. Соколовым, предусматривал принципиально иные аппаратные решения для звеньев системы, в основе которых лежало использование ферритовой элементной базы.

В конкурентной борьбе, изобиловавшей многими драматическими событиями, победил проект АСУ, предложенный ОКБ ЛПИ. Руководил проектом Анатолий Михайлович Яшин. В рекордно короткие сроки была отработана документация, по которой Ленинградский завод имени М.И. Калинина в сжатые сроки изготовил аппарату-

ру, и в 1969 г. АСУ РВСН первого поколения была принята на вооружение. Впервые в СССР было создано автоматизированное управление целым видом Вооружённых Сил, благодаря которому резко повысились оперативность и эффективность РВСН. В АСУ впервые были реализованы основные требования к таким системам – высокая надёжность, оперативность, «скрытность» управления. Система обеспечивала передачу в войска определённого перечня команд, регламентирующих установление различных режимов работы системы, перевод войск в различные степени готовности, планирование применения, включая приказы о пуске или отмене пуска ракет. Обеспечивался сбор информации о состоянии готовности ракет и войск, о задержках в выполнении задач и пр.

За указанные работы в 1970 г. Т.Н. Соколову было присвоено звание Героя Социалистического труда. Лауреатами Ленинской премии стали А.П. Волков, В.И. Лебедев, В.И. Лазуткин, А.М. Яшин; лауреатами Государственной премии СССР – Б.Е. Аксёнов, Л.В. Васильев, Г.И. Иоффе, Т.В. Нестеров, В.Е. Петухов, Н.В. Ращепкин.

Созданием АСУ завершился первый этап автоматизации управления РВСН.

Второй этап проекта заключался в обеспечении значительного расширения функциональных возможностей системы и дальнейшем улучшении её технических и эксплуатационных характеристик. Упорный труд коллектива ОКБ «Импульс» и коллективов различных предприятий-смежников успешно завершился в 1976 г. принятием на вооружение АСУ второго поколения. Эта система обладала значительно лучшими характеристиками, существенно расширились масштабы системы, полуавтоматический режим управления дополнился автоматическим, увеличились объём и состав передаваемых информационных массивов, были улучшены вероятностно-временные характеристики передачи и обработки информации.

За успешное выполнение этих работ звания лауреатов Государственной премии СССР были присвоены Т.Н. Соколову (это была его вторая Государственная премия), Г.А. Валентику, В.Ф. Головину, А.К. Грешневику.

В 1977 г. за большие заслуги в создании, освоении производства и эксплуатации новых средств специальной техники ОКБ «Импульс» было награждено орденом Трудового Красного Знамени.

Тарас Николаевич Соколов руководил всеми разработками, умел воодушевить коллектив и найти выход из любого трудного положения до последнего дня своей жизни. Он умер 17 сентября 1979 г. и похоронен на Богословском кладбище.

* * *

ОБ АВТОРАХ

Агамирзян Игорь Рубенович – кандидат физико-математических наук, генеральный директор ООО “СПб Центр разработок ЕМС”.

Александров Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор, ФГУП НПО «Импульс», лауреат Государственной премии СССР.

Веселов Вячеслав Афанасьевич – кандидат технических наук, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, профессор БГТУ им. Д.Ф. Устинова.

Волкова Виолетта Николаевна – доктор экономических наук, профессор СПбГПТУ.

Вус Михаил Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник СПИИРАН, лауреат премии Правительства Российской Федерации.

Гончаревский Вилен Степанович – доктор технических наук, Заслуженный деятель науки РФ, профессор ВКА им. А.Ф. Можайского.

Загашвили Юрий Владимирович – доктор технических наук, профессор БГТУ им. Д.Ф. Устинова.

Игнатъев Михаил Борисович – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ, директор института артоники СПбГУАП, лауреат Государственной премии СССР и премии Президента Российской Федерации.

Ипатов Олег Сергеевич – доктор технических наук, профессор, ректор БГТУ им. Д.Ф. Устинова, лауреат премии Правительства Санкт-Петербурга.

Калинин Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ, заведующий кафедрой ВКА им. А.Ф. Можайского.

Керножицкий Владимир Андреевич – кандидат технических наук, Заслуженный изобретатель Российской Федерации, доцент БГТУ им. Д.Ф. Устинова.

Кнорринг Вадим Глебович – доктор технических наук, профессор СПбГПТУ

Колесов Николай Викторович – доктор технических наук, профессор, ЦНИИ «Электроприбор»

Кракау Татьяна Константиновна – доктор технических наук, профессор СПбГПТУ.

Крук Евгений Аврамович – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой СПбГУАП.

Кромский Борис Васильевич – кандидат технических наук, доцент, секретарь ученого совета ВКА им. А.Ф. Можайского.

Куберская Нателла Амирановна – секретарь секции кибернетики СПб Дома ученых им. М. Горького РАН.

Кузьмин Николай Николаевич – доктор технических наук, профессор, проректор СПбГЭТУ.

Мартыненко Борис Константинович – доктор физико-математических наук, профессор СПбГУ.

Михайлов Борис Григорьевич – советник генерального директора ФГУП НПО «Импульс», лауреат Государственной премии СССР.

Овсянников Дмитрий Александрович – доктор физико-математических наук, профессор СПбГУ, директор НИИ ВМ и ПУ им. В.И. Зубова.

Петухов Владимир Ефремович – кандидат технических наук, профессор, заместитель генерального директора ФГУП НПО «Импульс» по научной работе, лауреат Государственной премии СССР.

Полетаев Александр Михайлович – кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника кафедры ВКА им. А.Ф. Можайского.

Пономарев Валентин Михайлович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник СПИИРАН.

Розенблюм Леонид Яковлевич – кандидат технических наук, доцент, сотрудник Гарвардского университета (США).

Романовский Иосиф Владимирович – доктор физико-математических наук, профессор СПбГУ.

Рыбаков Игорь Васильевич – кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры ВКА им. А.Ф. Можайского.

Савик Валентин Феодосьевич – кандидат технических наук, ЦНИИ «Электроприбор».

Сарычев Валентин Александрович – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, заместитель генерального директора ОАО «НПП «Радар ммс» по научной работе.

Степанов Олег Андреевич – доктор технических, ЦНИИ «Электроприбор».

Фрадков Александр Львович – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией ЦНИИ «Электроприбор».

Хитров Геннадий Михайлович – кандидат физико-математических наук, доцент СПбГУ, заместитель директора НИИ ВМ и ПУ им. В.И. Зубова.

Челпанов Игорь Борисович – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, ЦНИИ «Электроприбор».

Юсупов Рафаэль Мидхатович – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, член-корреспондент РАН, директор СПИИРАН.

Яковлев Валерий Борисович – доктор технических наук, Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, профессор СПбГЭТУ.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абалакин В.К. 129
Авен О.И. 269,274
Аверкиев Н.Ф. 168
Аврамчук Е.Ф. 117
Агаджанов П.А. 184
Агамирзян И.Р. 304-308
Агур У.М. 12
Айзерман М.А. 23, 252, 254, 256-257, 269
Аксёнов Б.Е. 20, 334, 337
Аксёнов Г.С. 80
Александров А.Г. 104
Александров А.Д. 297-298
Александров А.М. 20, 176-178
Александров А.П. 134
Александров В.В. 149-151, 153, 159-160, 162-163
Александров Е.К. 294
Александров Н.П. 243
Алексеев А.И. 150, 160
Алексеев В.В. 115
Алексеев О.В. 103, 113, 293, 295
Алешкин А.П. 171
Алфёров Ж.И. 3, 33, 43, 84, 129, 212-219, 226, 284, 293
Алфёров И.К. 212
Алфёров Маркс 213
Альтман Я.А. 329
Амосов Н.М. 43
Ампер А.М. 7, 42, 235
Амромин А.Н. 184
Ананьевский М.С. 208
Андреев В.А. 22
Андриевский Б.Р. 83, 208
Андронов А.А. 13, 61, 254-256, 258
Андрющенко В.А. 104
Анисимов В.И. 14, 89, 92-94, 96, 112, 286, 294
Анисимова Л.М. 44
Анохин П.К. 43
Антосиевич Генри 298
Анфиногенов А.С. 204
Анцев Г.В. 180, 196
Аппазов Р.Ф. 305
Аранович Б.И. 93
Арбид М. 145
Арендт В.Р. 14, 256
Арефьев Б.А. 27
Арефьев В.П. 88
Арсентьева А.В. 150
Арсеньев В.Н. 166
Арсеньев Н.П. 246-248
Артоболевский И.И. 62
Арутюнов В.О. 57
Арутюнян Г.Г. 267
Астанин Л.Ю. 170
Астафьев Г.П. 199
Атанасов А. 7
Афанасьев С.В. 154
Афонькин И.В. 334
Ахутин В.М. 43, 99-100, 116, 238, 293
Бабаев И.О. 307
Бабаков Н.А. 272
Бабат Г.И. 246
Бабко Л.В. 59
Багдонас Р.Ю. 188
Базлов И.Ф. 45,51
Байков А.А. 243
Байков В.Д. 105
Баконин В.Н. 66
Бакурадзе Д.В. 171
Балашов Е.П. 97, 105
Балина Г.А. 68
Балуев А.Н. 63, 65-66, 68, 71
Барабанов А.Е. 22, 80, 83
Барабанов Н.Е. 22, 81, 97
Баранов И.А. 167
Баранов С.Н. 72, 78, 160
Барашенков В.В. 97
Барбашин Е.А. 298-299
Барилов А.А. 159
Баринов К.Н. 168
Бармин В.П. 123
Бармин И.В. 174
Бартки У.С. 321

- Бартолини Дж. 82
Баскина Т.В. 45
Басов В.П. 298
Бахтин Б.И. 140
Башарин А.В. 14, 91-92, 262, 287
Башарин С.А. 106-107
Башкиров Д.А. 16, 262, 279
Бebbидж Чарльз 7
Бегунков Г.С. 74, 306
Безвизонный А.А. 91, 285
Беззатеев С.В. 125
Беззубов Ю.И. 279
Бейли В. 263
Бейтсон К. 4
Белицкий В.И. 170
Белова К.М. 66
Белодубровский А.С. 87
Белоцерковский О.М. 5, 241
Белый О.В. 15, 99, 291, 295
Беляков Г.М. 132
Белякова И.П. 159
Бенеш И. 267, 271
Берг А.И. 5, 33-34, 42-43, 84, 94, 99, 182, 199, 215, 226-241, 274, 311, 315-316
Берг Е.К. 226
Берг Й.В. (*Дж. Барр*) 33, 188-189
Берг М.А. 231
Бергман З.М. 202
Берендеев А.В. 44, 85
Бернштейн С.И. 271
Бернштейн С.Н. 33
Бертольди Е.К. 226
Бершадский Е.Я. 191
Бесекерский В.А. 15, 17, 26, 28, 140, 165-166, 202-205, 256, 279-280, 289
Бессонов А.А. 140
Бехтерева Н.П. 43, 151
Бибинова В.П. 191
Бизянов В.Ф. 153
Биркгоф Дж. 256, 302
Бирюков Б.В. 44
Биттани С. 82
Блажкин А.Т. 26
Бобылев Д.К. 10
Богданов С.И. 44
Богданов Ю.С. 298
Боголюбов И.Н. 320
Боголюбов Н.Н. 15, 255-256, 278
Богородицкий Н.П. 44, 287-288, 291, 293
Богородский В.В. 187
Болдырев Н.Г. 97
Болтянский В.Г. 299
Бонгард М.М. 44, 241, 329
Бонч-Бруевич А.М. 311
Бор-Раменский А.Е. 163
Бор Нильс 47
Боровик 243
Боруля А.Н. 335
Борцов В.А. 98-99
Борцов Ю.А. 98-99, 104, 107, 113-114
Ботвинник М.М. 45, 49, 82, 129
Бочаров Е.Ф. 187
Брагинский М.В. 203
Братчиков И.Л. 65-66, 68, 71
Бритов Г.С. 125
Бровин Н.Н. 45, 50-51
Бровина Г.Н. 45, 51
Бройда 270
Бромберг 254
Бруевич Н.Г. 238-239
Буга Н.Н. 170, 172
Булатов А.А. 196
Булатов В.П. 30
Булганин Н.А. 233
Булкин Г.А. 150
Бурдо Г.Х. 186
Буренин Н.И. 164, 170-171, 184
Бутаков Е.К. 97
Бутенин Н.В. 280
Бутома Б.Е. 324
Бутомо И.Д. 20, 334
Буш Ванневар 56
Быстров Ю.А. 294
Бычков С.И. 169, 171, 293
Бычков Ю.А. 24, 105-106
Вавилов А.А. 14, 16-18, 25-26, 31, 81, 84, 86, 89-92, 94-96, 98-103, 107, 110, 117, 225, 283-296
Вавилов Н.И. 3
Валентик Г.А. 337
Валландер С.В. 71
Вальков В.В. 104
Варакин Е.И. 172
Варганов М.Е. 171
Варгашкин Р. 325
Варшавский В.И. 33, 97, 317-330
Варшавский И.И. 318
Васильев А.С. 105

- Васильев Д.В. 12, 14, 89, 246
Васильев Л.В. 337
Васильев С.Н. 208
Васильев Ф.А. 20, 334-335
Вашкевич Н.П. 97
Вейерштрасс Карл. 9
Велихов Е.П. 5
Велькер Г. 216
Веревкин А.П. 18
Веретягин А.А. 170
Верещагин А.Ф. 280
Верхолат М.Е. 285
Веселов В.А. 131-142
Веселов В.С. 26
Винер Н. 4, 9, 42, 46, 59, 79, 203, 235, 238, 256
Виноградов А.П. 272-273
Винокуров В.И. 93
Витт А.А. 61
Вишняков Ю.С. 152, 162
Владимирович Г.И. 173
Власенко В.А. 27
Вознесенский И.Н. 11, 60, 247, 256
Волгин Д.И. 148
Волков А.П. 337
Волков Е.Ф. 18, 105-106, 295
Волкова В.Н. 42-48
Вологдин В.П. 84
Волькенштейн М.В. 3
Вольперт 263
Воробьев В.Г. 88
Воробьев В.И. 148, 154, 160
Воронкова А.И. 65
Воронов А.А. 5, 12-13, 43, 49, 60, 86, 101, 129, 242-275, 278, 291-292
Воронова А.А. 245-275
Воронов А.В. 243
Ворошилов К.Е. 231
Востоков С.Б. 205
Вояковская Н.Н. 77
Вукобратович М. 281
Вус М.А. 41, 45, 49-54, 212-219, 226-241, 309-316
Вышнеградский И.А. 11, 247
Вяхирев С.В. 60
Гаврилов М.А. 238, 241, 272, 329
Гавурин М.К. 66, 71, 221
Гагарин Ю.А. 74, 176, 335
Гайдук А.Р. 12, 104
Гайцгори В.Г. 23
Галеркин Б.Г. 243
Галлер Л.М. 232
Галушкин А.И. 31, 118
Гарбузов А.Р. 265-266, 268
Гаскаров Д.А. 105, 107
Гришиани Д.М. 274
Гелиг А.Х. 80-81, 83
Гельфанд И.М. 81
Герасимов А.Н. 166
Герасимов И.В. 105, 112
Герасимов Л.Ф. 287
Герасимов М.А. 76,
Гербылева Н.П. 60
Германов А.В. 334
Герст В.С. 151, 162
Герхен-Губанов Г.В. 133
Гершуни Г.В. 43
Гильбо Е.П. 19
Гиндыш И.Б. 72
Гитис Э.И. 44
Гитман И.Р. 71
Глебов И.А. 109, 153, 156, 291, 295
Глушков В.М. 5, 35, 43, 124, 187-188, 241
Гнедин Л.П. 268
Гоголицин Ю.Л. 151
Головин В.Ф. 337
Голубев А.П. 93
Голубева С.В. 162
Гольдманский В.И. 44
Гольдфарб Л.С. 15, 251-252
Гольдштейн Л.Д. 164, 169
Голяков А.Д. 166
Гомоюнов К.К. 334
Гоноровский И.С. 313
Гончаревский В.С. 164-175
Гончарова Л.И. 306-307
Горбачев С.В. 124
Гордеев В.Г. 204
Горлицкая С.И. 45, 51
Городецкий В.И. 160, 166
Горская Л.М. 162
Горский Н.Д. 150-151, 159
Горюнов В.И. 174
Горюнов Ю.П. 60
Горюнова Н.А. 3, 216
Горяченков А.Т. 333
Гранин Д. 188
Гранкин Б.К. 174

- Гранстрем М.П. 285, 288
Графтио Г.О. 84-85, 215
Гребенщиков И.В. 84
Гречко Г.М. 134-136
Грешневиков А.К. 337
Грибов В.М. 324
Григорьев В.А. 172
Григорьев В.В. 27, 104
Гридина Е.Г. 115
Гробовой Р.Н. 132-134
Громов А.М. 184
Гросс Е.Ф. 3, 215
Губинский А.И. 98, 293
Гудков В.А. 184
Гузенко В.Л. 174
Гуляев В. 97
Гурьев И.С. 167
Гурфинкель В.С. 329
Гусинский В.З. 207, 209
Гутенмахер Л.И. 43
Давыдов С.И. 174
Даламбер Ж. Л. 10
Данилов С.Д. 336
Даугавет В.А. 65
Даугавет И.К. 65
Даугавет О.К. 65
Деев В.В. 172
Дейкало Г.Ф. 70, 73, 77
Дементьев П.В. 326
Демченко О.И. 94
Демьянович Ю.К. 77
Денисов А.А. 12, 20
Дергузов В.А. 81
Деревицкий Д.П. 26, 82, 104
Детков В.К. 174
Дехтярев В.С. 183-184
Джанелидзе Г.Ю. 299
Джури Э. 17, 286
Дидук Г.А. 104, 268
Дикарев В.И. 174
Диомидов В.Б. 204, 207
Дирак Поль 327
Дмитриев А.К. 172
Дмитриев В.В. 84
Дмитриев С.П. 19, 26, 28, 204, 206-207, 210
Дмитриева М.В. 76
Добрянский В.М. 293
Долголенко Ю.В. 247
Доманский Б.И. 11-12, 20, 25, 33, 36, 58-62, 245
Домарацкий А.Н. 148, 151, 153, 158, 162
Донов А.Е. 168
Донченко В.К. 150, 157
Дорогов А.Ю. 118-119
Дородницын А.А. 5, 124
Дранников В.Г. 58
Дробов С.А. 164, 169, 293-294, 313
Дроздов В.Н. 27
Дулевич В.Е. 164, 169, 184-185
Дунаев А.И. 137
Душин С.Е. 18
Евменов В.П. 333
Евсеев Г.С. 122
Егiazаров И.В. 261
Егорова Т.С. 188
Елфимов В.Г. 188
Емельянов С.В. 31, 101, 110, 273, 275, 287, 292
Емельянцеv Г.И. 206-207
Еременко И.В. 279
Ермаков С.М. 71-73, 75
Ермилов Б.Л. 266, 268
Ерофеев А.А. 12, 198
Ерофеев Ю.Н. 231
Еругин Н.П. 297-298, 300
Ершов А.П. 5, 45, 49, 68, 73, 129, 241, 305-306, 308
Ершов Н.Н. 103
Ефимов В.В. 166
Ефимов Д.В. 31, 118-119
Ефремов В.Д. 12, 198
Ефремов Р.Н. 173
Жаков А.М. 167
Жданов П.С. 257
Железнов Н.А. 33, 36, 120-121, 126, 130, 169, 313
Жигарев А.Н. 174
Жигелей В.С. 175
Жинкин Н.И. 238
Жузе В.П. 215
Жуков В.А. 178
Жуков Г.К. 233
Журавлев Ю.И. 241
Забар С.К. 97
Заболотский В.П. 40-41
Загашвили Ю.В. 131-142

- Заде Л. 123, 145, 269
Задыхайло И.Б. 68
Заездный А.М. 42, 325
Зазорин Е.А. 189
Заикин О.А. 105-106
Зайков Л.Н. 156
Зайнашев Н.К. 167
Зайцев Н. 243
Залипаев В.В. 336
Замарин А.И. 174
Зарипов Р.Х. 145
Зарудный В.И. 206
Захарин М.И. 279
Захарин Ф.М. 166
Захаров В.К. 14, 86
Захаров М.Г. 23
Захаров В.Н. 6
Захарченя Б.П. 212
Зверев Р.И. 170
Зворыкин В.К. 3
Звягин В.И. 174
Зеленцов В.А. 173
Зельдович С.М. 203
Зенкевич С.Л. 280
Зерницкий М.А. 87
Зернов Н.В. 169
Зилитинкевич И.С. 132
Зиненко В.М. 205, 207
Золотов О.И. 287
Зорин Д.И. 27
Зотов Н.С. 24, 91
Зубкович С.Г. 168, 184
Зубов В.И. 6, 21-22, 26, 268, 297-303
Иванищев В.В. 149-150, 159
Иванов А.И. 104
Иванов А.Н. 188, 293
Иванов А.С. 88
Иванов В.В. 238, 241
Иванов В.И. 248
Иванов Ю.Д. 140
Иванова Г.Е. 163
Ивановский Р.И. 205
Ивахненко А.Г. 43, 91, 287
Игнатъев М.Б. 12, 28, 33, 35-36, 42-54, 120, 122-126, 130, 242, 265-268
Иголкин В.Н. 65-66, 68-69
Изенбек С.А. 87
Ильин В.А. 274
Имаев Д.Х. 18, 31, 91, 101, 108, 117
Иосифьян А.Г. 267
Иоффе А.Ф. 183, 215, 243
Иоффе А.Я. 173
Иоффе Г.И. 337
Ипатов О.С. 131-142
Исанин Н.Н. 101, 291-292
Иццоки Я.С. 253
Ишлинский А.Ю. 101, 274, 292
Кадыров А.А. 18, 105
Казакевич В.В. 255
Казаринов Р.Ф. 216-217
Казаринов Ю.В. 81
Казаринов Ю.М. 100, 287
Казаринов Ю.Ф. 22
Калашников В.В. 117
Калери А.Ю. 135
Калинин В.В. 293
Калинин В.Н. 164-175
Калинин М.И. 243
Калман Р. 22, 81, 203, 208, 269
Калявин В.Н. 105, 107
Каляев И.А. 134
Каминскас В. 104
Кампе-Немм А.А. 27
Кан В. 135
Канарейкин Д.Б. 171
Канеман Даниэл 46
Канторович Л.В. 3, 5, 33-36, 42-43, 63-65, 79, 220-225, 236, 265, 308
Капица А.П. 272
Капица П.Л. 3, 243, 272
Капустин А.В. 28
Капустина Е.Н. 307
Карандеев К.Б. 57-59
Каргу Л.И. 165
Карпов В.Г. 169
Карцев М.А. 44
Катковник В.Я. 19, 23
Катханов М.Н. 293
Кацев Б.А. 73
Качанова Т.Л. 31, 118
Качурин В.Н. 97
Кейн В.М. 12, 104, 199
Келдыш М.В. 74, 264, 272, 274, 299
Кемурджиан А.Л. 133
Кепперман В.Г. 92
Керножицкий В.А. 131-142
Керов Л.А. 78
Кетов Х.Ф. 59

- Килби Джек С. 33, 214
Килин Ф.М. 164, 167-168, 171
Кириллин В.А. 73
Кириллов И.И. 60
Кирпичёв М.В. 59, 61
Кисельников В.М. 124
Кисунько Г.В. 233
Китов А.И. 79, 236
Кишеневский М.А. 97, 147, 492, 504
Клауз Л.П. 44
Клейменов В.В. 171
Клюев Н.Ф. 170, 185
Кнорринг В.Г. 56-62
Кобзарев Ю.Б. 183, 232, 234
Коблов В.Л. 184, 188-189
Ковалевская В.В. 57
Ковалевская С.В. 302
Коваленков В.И. 84-85
Ковалеров Г.И. 88
Ковалёв С.Н. 293
Ковальский З. 18
Ковригин А.Б. 65, 68
Коган А.Б. 44
Коган И.М. 44
Козинец Б.Н. 80
Козлов В.Н. 12, 32, 44, 117
Козлов Ю.М. 16, 25-26
Козловский В.А. 162
Козодеров В.В. 151
Козырев Б.П. 215, 284
Кокаев О.Г. 105
Кокотович П. 281
Колесник В.Д. 120-122, 126-127, 130
Колесников А.А. 92, 104
Колесников В.Г. 232
Колесников Г.М. 257, 263
Колесов Н.В. 202-209
Колмогоров А.Н. 5, 79, 118, 256
Колосов В.Г. 12
Колпышев Ю.Н. 162
Колчин Н.И. 60
Комаров И.В. 316
Кондратенков Г.С. 185
Кондратьев А.Ю. 97, 322, 329
Кондратьев К.Я. 151
Коновалов А.С. 28
Коновалов С.Ф. 207
Коноплев В.Н. 148
Константинов Б.П. 299
Конторов С.Е. 188
Корн Г. 123
Корниенко А.А. 171
Корнилов Ю.Б. 144, 256
Корнитенко Г.Г. 260, 265, 268
Коробов Д.Д. 190
Королёв С.П. 19, 73-74, 131, 168, 304-306
Коростелев А.А. 170, 184
Коротков Е.Б. 140-141
Косарев Ю.А. 151
Косовский Н.К. 76
Костенко М.П. 249, 259-261, 263-265, 267-268, 270
Костров А.В. 205
Костылев А.А. 170
Косыгин А.Н. 269
Котельников В.А. 137
Котенко В.П. 6
Котов Ю.А. 333-334
Котченко Ф.Ф. 286
Кочетков В.Т. 279
Кочеткова Е.В. 45, 51
Кочешков Н.А. 181
Кочина П.Л. 274
Кочубиевский И.Д. 275
Кошкин А.Н. 155
Кошляков Н.С. 84
Крайзмер Л.П. 33-34, 42, 226, 236
Кракау Т.К. 20, 61, 331-337
Краснощеков А.М. 317
Красовский А.А. 4-6, 82, 234
Красовский Н.Н. 101, 274, 292, 298-299
Красюк В.И. 330
Кратцентштейн Х.Г. 7
Крашенинников 248
Кремер Герберт 33, 214, 216
Кривский В.В. 336
Крикалев С.К. 135
Кромский Б.В. 164-175
Кропотов Ю.А. 151
Круг Г.К. 44, 295
Крук Е.А. 120-130
Крылов А.Н. 33, 56, 88, 227
Крылов В.И. 65
Крылов Н.М. 16, 255-256, 278
Крячко А.Ф. 171
Кубанцев В.И. 104
Куберская Н.А. 42-48
Кудревич Б.И. 88

- Кудрявцев В.Б. 167
Кудрявцев В.В. 167
Кудрявцев М.В. 133
Кудряшов Б.Д. 121, 127
Кузичкин А.В. 172
Кузнецов В.Г. 132-134
Кузнецов В.И. 166
Кузнецов Н.А. 207
Кузнецов П.И. 264
Кузьмин Н.Н. 84-119, 295
Куклев Е.А. 142
Кулаков Ф.М. 144, 150, 162-163
Кулебакин В.А. 11, 85, 250, 256, 258, 267
Кульбуш Г.П. 59
Кульчицкий О.Ю. 19, 23
Купменс Т. 36
Курнаков Н.С. 84
Курочкин В.М. 68, 306
Курчатов И.В. 43, 215, 264
Кустов В.Н. 167
Кутателадзе С.С. 225
Кухтенко А.И. 287
Лагранж Ж.Л. 9, 80
Лавров С.С. 5, 33, 35, 49, 63-64, 66, 68-69, 73-76, 129, 175, 304-308
Лазарев Л.П. 253
Лазеев 280
Лазуткин В.И. 326
Ландау Б.Е. 204
Ландау Л.Д. 3
Ландо Я. 82
Ланцман Р.М. 80
Лапардин В.И. 190
Ласточкин А.А. 141
Лебедев А.Н. 93, 97
Лебедев В.И. 337
Лебедев С.А. 5
Левин В.И. 6
Левинзон Г.Л. 141
Левит М.В. 81
Левкин И.М. 174
Ледовский А.Д. 142
Леонов Г.А. 22, 32, 63, 78, 80-81
Лернер А.Я. 274, 286
Лескин А.А. 162
Лесков А.Г. 280
Летов А.М. 269, 299
Лефшец 23
Линквист А. 82
Линник Ю.В. 33
Линский 273-274
Лисс А.Р. 97, 122
Литвинов А.П. 17, 29, 166
Лихачев В.М. 171
Лихтарников А.Л. 22, 91
Логачев Е.Г. 174
Логоинов А.В. 142
Лойцянский Л.Г. 299
Ломако А.Г. 167
Ломов Б.Ф. 43, 238
Ломоносов М.В. 3
Лопота В.А. 31-32
Лосев Г.М. 147, 151
Лосев С.А. 132
Лоскутков Г.М. 279, 281
Лотман Ю.М. 43
Лузин Н.Н. 254
Лукашенко А.Г. 218
Лукирский П.И. 231
Лукомский Ю.А. 15, 99, 113-114, 207
Лукошкин А.П. 186
Лукьянов Д.П. 99, 115, 171, 207, 293
Лупал А.М. 124
Лупанов О.Б. 241
Лупичев Л.Н. 134
Лурье А.И. 18-19, 23, 61, 243, 251, 262, 267, 299
Лурье О.Б. 99
Лучинин В.В. 107
Лучко С.В. 166
Льюнг Л. 82
Лысенко А.П. 167
Лысенко И.В. 174
Любачевский Б.Д. 81-82
Любимский Э.З. 68, 305
Ляпунов А.А. 5, 43, 79, 81, 236-238, 241
Ляпунов А.М. 10, 13, 22, 24, 33, 297-298, 300
Ляхович Е.М. 188-189
Лященко Н.Н. 160
Маевский О.В. 330
Майборода Л.А. 166
Майер Р.В. 14-15, 91, 296
Майоров С.А. 33, 36, 97
Майоров С.П. 140
Майхил Дж. 320
Макаров И.М. 101, 133, 292
Максимей И.В. 69

- Маленков Г.М. 232
Маликов И.М. 87
Малкин И.Г. 23, 256
Маллер Д.Е. 321
Малыхина Г.Ф. 57
Мальшев В.А. 188
Мальшев Н.Г. 111
Мальцев В.Б. 172
Мальцев Г.Н. 171
Мальцев П.А. 162
Мамон П.А. 168
Мамруков Ю.В. 330
Мандельштам Л.И. 256, 311
Манойлов В.В. 104
Мануйлов Ю.С. 171-172
Мараховский В.Б. 97, 320, 330
Маркелов А.А. 140
Маркелов Н.И. 184
Марков А.А. 33, 63-64, 69, 76, 302, 308
Мартыненко Б.К. 63-78
Марчук Г.И. 153
Марьяновский 254
Маслевский В.И. 87, 205
Маслов А.Я. 173
Массарский А.С. 135
Матвеев А.С. 80, 83
Матиясевич Ю.В. 77, 129
Мачалов А.В. 116
Мегрецкий А. 81
Медведев В.С. 280
Медведев С.В. 151
Мееров М.В. 254, 257, 262, 285
Мелёхин В.Ф. 12, 58
Мельканович А.Ф. 174
Мельник Ю.А. 170, 184-185
Мельников Б.Г. 171
Менделеев Д.И. 3
Меньшиков Г.Г. 22
Месропов Г.М. 191
Метлицкий Е.А. 105
Мечников И.И. 3
Мещерский И.В. 10
Мидцев Б.Ф. 133
Миллер Р.Е. 321
Мильнер Б.З. 274
Минаков Е.П. 168
Минц Г.Е. 307
Мирбах Р.А. 227
Миронов А.Н. 173-174
Миронов В.И. 166
Миронов Ю.В. 168
Мироновский Л.А. 125
Мирончиков Е.Т. 120-122, 126, 130
Мирошник И.В. 27, 83
Миткевич В.Ф. 59, 243
Митрофанов С.П. 155
Митряев Е.В. 172
Михайлов А.В. 255
Михайлов Б.Г. 176-178
Михайлов В.А. 14, 89
Михайлов В.В. 150, 159
Михалевич В.С. 5
Михеев Л.Т. 187
Мишин В.П. 305
Мозгалевский А.В. 15, 26, 100, 107, 292
Моисеев Н.Д. 256
Моисеев Н.Н. 49, 82, 129
Мороз А.В. 141
Мороз А.М. 140
Морозов Б.И. 44
Морозов В.А. 355-356
Москаленко А.Ф. 293
Мурсаев А.Х. 105
Мусаев А.А. 171
Муттер В.М. 96
Муш Б.С. 186, 191
Мясников В.А. 27, 33, 35
Нагорный В.С. 104
Нагорный Н.М. 64
Назаров О.В. 108
Напалков А.В. 44
Нартов А.К. 3
Насонов В.П. 168
Наумов Б.Н. 5, 101, 292, 326
Наумов В.Б. 41
Наумов В.Г. 87
Наур П. 64, 69
Небылов А.В. 207-208
Недосекин Д.Д. 115
Нейман Дж. 7
Неймарк Ю.И. 82, 256
Нелепин Р.А. 22
Немков В.С. 106
Немура А. 104
Немчинов В.С. 237
Несенюк Л.П. 203-205, 207, 209
Нестеров Е.И. 191
Нестеров Т.В. 333, 336-337

- Никитин А.В. 44, 125
Никифоров В.О. 37, 83, 208
Никифорова Е.В. 65
Николаи Е.Л. 60
Никольский Г.Н. 19, 61
Никончук О.М. 205
Новиков Б.А. 70, 73, 76
Новиков В.А. 105, 106
Новиков В.В. 92, 106
Новиков Ф.А. 307
Новожиллов В.В. 101, 292
Новосельцев Я.В. 87
Новосёлов А.И. 27
Ноздруков Н.Р. 160
Норневский Б.И. 14-15, 85, 89, 93-94, 283, 296
Носков В.П. 134
Нуждин В.Н. 104
Образцов И.Ф. 291
Оводенко А.А. 44, 125
Овсиевич Б.Л. 320
Овсянников Д.А. 297-303
Овсянников Е.К. 163
Оганесян Л.А. 319
Одинцов А.А. 88, 204
Одинцов Г.В. 14
Окон И.М. 202-203
Окрепилов В.В. 163
Олейников В.А. 23-24, 86, 90-92, 94-95
Олянюк П.В. 171, 200
Оморов Р.О. 27
Оппельт Винфред 12
Орбели Л.А. 43
Оревков В.П. 78
Орурк И.А. 28
Осипов А.В. 207
Осипов Л.А. 28
Осовец С.М. 329
Островитянов Р.В. 197
Остромухов Я.Г. 203
Охоцимский Д.Е. 133
Ощепков П.К. 183
Павлов И.П. 3
Павлов М.А. 243
Павловский Н.Н. 59
Падалка Г.И. 135
Палагин Ю.И. 186
Паламарюк Р.О. 97
Пальтов И.П. 16, 27, 278-280
Папалекси Н.Д. 256, 311
Панфилов И.В. 167
Парин В.В. 237
Парфёнов В.Г. 39
Пархоменко П.П. 274-275
Пастухов К.В. 133
Пахомов А.И. 135
Пащенко Е.Г. 293
Педанов Е.И. 74, 306
Пелевин А.Е. 204
Пеньков М.М. 174
Первозванский А.А. 18-19, 23, 25-26, 33, 82, 260-261, 267-268
Пересада В.П. 191
Перовская Е.И. 265-266
Песчанский В.А. 319-320
Петреник Р.М. 87
Петров А.А. 294
Петров А.В. 185
Петров Б.Н. 5, 91, 101, 144, 234, 241, 257, 263-264, 267, 271-274, 287, 292
Петров В.В. 254
Петров И.Г. 187
Петров Ю.Б. 105
Петров Ю.П. 22, 221
Петрова Л.Т. 220, 223-224
Петрушина Т.И. 307
Петухов В.Е. 176-178, 337
Петухов Г.Б. 173
Петушков М.К. 205
Пешехонов В.Г. 32, 202, 204-205, 207-209
Писарев С.Е. 249
Пистолькорс А.А. 84, 311
Письменный Г.В. 280
Питтель Б.Г. 81
Платонов А.К. 133
Плескунин В.И. 92, 105-106
Плисс В.А. 21-23
Плотников А.В. 97
Плюснин В.У. 35
Погромский А.Ю. 83
Подвязный Я.П. 135
Познанский А.Б. 196
Полетаев А.М. 164-175
Половко А.М. 16, 26, 165, 279
Половников В.И. 168
Половченко Р.И. 6

- Полтырев Г.Ш. 121
Полужков Р.А. 19, 26, 97
Поляков А.О. 150, 162
Поляков А.П. 174
Поляков Г.И. 171
Поляков Н.Д. 105, 107
Поникаровский Г.Н. 88
Пономарёв В.М. 16, 25-26, 29-30, 33, 143-163, 165, 175
Понтрягин Л.С. 20-21, 91, 269
Попечителей Е.П. 116
Попов А.П. 72
Попов А.С. 3, 33-34, 84, 226, 235
Попов В.К. 59-61, 244, 247
Попов В.Н. 305
Попов Е.П. 5-6, 12-13, 15-16, 22, 25, 81-82, 90, 164-166, 175, 257, 261-264, 276-282, 289, 296, 299
Попов З.М. 269
Попов О.С. 15, 99
Порошин Б.С. 68
Порфирьев Л.Ф. 166
Поснов Н.Н. 221
Посохин Н.И. 168, 171
Поспелов Г.С. 5, 145
Поспелов Д.А. 5-6, 82, 320, 329
Постников В.Н. 18
Постников Е.В. 105
Потапов А.М. 140-141
Потехин В.А. 171, 186
Пошехонов Л.Б. 108
Прангишвили И.В. 275
Присяжнюк С.П. 171-172
Пришвин А.М. 24, 91
Прокопчина С.В. 115
Прокофьев Г.И. 114-115
Проскурников А.В. 83
Прохоров А.М. 3
Прохорович В.Е. 174
Птушкин А.И. 174
Пуанкаре А. 10, 301
Пугач А.А. 140
Пугачев В.С. 274
Пузанков Д.В. 105, 107, 112-114
Пустыльников 104
Путин В.В. 219
Путов В.В. 112, 114
Рагаццини Д. 17, 256
Радунская И.Л. 226, 235, 239
Радченко А.Н. 122
Радченко П.И. 103
Райхман Дж. 43
Ракитский Ю.В. 20
Раков Ю.Е. 162
Рапопорт Э.Я. 104
Расплетин А.А. 84
Рассел С. 335
Рассудов Л.Н. 92, 105-106, 112, 114-115
Растрингин Л.А. 44
Ращепкин Н.В. 337
Регель А.Р. 3, 216
Резван В. 82
Резников Б.А. 167-168, 171-172
Решетникова Н.Н. 44, 125
Ривкин С.С. 202, 205
Ринкевич С.А. 12, 14, 84-85, 89, 91
Родионов В.Д. 108
Розенблат М.А. 79, 93
Розенблюм Л.Я. 97, 317-330
Розенвассер Е.Н. 24, 26, 281-282
Розенцвейг В.Ю. 241
Рожанский Д.А. 183, 311
Розоноер Л.И. 329
Рокоссовский К.К. 231
Романов В.Е. 44
Романов Л.М. 171
Романовский И.В. 63, 69, 71, 77, 220-225
Ромейков А. 280
Ростовцев Ю.Г. 171-172, 174
Рубашкин И.Б. 285
Рудницкий Б.Е. 167, 171
Румянцев Б.И. 175
Румянцев И.А. 45, 50-51
Рутковский В.Ю. 82
Рыбаков И.В. 164-175
Рыжиков Ю.И. 166
Рытов С.М. 182-183
Рябинин И.А. 12
Сабинин Ю.А. 27, 289, 295
Савик В.Ф. 202-209
Савицкая В.Г. 45, 51
Савкин А.В. 81, 83
Савченко В.И. 175
Сазонов А.Е. 207
Сайбель А.Г. 174
Сайдов П.И. 88, 94, 99
Самарский А.А. 49, 129

- Самойлов Л.К. 97
Самосюк Г.П. 67, 71
Сапожков К.А. 97
Сапожников И.Н. 207
Сапожников Р.А. 140
Сарычев В.А. 179-201
Сафаров Р.Т. 170
Сафонов В.О. 76-77
Свирский Е.А. 88
Севент К.Д. 14
Седякин Н.М. 172-173
Селеджи С.М. 78
Селютин В. 97
Селяков М.И. 186
Семенихин 336
Семенов А.И. 160
Семёнов В.В. 260-261, 265, 267
Семёнов В.Е. 53
Семёнов И.М. 58
Семёнов Н.Н. 3, 59, 243, 264
Сендюрёв В.М. 15, 99
Сергеев М.Б. 125
Сергеев М.С. 168
Сергеев Э.В. 283-284, 286
Серебрянникова Л.И. 72
Сетров М.И. 44
Сеченов И.М. 3
Сечкин А.С. 175
Сёке П. 72
Сиверс А.П. 312, 316
Силагадзе Г.С. 306-307
Симон Ж. 145
Ситников Ф. 310
Сифоров В.И. 5, 33, 84, 164, 169, 175, 215, 234, 238, 276, 278, 309-316
Скалон А.И. 27
Скобельцин Д.В. 243-244
Скороходов Д.А. 207
Скрицкий А.А. 85
Слезкинский С.К. 168
Слив Э.И. 88
Слисенко А.О. 75-76, 159-160
Слухотский А.Е. 105
Смагин В.А. 173
Смирнов А.В. 162
Смирнов А.М. 112
Смирнов В.В. 142, 166
Смирнов В.Б. 124
Смирнов В.И. 84, 293, 298-299
Смирнов В.И. 100, 184, 189
Смирнов Н.А. 103
Смирнова В.Б. 81
Смирнова Т.Н. 223
Смит Отто 269-270
Смоктый О.И. 151-152
Смоленский В.В. 330
Смолин В.П. 142
Смолицкий Х.Л. 167
Смолов В.Б. 26, 33, 36, 84, 87, 93, 97-98, 104, 107, 287
Смольников Л.П. 24, 92, 94-95
Смолянинова Е.П. 45, 51
Смуров А.А. 84
Соболев С.Л. 79
Советов Б.Я. 18, 40, 92, 96, 102, 112, 115, 117
Созина Н.Н. 215, 284, 287-288
Соколов Б.В. 4, 171-172
Соколов Г.Н. 266, 268-269
Соколов С.Я. 84
Соколов Т.Н. 19-20, 33, 36, 43, 61, 176-178, 257, 262, 331-337
Соколовский Г.Г. 92, 105-106, 113
Соловьёв Г.А. 196
Соловьёв Е.Б. 106-107
Соловьёв И.П. 76
Соловьёв М.В. 88
Соловьёв Н.В. 24, 91
Сологуб П.С. 133
Солодовников А.А. 57-59
Солодовников А.И. 17-18, 90, 103-104, 285-286
Солодовников В.В. 12, 15, 86, 254-258, 262-263, 272, 274, 277
Соломенко Н.С. 99, 295
Соломенко С.Н. 295
Сольницев Р.И. 88, 108
Соммервил Дж. 263
Сомов О.И. 9-10
Сотсков Б.С. 12, 59, 234, 238, 245-246, 248, 250-254
Спиридонов А.М. 162
Спиркин А.Г. 238
Сталин И.В. 231-233
Станкевич А. 39
Станкевич Д.С. 115

- Старжинский В.М. 81
Стародубцев Н.А. 330
Стародубцев Н.И. 104
Старос Ф.Г. (*А. Сарант*) 34, 44, 123, 140, 188-189
Сташкевич А.И. 171
Степлов В.А. 10, 33
Степанов В.А. 74, 305-306
Степанов М.Г. 171
Степанов О.А. 202-209
Степура Э.Ф. 265, 268
Стефани 274
Стешкович Н.Т. 142
Стогов Г.В. 171
Сторм Герберт 269
Стоцкий А.А. 82
Сурин С.С. 68
Сыздыков Д.Ж. 105
Таиров Ю.М. 107, 293
Танский Е.А. 12, 27
Тарасов В.С. 176, 333
Тарбеев Ю.В. 163
Тарелкин Е.Б. 133
Татаринов В.В. 475
Татаринов Ю.С. 311
Таубин А.Р. 322, 330
Тахтаджян Л.А. 43
Тейман А.И. 271
Терехов А.Н. 72, 77
Терехов В.А. 18, 31, 90-91, 95, 98, 118-119, 286
Тили С.Ю. 132
Тиль А.В. 202
Тимофеев А.В. 22, 30, 81
Тимофеев В.А. 12, 84-86, 100
Тимофеев В.И. 187
Тимохин В.И. 97-98, 293
Титков Б.В. 174
Титов Г.А. 87
Тихонов А.А. 116
Тихонов А.Н. 186
Тихонов В.С. 98
Тихонов О.Н. 12
Тихонов С.Н. 24
Тишков А.В. 76
Ткачев Е.А. 171
Товстик Т.М. 71
Тозик В.Т. 44
Токарев Б.Н. 94
Томчин Д.А. 208
Топчиев Ю.И. 263
Торгашев В.А. 35, 124-125, 152
Торопов Ю.А. 108
Трапезников В.А. 5, 259, 261-264, 267-268, 272-275
Троицкий В.А. 23
Тропп Э.А. 3
Трофимов К.Н. 233
Трудов А.В. 175
Ту Ю. 17
Тубольцева В.В. 159
Тупысев В.А. 206
Турчак А.А. 181
Турчина Е.Д. 142
Тучкевич В.М. 144, 213, 215
Тучков Л.Т. 164, 171
Тыугу Э.Х. 97, 307
Тюкин И.Ю. 33, 118-119
Угрюмов Е.П. 97-98
Уланов Г.М. 254, 271, 274
Урусов И.Д. 270
Устинов С.М. 20
Ушаков А.В. 27
Ушаков В.Б. 12
Фабрикант Е.А. 166, 203
Фабриков В.А. 152
Фаддеев Д.К. 304
Фаддеева В.Н. 221
Фармаковский С.Ф. 87, 202, 324
Фатеев А.В. 12-15, 84-86, 89, 92, 95-96, 104, 262, 283, 286, 296
Фатеев В.Ф. 170
Федосеев С.В. 132
Фельдбаум А.А. 254, 256, 269, 278
Фет Я.И. 6, 221, 225
Фёдоров Н.Ф. 153
Фёдоров С.М. 14-15, 17, 86, 166, 279
Филатов Ю.В. 115
Филиппов Л.И. 316
Финкельштейн М.С. 206
Фитиалов С.Я. 65-66, 69
Фихтенгольц Г.М. 304
Флегонтов А.В. 150
Флёров А.Н. 135
Фок В.А. 233
Фомин Б.Ф. 31, 101, 117-118

- Фомин В.Н. 22, 80-81
Фомина Е.Н. 260, 265
Фомичев В.С. 105
Фрадков А.Л. 22, 26, 30-31, 79-83, 104, 185, 208
Франк И.М. 3
Франк М. 117
Французов Н.М. 20
Фредкин Э. 145
Фрейдзон И.Р. 94, 99
Фрейман И.Г. 84, 215, 229, 311
Фремке А.В. 12, 57, 89
Френкель Я.И. 3, 215
Фриде Б.Я. 186
Фридман А.А. 3
Фролов В.Н. 18, 104
Фролов К.В. 101, 292
Фролова Г.С. 45, 51
Фурута К. 82
Хабибулин А.Е. 132
Хайкин С.Э. 61, 256
Халанай А. 82
Халкиопов В.С. 28
Халкиопов С.Н. 162
Ханенко В.Н. 154, 162-163
Харитон Ю.Б. 43
Харичев В.В. 80
Харкевич А.А. 43, 84, 237, 309
Хаффмен Д. 320
Хвоц С.Т. 97
Хейсин В.Е. 23
Хитров Г.М. 297-303
Хлыпало Е.И. 16, 90
Ходаков А.И. 53
Ходоров Т.Я. 324
Холопов А.И. 166
Хомоненко А.Д. 167
Храмой А.В. 6, 255, 263
Хрущёв Н.С. 140, 264
Хургин Я.И. 237
Цандер 75
Царицына И.В. 65
Цветков К.Ю. 172
Цейтин Г.С. 33, 63, 67-73, 75, 308
Цетлин М.Л. 237, 329
Цыпкин Я.З. 5, 17, 80, 82, 101, 109, 238, 254, 256, 259-260, 262, 269, 278, 292
Цуккерман М.Л. 12, 27, 57
Чавчанидзе В.В. 43
Чарин Н.А. 299
Чебышев П.Л. 3, 10, 33
Челпанов И.Б. 19, 202-209
Челпанов С.С. 188
Черкесов Г.Н. 20
Чернецкий В.И. 166, 279
Чернышёв А.А. 56-59
Чернышёв В.Н. 115
Чернышёва Л.В. 152
Черниговский В.Н. 43
Черноруцкий И.Г. 20, 61
Чернышёв В.Н. 115
Чернявский Е.А. 97-98, 104
Чертовский В.А. 18
Честнат Г. 14-15, 91, 256
Четаев 33
Четвериков В.М. 289
Четков А.В. 168
Чечурин С.Л. 104
Чижов Д.С. 9-10
Чирков М.К. 83
Чирцов А.С. 45, 51
Чистов А.Л. 159
Чурилов А.Н. 80-81
Шалыгин А.С. 142, 186
Шалыто А.А. 330
Шамрай Б.В. 14, 86, 93
Шанин Н.А. 76
Шаповалов Е.Н. 175
Шапот Д.В. 334-336
Шапошников А.А. 215
Шаров С.Н. 26, 90, 104
Шароватов В.Т. 140
Шаршеналиев Ж.Ш. 105
Шателен М.А. 59, 84, 243-244
Шатов В.А. 196
Шауман А.М. 66
Шебшаевич В.С. 169, 199
Шейнин Ю.Е. 124, 129
Шекунова Н.А. 121, 125
Шеннон К.Э. 121, 179, 256, 266
Шепелявый А.И. 83
Шеповальников А.Н. 150
Шестаков В.М. 105
Шидловская Н.А. 65
Шилов В.В. 7
Шильяк Д. 82

- Шимелевич Л.И. 206
Ширман Я.Д. 169, 313
Широков А.М. 43
Ширяев А. 81
Шитов И.В. 170
Шкиль М.В. 171
Шкиртиль В.И. 124, 160
Шляпников В.А. 192
Шмидт А.А. 80
Шнейдеров В.С. 150
Шоймаши А. 72
Шокальский Ю.М. 227
Шоллар Ф.Ф. 227
Шпагин С.В. 178
Шрамков Е.Г. 57-59
Штайнбух К. 43
Штейнгауз Л.Н. 57
Штанько В.Г. 191
Шубочкина Т.А. 71
Шумилов Л.А. 97
Шунейко В.С. 184
Шура-Бура Р.М. 68, 73, 305, 308
Щепкина В.М. 279
Щербаков С.В. 106
Щербаков Ю.А. 88
Щесняк С.С. 171
Шулейкин М.В. 59
Щукин А.Н. 84
Эйлер 3, 14, 84
Эпштейн В.Л. 221
Эпштейн Л.Е. 254
Эшби У.Р. 43, 179
Юнгер И.Б. 105, 107
Юргенсон Р.И. 27, 92
Юревич Е.И. 12, 25-26, 31
Юрков Е.Е. 44
Юрков Ю.А. 199
Юров Ю.Я. 87
Юсупов Р.М. 3-7, 16, 24-26, 30, 33-41, 44, 82, 102, 157, 165, 173-175, 276-282
Юсупова Е.Н. 293
Ющенко А.С. 280
Яблонский С.В. 5, 241
Явор А. 117
Яворский В.Н. 140
Яглом А.М. 44
Якоби Б.С. 3
Яковенко Н.Г. 142
Яковлев А.А. 174, 185
Яковлев А.В. 97, 330
Яковлева В.А. 71
Яковлев В.Б. 6, 9-32, 84-119, 283-296
Яковлев В.В. 97
Яковлев С.А. 115
Яковлева М.А. 224
Якубович В.А. 21-22, 25-26, 44, 79-83, 97, 185-186
Янковский Л.Н. 188
Ян Си Зен 268
Янушкевич В.Е. 205
Ярошенко А.В. 195
Ястржемский Н.Ф. 10
Яфраков М.Ф. 166
Яшин А.М. 20, 178, 333-334, 336-337

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие редактора (<i>чл.-кор. РАН Р.М. Юсупов</i>).....	3
ЧАСТЬ I. О РАЗВИТИИ КИБЕРНЕТИКИ И ИНФОРМАТИКИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ	
О вкладе Петербургских ученых в формирование и развитие теории автоматического управления (<i>Яковлев В.Б.</i>).....	9
Развитие информатики и информационных технологий в Санкт-Петербурге (Ленинграде) (<i>Юсупов Р.М.</i>).....	33
50 лет секции кибернетики Санкт-Петербургского Дома Ученых РАН (<i>Игнатьев М.Б., Волкова В.Н., Куберская Н.А.</i>).....	42
Школьной информатике в Ленинграде (Санкт-Петербурге) – четверть века (<i>Игнатьев М.Б., Вус М.А.</i>).....	49
ЧАСТЬ II. ДОСТИЖЕНИЯ НАУЧНЫХ ШКОЛ И КОЛЛЕКТИВОВ	
Развитие информационной техники и теории управления в Политехническом институте в первой половине XX века (<i>Кнорринг В.Г.</i>).....	56
Из истории отделения информатики математико-механического факультета Санкт-Петербургского университета (<i>Мартыненко Б.К.</i>).....	63
Научная школа по теоретической кибернетике В.А. Якубовича в Санкт-Петербургском (Ленинградском) университете (<i>Фрадков А.Л.</i>).....	79
Научно-педагогические школы СПбГЭТУ в области систем и средств автоматического управления и обработки информации (<i>Яковлев В.Б., Кузьмин Н.Н.</i>).....	84
О развитии кибернетики и информатики в Государственном университете аэрокосмического приборостроения (<i>Крук Е.А.</i>).....	120
Вклад Балтийского государственного технического университета “Военмех” им. Д.Ф. Устинова в развитие информатики и кибернетики (<i>Ипатов О.С., Загаивили Ю.В., Веселов В.А., Керножицкий В.А.</i>).....	131
Информатика и кибернетика в работах Ленинградского института информатики и автоматизации АН СССР (1974–1990 гг.) (<i>Пономарев В.М.</i>).....	143
История развития кибернетики и информатики в Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского (1941–2006 гг.) (<i>Гончаревский В.С., Калинин В.Н., Кромский Б.В., Полетаев А.М., Рыбаков И.В.</i>).....	164
ФГУП «НПО «Импульс» и информационно-вычислительные системы управления сложными объектами (<i>Михайлов Б.Г., Петухов В.Е., Александров А.М.</i>).....	176

Кибернетические исследования и разработки в ОАО «НПП «Радар ммс» (Сарычев В.А.).....	179
Прикладные исследования и разработки ЦНИИ «Электроприбор» в области автоматического управления (Колесов Н.В., Савик В.Ф., Степанов О.А., Челпанов И.Б.)	202
Часть III. ВЫДАЮЩИЕСЯ УЧЕНЫЕ	
Академик Жорес Иванович Алфёров: Гражданин. Ученый. Патриот (Вус М.А.)	212
Исследования Леонида Витальевича Канторовича в области программирования в 1950-х годах (Романовский И.В.)	220
«КИБЕР-БЕРГ»: Академик Аксель Иванович Берг (Вус М.А.).....	226
Академик Воронов Авенир Аркадьевич (Игнатъев М.Б.).....	242
О Евгении Павловиче Попове (Юсупов Р.М.)	276
Александр Александрович Вавилов – ученый, педагог, организатор науки и высшей школы (Яковлев В.Б.)	283
Владимир Иванович Зубов (Овсянников Д.А., Хитров Г.М.)	297
Святослав Сергеевич Лавров (Агамирзян И.Р.).....	304
Владимир Иванович Сифоров (Вус М.А.)	309
О Викторе Ильиче Варшавском (Розенблюм Л.Я.)	317
Тарас Николаевич Соколов (Кракау Т.К.)	331
Об авторах	338
Именной указатель	340

Научное издание

ИСТОРИЯ ИНФОРМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ (ЛЕНИНГРАДЕ)

Выпуск 1

Яркие фрагменты истории

Утверждено к печати

*Ученым советом Санкт-Петербургского
института информатики и автоматике РАН*

Редактор издательства *Н. А. Калинина*

Оригинал-макет подготовлен в СПИИРАН *С.Л. Кузьминой*

Лицензия ИД № 02980 от 06.10.2000

Сдано в набор 07.08.2008. Подписано к печати 25.12.2008.

Формат 70×90/16. Бумага

Гарнитура Таймс. Печать

Печ.л. 22,25. Уч.-изд.л. 34,0.

Тираж 500. Тип. зак. №

Санкт-Петербургская издательская фирма “Наука” РАН

199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, 1

E-mail: main@nauka.nw.ru

Internet: www.naukaspb.spb.ru

ISBN 978-5-02-025358-2



9 785 020 253582