

*«Я предчувствую, что россияне когда-нибудь,
а может быть, при жизни нашей
пристыдят самые просвещенные народы
успехами своими в науках, неутомимостью в трудах и
величием твердой и громкой славы»*

Петр Первый

Ч А С Т Ь II

ДОСТИЖЕНИЯ НАУЧНЫХ ШКОЛ И КОЛЛЕКТИВОВ

**Развитие информационной техники и теории управления
в Политехническом институте в первой половине XX века**

**Из истории отделения информатики математико-механического
факультета Санкт-Петербургского университета**

**Научная школа по теоретической кибернетике В.А. Якубовича
в Санкт-Петербургском (Ленинградском) университете**

**Научно-педагогические школы СПбГЭТУ в области систем и средств
автоматического управления и обработки информации**

**О развитии кибернетики и информатики в Государственном
университете аэрокосмического приборостроения**

**Вклад Балтийского государственного технического
университета «Военмех» им. Д.Ф. Устинова
в развитие информатики и кибернетики**

**Информатика и кибернетика в работах Ленинградского института
информатики и автоматизации АН СССР (1974–1990 годы)**

**История развития кибернетики и информатики
в Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского (1941–2006 годы)**

**ФГУП «НПО «Импульс» и информационно-вычислительные системы
управления сложными объектами**

Кибернетические исследования и разработки в ОАО «НПП «РАДАР ММС»

**Прикладные исследования и разработки ЦНИИ «Электроприбор»
в области автоматического управления**

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ И ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ В ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

Для понимания событий, о которых пойдет речь, следует вспомнить основные вехи истории Политехнического института, который был основан в 1899 г., а свою работу начал в 1902 г. в составе четырех образованных в его структуре отделений: одного экономического и трёх технических (кораблестроительного, металлургического и электромеханического). В последующем состав отделений менялся, а с 1918 г. они были переименованы в факультеты.

С 1930 по 1934 г. Ленинградский политехнический институт был разделён на ряд самостоятельных отраслевых институтов, в частности, Электромеханический факультет стал Ленинградским электромеханическим институтом (ЛЭМИ), а Физико-механический факультет – Физико-механическим институтом. Единый институт был воссоздан в 1934 г. и получил новое название: Ленинградский индустриальный институт (ЛИИ); прежнее имя – ЛПИ имени М.И. Калинина – было возвращено ему в 1940 г. В годы перестройки Политехнический институт стал техническим университетом, затем он получил нынешнее имя: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Разумеется, на наименовании института сказывались и все переименования города.

В годы, когда создавался Петербургский политехнический институт, информационная область техники была ещё слабо развита. Поэтому неудивительно, что создававшийся институт был ориентирован исключительно на материальное производство и энергетику. Это видно даже из названий его первых технических отделений. Нужно сказать, что энергетическая ориентация сохранилась и сейчас; так, в газете «Политехник» от 20 марта 2008 г. можно прочесть: *«Ректор подчеркнул, что лицо Политехнического университета – энергетика...»*.

Однако уже в первые годы существования института стали появляться ростки информационной техники – таково было требование времени в начале XX в. Один из организаторов Политехнического института, знаменитый кораблестроитель Алексей Николаевич Крылов (позже, в 1916 г. избранный академиком) уже в 1904 г. разрабатывал свой дифференциальный анализатор, а в 1911–1914 гг. испытывал и улучшал его. В американской литературе, заметим, создателем дифференциального анализатора считают Ванневару Буша, построившего механический вариант такого устройства только в 1931 г.

Яркой личностью был Александр Алексеевич Чернышёв, окончивший Электромеханическое отделение Политехнического института в составе первого выпуска 1907 г. (в 1932 г. он стал академиком). А.А. Чернышев руководил Техническим отделом Ленинградского физико-технического института, который при его непосредственном участии был преобразован в Ленинградский электрофизический институт (ЛЭФИ). Он же курировал создание Института телемеханики (НИИТ), выделившегося в конце 1932 г. из ЛЭФИ (в 1935 г. НИИТ был переименован во Всесоюзный НИИ

телевидения). Телемеханика, по-видимому, явилась одной из первых областей (после электрической связи), внёсших впоследствии свой вклад в кибернетику. Что же касается Чернышёва, то его имя ещё неоднократно будет упомянуто в моем рассказе.

Выпускник Электромеханического отделения 1913 г. Александр Александрович Солодовников с 1914 г. работал в Военно-морском отделе завода Эриксона (впоследствии «Красная заря»). Он разрабатывал электромеханические автоматы для решения математических задач и приборы для синхронной передачи движения на большие расстояния, в частности для синхронного перемещения артиллерийских орудий. Он также принимал участие в организации НИИ телемеханики.

В 1928/1929 учебном году А.А. Солодовников сделал доклад на семинаре студенческого научного кружка Электромеханического факультета ЛПИ с примечательным названием «Телемеханика как наука». Это была своевременная заявка (телеуправление и телеметрия в энергосистемах начали применяться всего за несколько лет до этого, в 1921–1922 гг.). Имеются сведения о том, что А.А. Солодовников организовал в Политехническом институте специализацию по телемеханике.

Поскольку А.А. Солодовников, в отличие от своих однофамильцев, сегодня незаслуженно практически полностью забыт, имеет смысл привести библиографические данные о книжных публикациях, свидетельствующие о его вкладе в науку: Солодовников А.А. «Элементы телемеханики. Реле и синхронные передатчики». Л.: КУБУЧ, 1931. 202 с. (Отпечатано на стеклографе ЛИТМО), Солодовников А.А. и Арутюнов В.О. «Телеметрические устройства. Конспект части лекций». Л.: ЛЭМИ, 1934. 83 с. (Отпечатано на стеклографе), Солодовников А.А. «Основы телемеханики и автоматики». Л.: КУБУЧ, 1935. 404 с., Солодовников А.А. «Основные методы селектирования в телемеханике». Л.-М.: Оборонгиз, 1939. 116 с.

В том же выпуске электриков 1913 г. окончил политехнический институт другой энтузиаст телемеханики – Марк Львович Цуккерман. Он преподавал в ЛЭМИ до 1932 г., затем перешёл в ЛЭТИ, где участвовал в организации кафедр телемеханики и автоматики. М.Л. Цуккерман был также первым директором созданной в 1929–1930 гг. Отраслевой лаборатории измерений (ОЛИЗ), давшей стране ряд оригинальных разработок в области телеметрии.

Работы Цуккермана и Солодовникова были продолжены выпускниками ЛЭМИ Лавром Николаевичем Штейнгаузом, Константином Борисовичем Карандеевым, Валентином Осиповичем Арутюновым, Андреем Владимировичем Фремке и Верой Владимировной Ковалевской. Все они – выпускники специализации, возглавлявшейся Е.Г. Шрамковым (в настоящее время это – кафедра Измерительных информационных технологий факультета технической кибернетики, руководит ею Галина Фёдоровна Малыгина).

В 1934 г. В.О. Арутюнов создал в ЛЭМИ лабораторию телеизмерений, в 1940 г. защитил кандидатскую диссертацию по телеизмерительной тематике. А.В. Фремке с 1949 по 1978 гг. возглавлял в ЛЭТИ кафедру, в коллективе которой до сих пор существует научная школа телеметрии. К.Б. Карандеев в послевоенные годы работал в Институте машиноведения и автоматики АН УССР (в г. Львове), а затем основал Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения АН СССР, а также кафедры измерительных информационных систем в Новосибирском электротехническом институте и автоматизации физико-технических измерений в Новосибирском государственном университете. Он же выступил одним из создателей научного журнала «Автометрия». К.Б. Карандеев был избран членом-корреспондентом Академий Наук СССР и Украинской ССР.

Примерно до 1931–1932 гг. работы в области информационной техники выполнялись одиночками-энтузиастами. Но после этого рубежа политехники и внутри института, и за его пределами развёртывают интенсивную деятельность, направленную

на выделение различных информационных направлений техники в самостоятельные подразделения и организации.

Как уже отмечалось, в 1932 г. из созданного А.А. Чернышёвым Ленинградского электрофизического института был выделен Институт телемеханики (НИИТ), через несколько лет изменивший название, но специалисты, занимавшиеся телемеханикой, продолжили свою деятельность.

В ЛЭМИ 25 октября 1933 г. была открыта специальность широкого профиля «Автоматизация и телемеханизация энергетических установок и промышленных предприятий», а буквально через несколько дней создана соответствующая кафедра, которую возглавил выпускник Электромеханического отделения института 1914 г. Борис Иосифович Доманский. В настоящее время это – кафедра автоматики и вычислительной техники факультета технической кибернетики, работающая под руководством Виктора Фёдоровича Мелехина. В то время ещё приходилось доказывать необходимость постановки образования в области автоматики как таковой, а представления о единстве информационной области техники совсем не было. Это видно, например, из того, что в ЛЭМИ кафедра автоматики оказалась на *промышленно-энергетическом* факультете, а близкая к ней по содержанию инженерного образования кафедра электрических измерений (Евгения Георгиевича Шрамкова) – на *электротехническом*, вместе с такими далёкими от информационной проблематики специальностями как электро-аппаратостроение и электрическая изоляция.

Вышедший в те годы сборник статей «Пути развития телемеханики» (М.-Л., 1934) хорошо показывает состояние всей области в то время. Приведём перечень (возможно, неполный) статей, опубликованных в этом сборнике политехниками:

Инженер А.А. Солодовников. «Телемеханические системы и их элементы»;

Профессор Б.И. Доманский. «Пути развития телемеханики в энергетических системах»;

Инженер В.Г. Дранников. «Роль телемеханизации и автоматизации в металлообрабатывающей промышленности»;

Инженер В.Г. Дранников. «Электронные и ионные приборы на службе телемеханики»;

Инженер К.Б. Карандеев. «Пути развития телеметрии в СССР»;

Профессор Б.И. Доманский. «Вопросы подготовки кадров в связи с проблемой телемеханизации и автоматизации народного хозяйства».

В этом перечне, наряду с именами уже упоминавшихся выше авторов – А.А. Солодовникова, Б.И. Доманского, К.Б. Карандеева – встречается имя ещё одного политехника – Василия Гавриловича Дранникова, впоследствии (с 1958 по 1974 гг.) возглавлявшего в ЛПИ кафедру электрооборудования промышленных предприятий; в настоящее время это кафедра систем автоматического управления факультета технической кибернетики, работающая под руководством Игоря Михайловича Семёнова.

Интересно отметить два высказывания из названного сборника, одно – критическое, а другое в какой-то степени – мировоззренческое. Вот слова из второй (по приведённому выше перечню) статьи В.Г. Дранникова: «*К великому сожалению, у нас в Союзе практическому применению этих [электронных и ионных] приборов уделяют недостаточно внимания*». Вероятно, можно было бы говорить и о большем – о недостаточном внимании ко всей информационной технике по сравнению с машиностроением и энергетикой. Такая расстановка приоритетов, очевидно, стала одной из причин, которые уже в послевоенное время привели к нарастающему отставанию в этой области.

А вот слова из статьи К.Б. Карандеева: «... можно утверждать, что телеконтр-роль (в частности телеметрия), являющийся как бы нервной системой любой телемеханической установки, является первым, основным и важнейшим звеном в телеме-

ханизации и автоматизации народного хозяйства». Это уподобление технического информационного устройства нервной системе задолго не только до Винера, но и до Мак Каллока с Питтсом, можно считать поистине пророческим.

Возвращаясь к событиям 30-х гг., отметим, что в июне того же 1934 г. решением Президиума Академии Наук СССР была создана – под председательством политехника, академика А.А. Чернышёва – Комиссия телемеханики и автоматики (КТА) в составе 18 секций. В мае 1935 г. ею совместно с Госпланом была созвана I Всесоюзная конференция по автоматике и телемеханике. Эта КТА после ряда реорганизаций превратилась в Институт автоматики и телемеханики АН СССР.

В 1936 г. стал выходить академический журнал «Автоматика и телемеханика». Его ответственным редактором стал Александр Александрович Чернышёв. В состав редакционного совета вошёл ряд политехников: академик В.Ф. Миткевич, члены-корреспонденты М.В. Кирпичёв и М.А. Шателен, профессора Г.П. Кульбуш и В.К. Попов (основатель нынешней кафедры систем автоматического управления). Среди членов КТА, перечисленных в первом номере журнала, тоже было немало политехников: академики Н.Н. Павловский, Н.Н. Семёнов, М.В. Шулейкин; профессора Б.И. Доманский, К.Б. Карандеев, А.А. Солодовников, Е.Г. Шрамков.

В ЛИИ в том же 1936 г. состоялся первый выпуск «*сильноточных автоматчиков*» – так специалисты этого нового профиля были названы в приказе по институту. Как видно, автоматика (вышедшая к этому времени на первый план по сравнению с телемеханикой) была на Электромеханическом факультете ЛИИ основательно привязана к энергетике. Об этом же свидетельствует и название ряда монографий Б.И. Доманского: «Централизованное управление электрическими устройствами и системами» (1933); «Автоматическое управление электрическими устройствами и системами» (1938); «Автоматизация энергетических установок» (1939).¹

В сложной структуре Политехнического – Индустриального института работы в области автоматического управления проводились в различных подразделениях и имели различную направленность. Как уже было сказано, в ЛЭМИ и на Электромеханическом факультете ЛИИ эти работы велись специализированной кафедрой (кафедрой Б.И. Доманского) и имели преимущественно прикладной характер, ориентированный на электроэнергетику. Однако в той же области, но с преимущественной ориентацией на электропривод, работала и кафедра электрооборудования промышленных предприятий. Её руководитель Владимир Константинович Попов в 1935 г. по совместительству работал в Институте автоматики и телемеханики АН СССР. Им написан ряд интересных книг по данной тематике, в частности, «Основы автоматики электропривода»² (1938) и «Элементы электроавтоматики» (1947).

Нужно отметить ещё, что в 1938–1942 гг. в ЛИИ – ЛПИ преподавал Борис Степанович Сотсков, известный специалист по техническим средствам автоматики. Издательство ЛИИ в 1935 г. выпустило в свет его книгу «Регулятор». Впоследствии широкое распространение получила другая его книга «Элементы телемеханической и автоматической аппаратуры» (1950).

Учёных Механического факультета ЛИИ автоматизация интересовала с позиций машиностроительных технологий. В 1934 г., как указано в статье «Кетов» энциклопедического издания «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» (СПб, 2006), Хрисанфом Фёдоровичем Кетовым была организована кафедра

¹ Ряд интересных материалов по истории кафедры можно найти в юбилейном издании «Кафедра автоматики и вычислительной техники» // Редакторы Л.В. Бабко и В.Ф. Мелехина, вышедшем в свет в издательстве СПбГПУ в 2003 году.

² Книга была написана в соавторстве с Д.В. Васильевым.

«Машины-автоматы и полуавтоматы».³ Она сохранилась до настоящего времени как кафедра «Автоматы» механико-машиностроительного факультета.

На Энергомашиностроительном факультете ЛИИ кафедру Гидравлических машин возглавлял Иван Николаевич Вознесенский. Наряду с работами в области гидромашиностроения, ему принадлежат ряд трудов по теории автоматического регулирования. Так, например, хорошо известны его статьи «О регулировании машин с большим числом регулируемых параметров» («Автоматика и телемеханика», 1938, № 4–5) и более поздняя работа «О принципах и схемах автоматического регулирования» («Прикладная математика и механика», 1942, т. 6, вып.1). В послевоенное время И.Н. Вознесенский организовал в Кораблестроительном институте кафедру «Автоматическое регулирование».

Иван Иванович Кириллов, крупный специалист по паровым и газовым турбинам, тоже занимался вопросами регулирования. В ЦКТИ он организовал лабораторию автоматического регулирования, а по результатам исследований написал монографию «Автоматическое регулирование паровых турбин» (1938). Эта монография была одной из первых в стране.

Интересно, что книги Б.И. Доманского, В.К. Попова, И.И. Кириллова по автоматическому управлению в различных областях техники, а также и первая из названных статей И.Н. Вознесенского, вышли в одном и том же 1938 г. Видимо, проблема к этому времени действительно назрела. В какой-то степени символично, что в том же году по кафедре Доманского окончил ЛИИ Авенир Аркадьевич Воронов, будущий академик и автор известных монографий и учебников по теории автоматического управления.

Но если на факультетах энергетического и машиностроительного профиля работы по автоматизации носили в значительной степени прикладной характер, то учёные физико-механического факультета развивали теорию управления в математическом плане как раздел теоретической механики.

Выдающийся механик Евгений Леопольдович Николаи работал во многих учебных заведениях. В 1930 г. при реорганизации ЛПИ он, будучи профессором и деканом физико-механического факультета, стал заведовать отделением технической механики Физико-механического института и создал в рамках специализации механики новый профиль подготовки: «Динамические явления в машинах и механизмах». Большая часть его научных трудов относится к теории упругости, гироскопам, вибрациям механических систем. Исключением можно назвать книгу «Регулирование машин» (1930), подготовленную по материалам лекций, прочитанных Е.Л. Николаи в ЛПИ в 1927 и 1928 гг. Но и в этой книге Е.Л. Николаи остаётся механиком. Он анализирует вполне конкретные конструкции центробежных регуляторов, подходя к ним как к чисто механическим системам. Пожалуй, информационная точка зрения проскальзывает только в следующем определении (с современных позиций – неточном): «*Приспособление или прибор, который отзывается на угловую скорость главного вала машины, называется регулятором*». Характерна последняя фраза книги: «*Правильнее всего к разрешению вопроса о быстроте сходимости в каждом отдельном случае подходить путём вычислений*». Это говорит о полном отказе от попыток синтеза систем в пользу анализа конкретных решений методами механики. Такая позиция представляется очень далёкой от идей кибернетики.

По-видимому, граничным в развитии математической теории управления можно считать 1937 г., когда вышла первым изданием книга работавшего в Горьковском

³ Однако Гербылева Н.П. и Горюнов Ю.П. в статье «Десять десятилетий Политехнического» годом основания кафедры называют более раннюю дату – 1931 год, а в качестве организаторов кафедры наряду с Х.Ф. Кетовым указывают также профессоров С.В. Вяхирева и Н.И. Колчина // Научно-технические ведомости СПбГПУ, 2002. № 2.

университете А.А. Андропова и С.Э. Хайкина «Теория колебаний» (как известно, имя третьего автора этой работы А.А. Витта было восстановлено только во втором издании, вышедшем в 1959 г.). Эта работа не относилась прямо к теории управления, и тем более никак не была связана с Политехническим институтом. Но она открыла, если можно так выразиться, новый стиль мышления, позволяющий охватить взглядом картину сложного явления в целом.

Из выполненных в 40-х гг. исследований по нелинейной теории регулирования следует отметить книгу политехника Анатолия Исаковича Лурье «Некоторые нелинейные задачи теории автоматического регулирования» (1951), подводившую итоги работам её автора за предшествовавшие семь лет. А.И. Лурье, окончивший физико-механический ЛПИ в 1925 г., тоже был, прежде всего механиком, но теория регулирования была одной из областей его интересов, и он к ней постоянно возвращался. Достижения члена-корреспондента РАН А.И. Лурье в области теории автоматического регулирования кратко сформулированы так: *«Его исследования способствовали широкому распространению операторного подхода в области задач управления объектами с распределёнными параметрами... Внёс большой вклад в разработки в области абсолютной устойчивости, а также в совершенствование языка описания систем управления в пространстве состояний»*.⁴

Помимо телемеханики и автоматического управления, важной областью, вошедшей впоследствии в кибернетику, является теория и практика моделирования. Здесь необходимо упомянуть выдающегося политехника Михаила Викторовича Кирпичёва, автора ряда работ по теории подобия, обобщённых в книге «Моделирование тепловых устройств» (1936). Напомним, что М.В. Кирпичёв входил в редакционный совет журнала «Автоматика и телемеханика» – вероятно, не просто как видный учёный, а как специалист в области, представляющей интерес для журнала. Опять-таки понятно, что теория подобия есть только определённая ступень в развитии науки о моделировании. Но в работах довоенного времени представляет интерес именно обнаружение такого рода ступеней, в совокупности сложившихся в современную кибернетику.

Говоря о научных достижениях политехников в конце первой половины века, нельзя не упомянуть Тараса Николаевича Соколова, поступившего в 1935 г. в аспирантуру по кафедре В.К. Попова и получившего в 1948 г. Сталинскую премию за создание серии копировально-фрезерных станков. В издании, посвященном юбилею факультета технической кибернетики СПбГПУ, эти станки названы предшественниками станков с числовым программным управлением; однако представляется, что в те годы философам техники казалось, что будущее – за жёсткой автоматизацией, *«системами машин»*.⁵

В 1948 г. Т.Н. Соколов работал ещё на электромеханическом факультете (на кафедре Б.И. Доманского). Но уже в следующем году на Физико-механическом факультете была создана кафедра автоматического управления движением, которую до 1952 г. возглавлял Георгий Николаевич Никольский. В 1952 г. эта кафедра вошла в состав нового радиотехнического факультета и под руководством Т.Н. Соколова впоследствии добилась впечатляющих результатов в развитии вычислительных и управляющих устройств. В настоящее время это кафедра информационных и управляющих систем факультета технической кибернетики, возглавляемая Игорем Георгиевичем Черноруцким.

⁴ Санкт-Петербургский государственный политехнический университет: Биографии. СПб.: Гуманистика, 2006.

⁵ К 25-летию факультета технической кибернетики / Под ред. Т.К. Кракау, И.Г. Черноруцкого. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002.

Последний год первой половины XX в. ознаменовался выходом в свет фундаментального учебного пособия Б.И. Доманского «Введение в автоматику и телемеханику» (1950), в котором автор попытался охватить с некоторых общих позиций все виды автоматических и телемеханических устройств. При разработке необходимой для этого системы понятий и терминов он взял за образец теорию механизмов и машин (примерно так же, как за 120 лет с лишним до этого Георг Ом, создавая теорию электрических цепей, опирался на уже существовавшую теорию теплопроводности).

К определению механизма, принадлежащему И.И. Артоболовскому «... *кинематическая цепь, в которой при заданном движении одного или нескольких звеньев... все остальные звенья имеют вполне определённые движения*», Б.И. Доманский дал такой комментарий: «... *в механизме связываются между собой тела (звенья кинематической цепи), а в автоматическом устройстве – операции (процессы)*».

Эта идея представляется чрезвычайно важной именно с позиций кибернетики, провозглашающей единство информационных процессов независимо от их физического воплощения. Однако при дальнейшем развитии теории автоматического управления многие понятия и термины, введённые Б.И. Доманским, не получили распространения.

Таким образом, уже в первой половине XX века, ещё до того как в нашей стране стали известны идеи кибернетики, в Политехническом институте был развит ряд научных направлений, относящихся к теории и практике автоматического управления, телемеханике, моделированию. Эти работы велись на разных факультетах и кафедрах, зачастую независимо друг от друга.

Дальнейшее развитие отдельных ветвей кибернетики в Политехническом институте во второй половине прошлого и начале наступившего века требует отдельного и более подробного рассмотрения.

* * *

ИЗ ИСТОРИИ ОТДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАТИКИ МАТЕМАТИКО-МЕХАНИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

*«Tempera mutantur et nos
mutatur in illis».*

*– Времена меняются,
и мы меняемся вместе с ними.*

Франкский император Лотар I (IX в.н.э.)

Отделение информатики в составе Учебно-научного центра математики, механики и астрономии Санкт-Петербургского университета по инициативе декана Геннадия Алексеевича Леонова было учреждено решением ученого совета математико-механического факультета от 23 марта 2000 г. Отделение создавалось в составе двух кафедр: кафедры информатики (математического обеспечения ЭВМ), образованной еще в 1970 г., и кафедры системного программирования, созданной в 1996 г. Несколько позже в отделение информатики вошла вновь образованная кафедра параллельных алгоритмов.

Это решение ученого совета, приуроченное к 30-летию кафедры информатики, готовилось задолго до этого и не только в стенах факультета или университета. Невозможно охарактеризовать развитие информатики в ЛГУ–СПбГУ вне общего исторического контекста развития этой области в СССР и России и оценки основополагающей роли тех, кто стоял у истоков компьютерного дела в Санкт-Петербургском университете и определил направление его развития на долгие годы вперед. (Настоящий обзор подготовлен с использованием авторских материалов А.Н. Балуева, С.С. Лаврова, И.В. Романовского, Г.С. Цейтина и материалов, размещенных в сети Интернет).

Два имени должны быть названы, прежде всего, это Андрей Андреевич Марков и Леонид Витальевич Канторович. В области информатики первое имя олицетворяет математическую логику и теорию алгоритмов, второе – программирование.

А.А. Марков (9(22).09.1903, Петербург – 11.10.1979, Москва) окончил Ленинградский университет в 1924 г. и там же работал в 1933–1955 гг., с 1936 г. в должности профессора. С 1939 г. Андрей Андреевич Марков работал в Математическом институте имени В.А. Стеклова АН СССР, а с 1959 г. он профессор Московского университета. Основными и наиболее известными являются труды А.А. Маркова по топологии, топологической алгебре, теории динамических систем, теории алгорифмов и конструктивной математике. Он доказал неразрешимость проблемы гомеоморфизма в топологии, создал школу конструктивной математики и логики в СССР, он автор понятия нормального алгорифма. В 1969 г. А.А. Марков был удостоен премии имени П.Л. Чебышёва АН СССР, награжден высокими правительственными наградами.¹

¹ Математический энциклопедический словарь. М., 1988. С. 722.

Менее официозная, но более интересная справка была процитирована С.С. Лавровым из книги А.А. Маркова и Н.М. Нагорного «Теория алгорифмов», выпущенной издательством Фазис в 1996 г.. Вот его выписки:

«Марков-младший был сыном знаменитого русского математика Андрея Андреевича Маркова (старшего, 14.06.1856 – 20.07.1922).

...в 1919 г. поступил вольнослушателем на химическое отделение физико-математического факультета Петроградского университета. Через некоторое время он переходит на физическое отделение того же факультета и заканчивает его в 1924 г.

С 1925 г. Марков – аспирант, а затем (с 1928 по 1935 гг.) – научный сотрудник Астрономического института (впоследствии это ИТА–ИПА, как подчеркнул в своих записях С.С. Лавров)².

...им выполнен ряд замечательных работ по небесной механике.

В 1935 г. ему без защиты диссертации присуждается ученая степень доктора физико-математических наук, а в 1936 г. он становится профессором Ленинградского университета.

4 апреля 1979 г. состоялся 20-летний юбилей кафедры математической логики МГУ, основанной А.А. Марковым в 1958 г. и бессменно руководимой им до последних дней жизни.

...однажды, – еще при жизни Сталина, Марков вдруг «сорвался» на заседании философско-методологического семинара...: «Нельзя же всю жизнь повторять глупость, которую однажды сказал Энгельс!» (Это был семинар ЛОМИ, которое в те годы возглавлял А.А. Марков – подчеркнуто С.С. Лавровым).

Декабрь 1955 г. – переезд Маркова в Москву.

30 ноября 1960 г. бюро Отделения физико-математических наук приняло Постановление о целесообразности создания Института кибернетики. Марков ... намечался на пост директора института. Организация института не состоялась».

Л.В. Канторович (6(19).01.1912, Петербург – 07.04.1986, Москва) окончил Ленинградский университет в 1930 г., с 1932 по 1934 г. преподаватель, а с 1934 по 1960 гг. профессор ЛГУ, в 1958–1971 гг. работает в Сибирском отделении АН СССР, в 1958 г. был избран членом-корреспондентом, а в 1964 г. – действительным членом АН СССР. В 1971–1976 гг. Л.В. Канторович продолжает трудовую деятельность в Институте управления народным хозяйством Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике, а с 1976 г. – во Всесоюзном научно-исследовательском институте системных исследований Госплана и АН СССР.

Первые научные труды Л.В. Канторовича относились к теории проективных множеств. В функциональном анализе он ввел и изучил класс полуупорядоченных пространств (*K*-пространств). Он впервые применил функциональный анализ в вычислительной математике, развил общую теорию приближенных методов, построил эффективные методы решения операторных уравнений. В 1939–1940 гг. Л.В. Канторович положил начало линейному программированию – теории и методам решения экстремальных задач с ограничениями. Эти исследования способствовали созданию теории оптимального планирования и управления экономикой. (Следует отметить, что разработанные им методы линейного программирования работают не только в экономике, но и непосредственно в самом программировании. Например, они с успехом используются в задачах оптимизации выходных кодов компиляторов, при автоматической генерации оптимальных тестов и др.)

² Перечитывая написанное, я удивился совпадению, что и А.А. Марков, и С.С. Лавров, и П. Наур, известный программистам как редактор «Пересмотренного сообщения об Алголе 60», и пишущий этот очерк, в разное время имели отношение к небесной механике, причём три последних лично сотрудничали на поле информатики.

Леонид Витальевич Канторович доктор наук и почетный член двух десятков университетов и научных обществ. Его плодотворный труд был отмечен Государственной премией СССР в 1949 г. и Ленинской премией в 1965 г., а также Нобелевской премией в области экономики в 1975 г. Л.В. Канторович был удостоен многих правительственных наград.³

В 1955 г. в академическом журнале «Вопросы философии» появилась статья, снявшая клеймо «буржуазной лженауки» с кибернетики, а с дисциплины «программирование» – гриф секретности.

Начало преподавания программирования на математико-механическом факультете Ленинградского государственного университета было положено в 1953 г. В то время первые отечественные ЭВМ – «БЭСМ» и «СТРЕЛА» (первая работала в Академии наук СССР, вторая – в Московском университете) были большим государственным секретом, и их марки проносились шепотом людьми, имеющими специальный допуск.

Л.В. Канторович разработал и прочёл для сотрудников ЛОМИ имени В.А. Стеклова⁴ и аспирантов математико-механического факультета университета первый курс программирования для специально придуманной им абстрактной одноадресной машины. (Выбор им такого типа машины оказался весьма прозорлив; как показал ход истории, именно одноадресной стала первая реальная ЭВМ «УРАЛ-1», появившаяся позже в ЛГУ.) А с начала 1954/55 учебного года эти лекции стали основой специального курса по программированию, который начал читать доцент А.Н. Балувев для студентов недавно открытой на математико-механическом факультете ЛГУ кафедры вычислительной математики.

Александр Николаевич Балувев родился в 17.08.1923 г.; участник Великой Отечественной войны, он ушел на фронт в 1941 г. (в первые дни войны) после окончания первого курса матмеха, вернулся на факультет в 1945 г. после Победы и окончил его в 1949 г.

Первым заведующим кафедрой вычислительной математики был Владимир Иванович Крылов, будущий академик АН БССР, а с 1956 по 1960 гг. кафедру возглавлял Л.В. Канторович.

В 50–60-е гг. группа математиков выполнила в ЛОМИ под руководством Л.В. Канторовича ряд разнообразных исследовательских работ. В их числе можно упомянуть развитие в «ПРОРАБ'-ах» (производителях работ) идеи крупноблочного программирования, разработку «К-ЯЗЫКА» и системы программирования на его базе. До изобретения польской формы при программировании выражений в компиляторах использовались «четверки», предложенные Л.В. Канторовичем в его статье «Об одной математической символической, удобной при проведении вычислений на машинах», опубликованной в сборнике ДАН СССР в 1957 г. В этой группе математиков уже в то время фактически началась эксплуатация идей интерпретаторов и производство математических выкладок на ЭВМ.

Первую практику работы на реальной ЭВМ для восьми выпускников кафедры вычислительной математики ЛГУ удалось организовать в сентябре 1957 г. на машине «СТРЕЛА» в Вычислительном центре МГУ. Имена выпускников первых лет хорошо известны на математико-механическом факультете, это: И.Л. Братчиков, А.И. Воронкова, И.К. Даугавет, В.А. Даугавет, О.К. Даугавет, В.Н. Иголкин, А.Б. Ковригин, Е.В. Никифорова, С.Я. Фитиалов, И.В. Царицына, Н.А. Шидловская и другие. Большинство из них стали первыми научными сотрудниками Вычислительного центра ЛГУ, а впоследствии преподавателями различных кафедр университета.

³ Там же. С. 697.

⁴ Ныне ЛОМИ РАН — Санкт-Петербургское отделение математического института Российской академии наук.

Первую собственную ЭВМ «УРАЛ-1» математико-механический факультет получает в 1958 г. Её установкой и эксплуатацией занялись недавние выпускники физического факультета ЛГУ: К.М. Белова, В.Н. Баконин, А.М. Шауман и другие. В сравнении с механическими арифмометрами, использовавшимися студентами в вычислительной практике, у неё было фантастическое быстродействие 50–100 операций в секунду. Первопроходцем в освоении этой первой реальной вычислительной машины в ЛГУ стал А.Н. Балуев.

Незадолго до этого в Научно-исследовательском институте математики и механики ЛГУ (НИИММ) организуется «Вторая проблемная лаборатория» – будущий Вычислительный центр (ВЦ) университета. Его организаторы – доценты кафедры вычислительной математики А.Н. Балуев и М.К. Гавурин (16.11.1911–11.04.1992), которые по совместительству на общественных началах были и первыми директорами ВЦ ЛГУ, опасались, что при такой вычислительной мощности все задачи будут решены за несколько недель, и машина скоро окажется в простое. Но научные расчеты и студенческие работы легко поглотили полезное время, которое можно было «выжать» из этой ламповой машины, учитывая, что примерно половина времени уходила на профилактические и ремонтные работы. Кроме того, много времени затрачивалось на отладку программ, потому что она проводилась непосредственно за пультом машины с двоичной индикацией. Промежуточные результаты считывались обитно непосредственно с неоновых лампочек, отражающих содержимое сумматора или регистра арифметического устройства в двоичном коде с фиксированной запятой. В темное время суток машина напоминала новогоднюю ёлку, увешанную гирляндами с пробегавшими по ним неоновыми огнями. Программу можно было исправлять с пульта, занося двоичные коды с клавиатуры. При этом все исправления приходилось записывать на бумаге с тем, чтобы впоследствии перенести их на зачерненную киноплёнку в виде перфораций или заплата, вырезанных из черной бумажной упаковки из-под фотоматериалов. Только с такой плёнки, склеенной в кольцо, можно было вводить программу или исходные данные в машину. До сих пор помню, как сжималось сердце от страха, что лента разорвется на месте склейки или отлетят заплата, когда со страшным шелестением и свистом начинался ввод программы. Кроме того, такой носитель информации представлял большую опасность, так как воспламенялся, как порох. И был случай, когда однажды ... (но об этом лучше не вспоминать).

Очень скоро стало очевидно, что без диспетчера, распределяющего машинное время, не обойтись; он стал самой важной фигурой в ВЦ.

Надо сказать, что в те времена машины поставлялись «голыми», т. е. вообще без кого-либо программного обеспечения и каких бы то ни было периферийных устройств.⁵ Поэтому сразу же возникла задача написания библиотеки стандартных подпрограмм, включающей хотя бы простейшие математические функции и операции над вещественными числами – не было в арифметическом устройстве этой машины операций с плавающей запятой. Разработкой такой библиотеки занялись первые научные сотрудники ВЦ И.Л. Братчиков, В.Н. Иголкин и С.Я. Фитиалов.

В 60-е гг. ВЦ оснащается новейшей по тем временам вычислительной техникой. Каждая машина требовала целого зала или большой комнаты для своего размещения. Поскольку факультет и ВЦ располагались в старом здании Высших женских Бестужевских курсов (по адресу В.О., 10-я линия, дом 33), то приходилось ломать кирпичные стены, чтобы получить помещение нужной площади. В этом деле охотно уча-

⁵ «Даже во время написания первых трансляторов с АЛГОЛА-60 большой проблемой было обеспечить ввод и вывод буквенно-цифровых данных. А у «БЭСМ-6» долгое время не было внешней памяти на дисках», – отмечал в своих воспоминаниях С.С. Лавров.

твовали студенты и программисты ВЦ. (Следует, однако, отметить, что в то время все они числились по должности в качестве инженеров или старших инженеров.)

В оснащении ВЦ ЛГУ вычислительной техникой как первого поколения (ламповая ЭВМ «М-20» с быстродействием 20 тысяч операций в секунду), так и второго поколения (это уже полупроводниковые ЭВМ «БЭСМ-3М», «М-220», «М-222») большая заслуга принадлежала Георгию Петровичу Самосюку (1921–2003), директору ВЦ с 1961 г. и директору НИИММ с 1963 г. В те времена Ленинградский университет получал новейшую отечественную вычислительную технику часто одновременно с теми предприятиями, у которых в этом вопросе был приоритет.

С ЭВМ «БЭСМ-3М» связан курьезный случай, о котором в свое время писала одна из центральных газет в заметке «Гадкие утята». «Гадкие утята» – это молодые инженеры одного крупного НИИ, которым было поручено испытывать полупроводниковые элементы будущей машины «М-220», проектировавшейся солидным конструкторским коллективом. Дело не ладилось, и сроки выпуска затягивались. Молодые же инженеры за это время полулегально спроектировали и собрали на тех элементах, которые испытывали, свою собственную машину, получившую впоследствии название «БЭСМ-3М». Конструкторы плановой машины, естественно, выступили с заявлением, что неплановое изделие не соответствует ГОСТу, является уродцем, не пригодным к серийному производству. Борьба молодых новаторов со старыми консерваторами, как водилось в то время, вышла на страницы газет. В результате машина молодых инженеров была запущена в серию даже раньше плановой. Пока другие организации колебались, Г.П. Самосюк решительно выписал наряд на покупку. Так ВЦ ЛГУ приобрел первую полупроводниковую машину.

В 70-е гг. на плечи Г.П. Самосюка легли заботы следить за проектированием и строительством комплекса зданий математико-механического факультета, НИИММ и ВЦ в Старом Петергофе. *«Нельзя забывать о его роли в строительстве Петродворцового комплекса: боюсь, что если бы не он, эти здания были бы пригодны для работы лишь по документам»*, – подчеркивал Г.С. Цейтин.

Г.П. Самосюк всегда чутко реагировал на возникающие новые потребности учебно-научного комплекса математики и механики в Петродворце, одним из главных создателей которого он был. Когда закончилось строительство газодинамической лаборатории в Старом Петергофе, он горячо пропагандировал тему автоматизации эксперимента на базе использования вычислительной техники. В период освоения хозяйственно-договорных отношений в СССР Г.П. Самосюк наладил связи с большим количеством предприятий, НИИ, научно-исследовательских институтов АН СССР, вычислительными центрами. Это позволило не только значительно укрепить экономическое положение НИИММ и ВЦ ЛГУ (привлечь новые кадры, оплачивать поездки сотрудников на научные конференции, арендовать машинное время в других ВЦ), но и вовлечь коллектив в разработку новых научных направлений.

Г.П. Самосюк был не просто «менеджером», как это принято называть сегодня, он руководил коллективом, состоящим в основном из молодых людей, о росте и становлении которых в жизни постоянно заботился. Он хорошо понимал, как важно вовремя замечать успехи работающих с ним людей: ввёл обычай премировать сотрудников ВЦ и НИИММ, защитивших диссертации. Для молодых коллег Г.П. Самосюк был наставником и воспитателем, а в трудные моменты жизни всегда приходил на помощь каждому, кто в этом нуждался, и делал это как нечто само собой разумеющееся, по-родительски. Сразу же после ухода в отставку с поста директора он взялся организовывать работы по «пакетам прикладных программ» в НИИММ. К сожалению, в этом он не получил должной поддержки, слишком велика была инерция большинства лабораторий, не желавших признавать требований программирования как самостоятельной дисциплины и отделявавшихся циничными замечаниями вроде: *«а сколько программ*

идет на один пакет?» или «если пакет не сдается [«заказчику» – Г.С. Цейтин], его уничтожают».

В 1960 г. в составе ВЦ ЛГУ образуется лаборатория программирования, автоматизации программирования и программированного обучения, в которой под руководством А.Н. Балуева начинается один из первых в СССР проектов программирующей программы (так тогда назывались компиляторы⁶) с входным языком, напоминающим ФОРТРАН. В работе над этим проектом принимали участие как преподаватели кафедры вычислительной математики, так и ее выпускники, научные сотрудники и инженеры лаборатории программирования, автоматизации программирования и программированного обучения ВЦ ЛГУ. Об этом проекте есть интересная публикация в журнале «Вычислительная техника и вопросы программирования» за 1963 г. (Авторы Балуев А.Н., Балина Г.А., Братчиков И.Л., Иголкин В.Н., Ковригин А.Б., Мартыненко Б.К., Порошин Б.С., Сурин С.С. «Программирующая программа для ЭЦВМ с входным языком типа АЛГОЛ». ЛГУ, 1963.) В 1964 г. проект был завершен, но не смог конкурировать с появившимися к тому времени отечественными трансляторами для международного языка программирования АЛГОЛ-60. Уже были созданы трансляторы ТА-1 (разработка научного коллектива С.С. Лаврова, город Калининград Московской области)⁷, ТА-2 (разработка Отдела прикладной математики МИАН под руководством М.Р. Шура-Бура и Э.З. Любимского, Москва) и несколько позже АЛЬФА-транслятор (разработка группы А.П. Ершова (ВЦ СО АН СССР, Новосибирск). Именно эти трансляторы фактически открыли эру практического использования языков программирования высокого уровня в СССР. Однако, хотя трансляторы ТА-1, ТА-2 и АЛЬФА-транслятор в практическом применении и оттеснили разработку ЛГУ, приобретенный участниками этой разработки опыт пригодился при освоении новых систем программирования в ВЦ ЛГУ как в научных разработках, так и в учебном процессе.

В конце 1964 г. руководителем лаборатории на общественных началах стал Б.К. Мартыненко. Несколько следующих лет (до 1968 г.) лаборатория занималась освоением трансляторов ТА-1, ТА-2 и АЛЬФА, благодаря которым от машинного двоичного (восьмеричного) кодирования программирование в нашей стране шагнуло сразу к языкам программирования высокого уровня (АЛГОЛ-60), минуя этап использования автокодов, или, как это называется теперь, ассемблеров, хотя в то время даже не было нормальных устройств ввода-вывода информации в алфавитно-цифровой форме. В каждом ВЦ центре умельцы-механики находили свой выход из положения. Так, в

⁶ Любопытно отметить, что англоязычная терминология начала проникать в лексикон программистов постепенно и не сразу. Это косвенно свидетельствует о том, что в области вычислительного дела поначалу никакой зависимости СССР от Запада не было. Лишь позже «ЭВМ» превратилась в «компьютер», «программирующая программа» в «транслятор» и «компилятор», «автокод» в «ассемблер», а далее и вовсе пошли «дисплеи», «утилиты», «зашатить» (калька с «*shut down*» – заткнуть, т.е. выключить), и многое другое, что составляет сегодня программистский слэнг, с трудом понимаемый программистами первого поколения.

На это замечание Г.С. Цейтин откликнулся так: «Что такое «зашатить», я не знаю. Видно, стар сlišком!». Относительно ЭВМ – компьютер. Второе слово и правда странно звучит по-русски, и меня долго раздражало. А ещё я вспомнил про различие в этом термине между КНР и Тайванем (не знаю, как сейчас, но несколько лет назад я из любопытства смотрел, как они пишут в Интернете, обычно с параллельными текстами). В КНР: «цзисуаньцзи», т.е. вычислительная машина. На Тайване: «дяньнао», т.е. электромозг. Но, кстати, японцы пишут, как в КНР, только произносят иначе: «кэйсанки». И еще про ЭВМ. Андрей Акоюнц (известный программист из Ростова-на-Дону) когда-то сочинил оду ЭВМ, с повторяющейся строкой «ЭВМ, ЭВМ, ЭВМ!». А кто напишет про «компьютер»? А по поводу термина «файл» шутили, что до сих пор было только 3 русских слова с сочетанием «айл»: кайло, хайло и Задыхайло» (Игорь Борисович, известный русский программист, ныне покойный. – С.С. Лавров).

⁷ «Транслятор был назван ТА-1 несколько позже и не нами, по-моему, с подачи В.М. Курочкина. М.Р. Шура-Бура с Э.З. Любимским явно оплошали, начав нумерацию своих трансляторов с ТА-2», – говорил в связи с этим С.С. Лавров.

ВЦ ЛГУ на первых порах использовались тбилисские телетайпы, удобные в том отношении, что могли печатать на широкой бумажной ленте.

Лишь некоторое время спустя появились ассемблеры, хотя символическое программирование (тогда это называлось программированием в условных адресах) использовалось с самого начала как вид предмашинной подготовки программ. В лаборатории были написаны лексические блоки трансляторов ТА-1 и АЛЬФА, согласованные с местным входным оборудованием, организована служба прохождения программ в пакетном режиме, пополнялись библиотеки стандартных подпрограмм и алгоритмов, обслуживался производственный и учебный процесс, проводились консультации по языку АЛГОЛ-60 и системам программирования.⁸

В тот период совместно с научным сотрудником ВЦ СО АН СССР И.В. Максимеем была исследована система массового обслуживания пользователей ЭВМ в ВЦ ЛГУ, выполнена работа по заказу Госкомитета по науке и технике Совмина СССР, посвященная разработке модели системы обслуживания пользователей ЭВМ. Эта работа в свое время была замечена заказчиком, и два с.н.с. ВЦ ЛГУ В.Н. Иголкин и Б.К. Мартыненко были приглашены на заседание коллегии Госкомитета. (Регистрация в числе присутствовавших на столь высоком мероприятии двух с.н.с. из Ленинградского университета среди министров, руководителей главков, комитетов, объединений, генералов и других высоких чинов выглядела весьма несообразно.)

В 1968 г. после возвращения Б.К. Мартыненко из научной стажировки в A/S Regnecentralen (Копенгаген, Дания), где он изучал проект компилятора GIER ALGOL-4 и разрабатывал программу анализа «post mortem damp» (*посмертной выдачи*) под руководством П. Наура, тематика лаборатории решительно переориентировалась на собственные разработки. Тогда же изменили и название лаборатории и ее состав. С осени 1968 г. она называется лабораторией системного программирования.

В содружестве с лабораторией математической лингвистики и при участии преподавателей кафедры вычислительной математики под научным руководством Г.С. Цейтина началось изучение первоначальных вариантов языка программирования АЛГОЛ-68 и подготовка к его реализации. В тот период Г.С. Цейтин вел активную переписку с членами Рабочей группы 2.1 ИФИП по АЛГОЛУ, вносил предложения по улучшению проекта языка АЛГОЛ-68. С.С. Лавров был членом группы.

Лаборатория математической лингвистики (впоследствии интеллектуальных систем) появилась в результате реорганизации лаборатории машинного перевода, образованной в 1963 г. в составе НИИММ; заведующим лабораторией был назначен к.ф.-м.н. С.Я. Фиталов (1963–1970), а с 1970 по 2000 г. её заведующим и научным руководителем стал ученик А.А. Маркова – д. ф.-м. н. Г.С. Цейтин.

Григорий Самуилович Цейтин окончили матмех ЛГУ в 1956 г. в возрасте 20 лет. Его работы в области теории алгоритмов, конструктивного математического анализа, математической лингвистики, программирования (нестандартные специальные языки без переменных, подходы к логической верификации программ, изучение влияния естественных языков на проектирование языков программирования, методы реализации АЛГОЛА-68, разработка механизма обработки особых ситуаций, анализ тенденций модульности в разработке языков программирования); искусственного интеллекта, инженерии знаний (семантика естественных языков и представление знаний: децентрализованный подход к моделированию естественных языков, формальные структуры для представления знаний – ассоциативные сети, модель понимания естественных языков, основанная на словарном управлении) – короче, работы в области «computer

⁸ Здесь уместно вспомнить организованные И.В. Романовским серии методических материалов по программному обеспечению ЭВМ: «АЛГОЛ - процедуры»; «Описание алгоритмических языков»; «Руководства по трансляторам»; «Сервисные программы» и др.

science» хорошо известны во всем мире. Трудно переоценить его влияние на тех, кто с ним в разное время работал или учился у него. Г.С. Цейтин является признанным авторитетом не только в математической и программистской среде, но известен и широкой научной общественности своими исследованиями роли неправительственных организаций ученых в формировании национальной научной политики. По этой тематике он был руководителем гранта РФФИ для союза ученых, в частности, им был сделан перевод на английский язык трудов конференции по законодательству о науке. Здесь следует особо отметить, что в тот период обстоятельства сложились так, что нужен был качественный перевод и притом очень срочно. И Григорий Самуилович спас положение.

Г.С. Цейтиным опубликовано более 120 научных работ в отечественных и зарубежных изданиях. Он являлся членом математического общества Санкт-Петербурга (с 1960 г.), членом-учредителем Санкт-Петербургского союза ученых, членом правления и ученым секретарем правления этого союза; членом ACM (Association for Computing Machinery – с 1991 г.); членом Российской Ассоциации по искусственному интеллекту (с 1990 г.) и в отдельные периоды членом правления; почетным членом Ассоциации по логическому программированию (с 1991 г.); членом ряда комиссий и рабочих групп при ГКНТ (по языкам и системам программирования – председательство в рабочих группах по АЛГОЛУ-68 и по системам UNIX). Следует также отметить, что в 2006 г. Г.С. Цейтин, будучи уже сотрудником IBM, в связи с 70-летием был отмечен премией ACM как выдающийся учёный (*Distinguished Scientist*).

Под руководством и при участии Г.С. Цейтина было выполнено немало пионерских работ в области программного обеспечения и прикладного программирования. Простой их перечень может служить впечатляющей иллюстрацией этапов развития программирования и его технической базы в Ленинградском – Санкт-Петербургском государственном университете. Вот лишь некоторые из них:

– многоязыковая система перевода чисел (1959-1960 гг., ЭВМ «УРАЛ-1», восьмеричное программирование);

– DICO – интерактивный текстовый редактор для ЭВМ «ODRA 1204» с консольной пишущей машинкой (1972–1973 гг. для ЭВМ «ODRA 1204» – польский вариант компьютера второго поколения ICL, АЛГОЛ-60);

– JEC – интерактивное многопользовательское расширение IBM OS/360-OS/370: разработка компонент интерфейса с операционной системой, задачи взаимодействия с пользователем, взаимодействие с консольным оператором (1979–1985 гг.). Инициаторами этого проекта были Г.Ф. Дейкало и Б.А. Новиков, а участниками — Г.С. Цейтин и другие сотрудники ВЦ ЛГУ.

– ASSOL – язык с синтаксисом высокого уровня для спецификации программ в языке IBM/360, однопросмотровый компилятор на ассемблер IBM/360 (1977–1979 гг.: «ODRA 1204», АЛГОЛ-60 / АССЕМБЛЕР);

– оптимизирующий компилятор АЛГОЛА 68 для клонов IBM 360/370 (1970–1984 гг.);

– интерактивный отладочный транслятор-интерпретатор для АЛГОЛ-68 на клоны IBM 360/370 (1982-1988 гг.: OS, VM/CMS);

– среда программирования для представления и манипулирования над «ассоциативными сетями» (метод представления знаний, основанный на семантических сетях и объектно-ориентированном программировании с поздним связыванием, использованный в исследовательских проектах по обработке естественных языков и генерации программ; язык программирования высокого уровня для ассоциативных сетей (1979–1989 гг.: IBM 370, OS и VM/CMS);

– ГОСТы на АЛГОЛ-68 и расширенный АЛГОЛ-68 (научное руководство и разработка механизма обработки исключительных ситуаций в 1987–1988 гг.).

В свое время написанная Г.С. Цейтиным программа подведения итогов соцсоревнования между факультетами и научно-исследовательскими институтами ЛГУ составила, по выражению Г.П. Самосюка, «эпоху в жизни месткома университета».

Как преподаватель Г.С. Цейтин в разные годы читал начальный курс программирования, курс по представлению данных (впервые в ЛГУ), различные факультативные односеместровые курсы по теории алгоритмов и математической логике, протяженный пятисеместровый факультатив по теории алгоритмов и рекурсивным функциям, элементарный курс математического анализа на отделении лингвистики, факультативные односеместровые курсы по параллельному программированию и моделированию, спецкурс по протоколам Интернета и семинар по нейронным сетям, семинары по языкам программирования и сложности алгоритмов. Под его руководством успешно защитили диссертации 15 аспирантов.

В 1968 г. по стране прокатилась волна образования отделений прикладной математики в ведущих университетах страны. По поручению декана факультета Сергея Васильевича Валландера координацию усилий по формированию концепции Отделения прикладной математики на матмехе возглавил тогдашний заведующий кафедрой вычислительной математики профессор М.К. Гавурин. Существенную роль в определении первоначального набора учебных курсов сыграли А.Н. Балувев, М.К. Гавурин, И.В. Романовский и Г.С. Цейтин. Последний сверстал первый учебный план нового отделения. Впервые на факультете были поставлены такие курсы как архитектура ЭВМ (А.Н. Балувев), операционные системы (И.Р. Гитман, приглашенный специалист из НИИРЭ), программирование на языке ассемблера (А.Н. Балувев), представление данных (Г.С. Цейтин), алгоритмические языки (И.Л. Братчиков) и трансляторы (Б.К. Мартыненко). В учебном процессе приняли участие преподаватели кафедры вычислительной математики, научные сотрудники ВЦ и НИИММ.

В октябре 1969 г. в ЛГУ был открыт факультет прикладной математики–процессов управления (ПМ-ПУ). Ядро нового факультета составили преподаватели и научные сотрудники ряда кафедр математико-механического факультета и лабораторий НИИММ. (Этот факт нашел отражение в вышедшей в свет к 275-летию Летописи университета.) Чтобы как-то компенсировать потери факультета, по инициативе С.В. Валландера, поддержанной партийным бюро факультета, Сергею Михайловичу Ермакову было поручено сформировать и возглавить кафедру математического обеспечения ЭВМ. Надо отдать должное его мужеству и организаторскому таланту. Не будучи специалистом в области собственно компьютерных наук, он выполнил поручение руководства, и 1 апреля 1970 г. приказом ректора кафедра была открыта. Первоначальное ядро этой новой кафедры составили преподаватели кафедры вычислительной математики А.Н. Балувев, И.Л. Братчиков и некоторые научные сотрудники ВЦ и НИИММ (Т.М. Товстик, Т.А. Шубочкина, В.А. Яковлева и другие). Многие научные сотрудники ВЦ и НИИММ участвовали в учебном процессе, не будучи штатными преподавателями.

Совмещение научной работы в лабораториях с преподавательской деятельностью издавна является плодотворной традицией не только математико-механического, но и многих других факультетов университета. Эта традиция привела в последующем к образованию учебно-научных комплексов.

Уже через год после образования кафедры матобеспечения ЭВМ в 1971 г. состоялся ее первый выпуск. Молодые специалисты выпуска отличалась основательной математической подготовкой, поскольку фактически его составили студенты различных математических кафедр, переведенные на третьем курсе на отделение прикладной математики в год его образования (в 1969 г.), когда этой кафедры еще не существовало. С тех пор фундаментальное математическое образование на, казалось бы, прикладном отделении информатики, считается важной и несомненной предпосылкой для подго-

товки специалистов в области компьютерных наук. Не случайно в первом учебном плане отделения прикладной математики ЛГУ, выпускающего специалистов по специальности 220400 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и сетей», указана квалификация выпускника – математик, а не инженер-программист, как во всех других вузах России. И это вполне оправдано тем, что в этой области наряду с инженерными много таких задач, решение которых невозможно без самой современной математической подготовки.

С начала 70-х гг. минувшего века отчетливо начала ощущаться слабая оснащенность ВЦ ЛГУ современной вычислительной техникой, без которой серьезная научная работа и подобающий уровень учебного процесса в области матобеспечения были немыслимы. Например, разработка проекта реализации АЛГОЛ-68 для ЕС ЭВМ началась, когда собственных машин этого типа в ВЦ ЛГУ еще не было. По этой причине в 1971 г. для студентов кафедры, участвовавших в этом проекте, производственную практику пришлось организовать в Москве у заказчика (НИЦЭВТ) на системах IBM 360/370 – прототипах отечественных ЕС ЭВМ. Здесь следует отметить, что эта система программирования на базе языка АЛГОЛ-68 использовалась на факультете в учебном процессе в течение 10 лет (1976–1986 гг.). Ещё дольше она применялась в промышленных разработках.

К 1976 г. проект «АЛГОЛ-68», выполнявшийся по заказу НИЦЭВТ под научным руководством Г.С. Цейтина сотрудниками лабораторий системного программирования ВЦ ЛГУ и математической лингвистики НИИММ, преподавателями, студентами и аспирантами кафедры матобеспечения ЭВМ, в основном был завершён. Отчет по нему подвел научный итог работы, издательство ЛГУ выпустило в свет под редакцией Г.С. Цейтина объемистую монографию «АЛГОЛ-68. Методы реализации». Сама эта работа расценивалась участниками проекта – и не только студентами – как настоящая школа системного программирования. Она дала возможность им участвовать не только в реализации новейшего языка программирования, воплотившего новые концепции (виды и приведения, унификация понятий операторов и выражений, способ описания языков – грамматики А. ванн-Вейнгаардена для определения полного синтаксиса и гипотетический вычислитель для описания операционной семантики), но и освоить новое поколение вычислительной техники, операционных систем и программных средств, широко распространенных на Западе, а позже в СССР (ряд ЕС ЭВМ). В работе над проектом сформировался высококвалифицированный коллектив лаборатории системного программирования ВЦ ЛГУ. По этой тематике в ЛГУ защитили кандидатские диссертации С.Н. Баранов, П. Сёке и А.Н. Терехов. А. Шоймаши в Эрланде (Германия) получил степень доктора философии.

Следует сказать, что реализация проекта шла параллельно с разработкой языка, что требовало находить такие технологические решения, которые позволяли бы с минимальными усилиями реагировать на изменения языка. Например, именно тогда был разработан метод автоматической генерации анализаторов (И.Б. Гиндыш, Б.К. Мартыненко), с которого начались работы по технологии трансляции, была изобретена новая схема управления памятью в выходных программах – «пузырь» (Г.С. Цейтин), применена техника макрогенерации объектного кода по представлению программы в промежуточном языке и сделано много других технологических находок. Впоследствии этот опыт был использован при реализации языка программирования АДА (И.Б. Гиндыш, А.П. Попов, Л.И. Серебрянникова) для ЕС ЭВМ и серии трансляторов АЛГОЛА-68 для персональных ЭВМ в лаборатории системного программирования.

Необходимость перехода на новое (третье) поколение вычислительной техники хорошо понимал заведующий кафедрой матобеспечения ЭВМ С.М. Ермаков. Он умело воспользовался деловыми связями, которые НИИММ и ВЦ имели в те годы с

различными организациями в промышленности по линии хоздоговорных работ, и при поддержке Минрадиопрома сумел обеспечить в течение двух последующих пятилеток, практически до начала перестройки, существенное пополнение ВЦ ЛГУ новой вычислительной техникой серии ЕС ЭВМ, приобретшей наших инженеров, научных работников, преподавателей и студентов к западным компьютерным реалиям.

Большую роль в деле оснащения новой вычислительной техникой ВЦ ЛГУ сыграл Борис Аронович Кацев, проработавший в организациях Минрадиопрома значительную часть своей жизни, и по приглашению С.М. Ермакова перешедший на кафедру матобеспечения ЭВМ в трудный период ее становления.

Под руководством Б.А. Кацева вскоре были созданы несколько компьютерных классов на базе интеллектуальных терминальных станций «ЕС-7090», имеющих собственные процессоры (К-580) и оперативную память (32К), которые были подсоединены к мощным центральным машинам ЕС ЭВМ. Им была организована лаборатория микропроцессорной техники, в которой под его руководством была выполнена серия проектов по разработке программного обеспечения этих терминалов. (Следует отметить, что группа Б.А. Кацева активно участвовала в разработке и самих терминалов.)

Наиболее значительным проектом была реализация языка программирования ФОРТ, который широко используется и в настоящее время – на нем пишутся программы по большей части для встроенных процессоров. На базе этой «ФОРТ-системы» и методе программирования на ассоциативных сетях Г.С. Цейтина В.А. Кириллиным была построена инструментальная система разработки языковых средств микропроцессорной техники. С её помощью был разработан транслятор языка ПАСКАЛЬ для терминальных станций, использовавшийся в учебном процессе на матмехе в течение всего периода эксплуатации интеллектуальных терминалов в ВЦ ЛГУ.

Параллельно с этими работами Г.Ф. Дейкало, Б.А. Новиковым, Г.С. Цейтиным и другими участниками разрабатывались программные средства связи этих терминальных станций с центральными машинами (система «JEC»), благодаря которым стало возможно проводить запуск и отладку программ в режиме прямого доступа. Система «JEC» в течение ряда лет была весьма популярна во многих вычислительных центрах страны. Благодаря этой системе удалось отказаться от традиционного первичного носителя информации – перфокарт. В значительной степени на имеющиеся в ней средства редактирования повлияла предшествующая разработка Г.С. Цейтина – текстовый редактор (DICO) для польской ЭВМ «ОДРА». Особо следует отметить роль Г.Ф. Дейкало при освоении программного обеспечения для вычислительной техники третьего поколения в ВЦ ЛГУ.

В 1971 г., после нескольких лет работы на кафедре вычислительной математики, а с 1970 г. – на факультете ВМК МГУ, из Москвы в Ленинград переехал член-корреспондент АН СССР, профессор С.С. Лавров (12.03.1923, Ленинград – 18.06.2004, С.-Петербург) – один из основоположников⁹ современного отечественного программирования.

Святослав Сергеевич Лавров родился в г. Ленинграде. В 1939 г. он окончил школу и поступил на математико-механический факультет Ленинградского государственного университета, два курса которого окончил к началу Великой Отечественной войны. С.С. Лавров вступил в ряды народного ополчения, откуда был направлен на учебу в Ленинградскую военную воздушную академию, которую окончил в 1944 г. До января 1947 г. он служил в частях Первого Белорусского фронта и Группы советских оккупационных войск в Германии.

С 1947 по 1966 гг. С.С. Лавров работал с С.П. Королевым в Отделе главного конструктора сначала начальником группы баллистики, затем начальником

⁹ К их числу, несомненно, относятся также академик А.П. Ершов и профессор М.Р. Шура-Бура.

Вычислительного центра. Работы С.С. Лаврова и его сотрудников обеспечили успешный запуск первого спутника и полет Ю.А. Гагарина. Круг исследований в КБ С.П. Королева у С.С. Лаврова был чрезвычайно широк: исследования в области механики, включая механику тел переменной массы, теории траекторных расчетов, теории автоматического управления.

В 1954 г. С.С. Лавров заочно окончил механико-математический факультет Московского государственного университета, а в 1958 г. по совокупности научных трудов С.С. Лаврову была присуждена ученая степень доктора технических наук.

В начале 60-х гг. С.С. Лавровым были выполнены пионерские разработки в области программного обеспечения, в частности, под его руководством был разработан первый транслятор ТА-1 с алгоритмического языка АЛГОЛ-60. *«Чтобы быть точным: наш транслятор разрабатывался группой под руководством В.А. Степанова в отделе динамики полета, которым я руководил. Мною был предложен на серии семинаров лишь проект транслятора, а потом я только следил за ходом работы. Заслуги Степанова огромны – он не только координировал до деталей всю работу, но и завершал разработку нескольких блоков, когда прежние исполнители увольнялись с предприятия. Я не входил в число авторов первой публикации об этой работе, но, правда, доложил о ней на заседании Президиума АН»,* – напишет позже С.С. Лавров. (Президент АН СССР М.В. Келдыш в своем выступлении на одном из годовых собраний академии назовет создание трансляторов ТА-1 и ТА-2 крупным научным достижением.)

В 1965 г. С.С. Лавров был утвержден в звании профессора по специальности механика. Летом 1966 г. он перешел на работу в Вычислительный центр АН СССР, а месяц спустя был избран членом-корреспондентом Академии наук по специальности автоматическое управление. С 1966 по 1971 г. С.С. Лавров работал заведующим лабораторией Вычислительного центра АН СССР и профессором Московского государственного университета, в 1971–1977 гг. заведует кафедрой математического обеспечения электронных вычислительных машин Ленинградского университета.

С.С. Лавров внес существенный вклад в развитие отечественной компьютерной науки как ученый. Широко известны его работы по теории и методологии программирования (в начале 70-х гг. он был членом Рабочей группы 2.3 ИФИП по методологии программирования), по языкам программирования, верификации и автоматической генерации программ. Будучи чрезвычайно скромным по натуре человеком, Святослав Сергеевич вспоминал: *«Если же говорить по существу проблемы синтеза программ, то программисту решения задачи предполагалось извлекать из доказательства теоремы существования решения. Однако уже тогда было достаточно ясно, что поиск этого доказательства при неаккуратной постановке оказывается алгоритмически неразрешимой задачей. Я увяз в попытках построить алгоритм доказательства эвристическими методами, но ни приемлемого алгоритма, ни условий, при которых эти методы способны принести успех, так и не нашел. Поэтому сейчас я утверждаю при случае лишь то, что общая проблема синтеза программ алгоритмически неразрешима».* Значительны его заслуги как практика и организатора научных коллективов. Он был руководителем крупных программистских проектов (первый отечественный компилятор ТА-1 с АЛГОЛА-60; реализации языков программирования ПАСКАЛЬ, СНОБОЛ, ЛИСП; расширяемая система программирования «АБВ» для отечественной супер-ЭВМ «ЭЛЬБРУС»; проект системы «СПОРА», ориентированной на автоматизацию решения научно-технических задач и др.). Среди работ, которые С.С. Лавров не относит к числу крупных проектов, – язык геометрических описаний для автоматизации конструкторских работ (соавторы Г.С. Бегунков, И.Е. Педанов и В.А. Степанов). *«Оценивая её задним числом, могу сказать, что самым интересным в ней было определение необходимых типов данных, однако само понятие АД (абстрактные типы данных) не было нами осознано и сформулировано»,* – писал Святослав Сергеевич.

В 1974 г. за учебники «Введение в программирование» и «Универсальный язык программирования (АЛГОЛ-60)» С.С. Лаврову была присуждена университетская премия. С 1977 по 1988 гг. С.С. Лавров был директором Института теоретической астрономии, а с 1988 г. до конца своих дней работал в ИПА РАН в должности советника при дирекции.

За выдающийся вклад в науку и развитие советской космонавтики Святослав Сергеевич Лавров был награжден двумя орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции, орденом Трудового Красного знамени и многими медалями. В 1957 г. ему была присуждена Ленинская премия, в 1997 г. Президиум Российской академии наук присудил С.С. Лаврову премию Цандера – высшую научную награду РАН за научные достижения в области космонавтики. Именем Святослава Сергеевича Лаврова названа одна из вновь открытых малых планет Солнечной системы.

В 1972 году С.С. Лавров сменил С.М. Ермакова на посту заведующего кафедрой матобеспечения ЭВМ. Благодаря его широким научным интересам и эрудиции в различных областях компьютерной науки (языках программирования и методах трансляции, теории и методологии программирования, баз данных и искусственного интеллекта) значительно обогатилась тематика научных исследований и, соответственно, дипломных работ студентов.

Революционным элементом в преподавании программирования на младших курсах был переход по инициативе С.С. Лаврова на язык ПАСКАЛЬ в качестве первого языка программирования. Как показала практика, это был удачный выбор – до настоящего времени этот язык вполне удовлетворяет многим потребностям не только начального обучения, но с успехом используется и как инструмент практических разработок.

При С.С. Лаврове вдвое был увеличен прием студентов на кафедру (до 50 человек), и получила значительное развитие аспирантура по компьютерной науке. Тогда же был создан диссертационный совет по специальности 05.13.11 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов, систем и сетей.

За время работы С.С. Лаврова на кафедре его аспирантами и соискателями (часто приходившими к нему с уже готовыми работами) было защищено около двух десятков кандидатских диссертаций по различной тематике, включая языки программирования и трансляторы, базы данных и знаний, искусственный интеллект и автоматический синтез программ. На кафедре было подготовлено несколько специалистов высшей квалификации для бывших союзных республик СССР и зарубежных стран (Венгрии, Вьетнама, Германии, Кореи, Кубы, и др.).

С.С. Лавровым, А.О. Слисенко и Г.С. Цейтиным был разработан проект учебной программы по специальности «Информатика и системное программирование», который сыграл заметную роль в утверждении в СССР «*computer science*» как самостоятельной науки (в 1985 г. проект был опубликован в журнале «Микропроцессорные средства и системы»).

Преподаватели кафедры матобеспечения ЭВМ принимали деятельное участие в преподавании компьютерных наук на спецфакультете прикладной математики ЛГУ, когда (в начале 70-х гг.) стране потребовалось провести срочную и массовую переподготовку специалистов, имеющих высшее образование, но не владеющих вычислительной техникой. Начал регулярно работать теоретический семинар кафедры. Преподаватели кафедры почувствовали себя членами единого коллектива, объединенными не только общими педагогическими и научными интересами, но и чисто человеческими отношениями. Не раз кафедра встречала Новый год в доме С.С. Лаврова и его супруги Ирины Борисовны, которая была душой этих ассамблей.

В 1977 г. Святослав Сергеевич стал директором Института теоретической астрономии АН СССР, но продолжал еще несколько лет заведовать кафедрой. В 1999 г. из печати вышло учебное пособие С.С. Лаврова «Лекции по теории программирования»,

написанное по материалам спецкурсов, читавшихся им на математико-механическом факультете ЛГУ в 70-х – начале 80-х гг. В 2001 г. вышла в свет еще одна фундаментальная книга С.С. Лаврова «Программирование. Математические основы, средства, теория».

В 1986 г., порекомендовав в качестве своего преемника на посту заведующего кафедрой Анатоля Олесьевича Слисенко, бывшего в то время заведующим лабораторией Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН), профессора, специалиста в области математической логики и теории алгоритмов, Святослав Сергеевич Лавров ушел с факультета. Начался новый период в жизни кафедры: появилась новая тематика, связанная с оценкой сложности алгоритмов. А.О. Слисенко читал общий курс дискретной математики для студентов отделения математики. Одновременно он оставался заведующим лабораторией СПИИРАН и преподавал в Политехническом институте. По его инициативе с 1990 г. начался прием (по отдельному конкурсу) на новую специальность 220400 – «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». Тогда и в последующие годы на этой специальности сформировались следующие специализации: «Программные средства искусственного интеллекта»; «Системное программирование»; «Программное обеспечение автоматизированных систем (по защите информации)»; «Системы мультимедиа и компьютерная графика»; «Технология программирования»; «Программное обеспечение вычислительных систем и сетей».

После отъезда А.О. Слисенко в 1992 г. на работу во французский университет «Paris 12» некоторое время кафедра оставалась без заведующего. В конце 1993 г. впервые в истории математико-механического факультета состоялись альтернативные выборы заведующего кафедрой, в которых победил профессор Николай Кириллович Косовский, специалист по математической логике и теории алгоритмов. (Николай Кириллович – ученик Н.А. Шанина, возглавившего ленинградскую ветвь школы А.А. Маркова после отъезда последнего в Москву.) С его приходом получили дальнейшее развитие исследования в области неклассических логик и искусственного интеллекта. В эту тематику были вовлечены как преподаватели (доценты М.А. Герасимов, М.В. Дмитриева, И.П. Соловьев, А.В. Тишков), так и студенты, и аспиранты кафедры.

Исследования Н.К. Косовского связаны с теорией сложности алгоритмов, логическим программированием, искусственным интеллектом (логические методы, эвристический поиск). Под его руководством ведется разработка системы, использующей технологии Интернет для применения и разработки методов решения нестандартных задач. В настоящее время на кафедре представлена и другая тематика, нашедшая отражение в многочисленных публикациях.

Профессор Борис Константинович Мартыненко разрабатывает методы синтаксически ориентированной обработки данных: методы спецификации и реализации трансляций; методы оптимизации процессоров, реализующих трансляции; методы генерации диагностических сообщений; методы генерации тестов; разработка объектно-синтаксической парадигмы программирования; методы объектно-синтаксической сборки программ.

Профессор Борис Асенович Новиков со своими аспирантами и студентами ведёт исследования в области систем управления информацией, включая проектирование и использование систем баз знаний, управление транзакциями, проблемами реализации нижнего уровня, таких как индексирование, кластеризация и структуры данных, обслуживание очередей и оптимизация, разработка программного обеспечения, проектирование прикладных программ и управление транзакциями в распределённых мобильных системах.

Профессор Владимир Олегович Сафонов ведёт работы по WEB-технологии, JAVA-технологии, технологии программирования и инженерии знаний. Он имеет

3 патента США и 4 патента России по технологии программирования и методам компиляции. За цикл работ, посвященных созданию серии трансляторов, в 1999 г. ему была вручена премия правительства Санкт-Петербурга.

В последние годы преподавателями кафедры подготовлен ряд новых спецкурсов и спецсеминаров. Преподаватели кафедры участвовали в программе «Университеты России», грантах РФФИ, РГНФ, Новосибирского государственного университета и федеральной целевой программе «Интеграция».

В 1996 г. отделение информатики пополнилось еще одной кафедрой. Была образована кафедра системного программирования во главе с заведующим профессором Андреем Николаевичем Тереховым, выпускником первого выпуска кафедры матобеспечения ЭВМ. В настоящее время А.Н. Терехов ещё и директор «НИИ информационных технологий», генеральный директор ГП «Терком» и «Ланит-Терком», председатель правления ассоциации разработчиков программного обеспечения РУССОФТ, созданной на базе консорциума ФОРТ-РОСС и ассоциации РУССОФТ.

В период реорганизации кафедра матобеспечения ЭВМ была переименована в кафедру информатики. Несколько преподавателей кафедры информатики перешли на новую кафедру системного программирования. В настоящее время развиваются следующие основные направления разработок кафедры системного программирования и смежных подразделений: трансляторы, реинжиниринг, технология создания программного обеспечения, встроенные системы и системы реального времени; криптография; ЭВМ, ориентированная на языки высокого уровня; оптимизация оборудования.

Сегодня эти две кафедры и кафедра параллельных алгоритмов (заведующий профессор Юрий Каземирович Демьянович), составляют отделение информатики.

Ближайшими партнерами этих кафедр являются лаборатория технологии программирования и экспертных систем (заведующий В.О. Сафонов), НИИ ИТ (директор А.Н. Терехов), отдел программного обеспечения математико-механического факультета (заведующий к.ф.-м.н. Г.Ф. Дейкало), а также профессор кафедры исследования операций И.В. Романовский с его студентами и аспирантами. Тематика работ Иосифа Владимировича Романовского тесно связана с информатикой. В настоящее время он читает вводный курс дискретного анализа для студентов отделения информатики; вышла в свет его монография «Дискретный анализ».

В блестящих успехах матмеховских команд на российских и международных олимпиадах велика заслуга их многолетнего руководителя старшего преподавателя кафедры системного программирования Натальи Николаевны Вояковской. С 15 по 19 марта 2000 г. в Орландо, штат Флорида (США), проводился финал соревнований командного чемпионата мира по программированию «АСМ 1999-2000». В финал вышли 60 университетских команд со всех континентов. Команда матмеха выступила блестяще и получила золотую медаль и кубок победителя. За это достижение Н.Н. Вояковская была награждена орденом «Дружба народов».

Отделение информатики поддерживает связи по научной и учебной работе с институтами РАН (Санкт-Петербургским институтом информатики и автоматизации, Санкт-Петербургским отделением математического института имени В.А. Стеклова, Институтом прикладной астрономии), с зарубежными университетами и программистскими фирмами (с университетом «Paris 12», с фирмами Microsoft, SUN Microsystems, Motorola, Intel и др.).

В июне 2000 г. Санкт-Петербургский государственный университет подключился к программе сотрудничества вузов Санкт-Петербурга в области образования по компьютерным наукам, учрежденной фирмой Motorola, с целью подготовки специалистов в области технологии программирования.

Большое участие в учебном процессе принимают ведущие ученые ЛОМИ РАН, в их числе избранный в 2008 г. академиком РАН Ю.В. Матиясевич; д.ф.-м.н, профес-

сор В.П. Оревков, а также профессор С.Н. Баранов из фирмы Motorola; профессор Л.А. Керов из Академии судостроения и другие.

Отделение информатики оказывает методическую поддержку и участвует в учебном процессе на вечернем отделении и спецфакультете переподготовки специалистов по математике и информатике (с 1957 по 1991 г. – это Курсы повышения математической квалификации инженеров). Старший преподаватель кафедры информатики С.М. Селеджи, работающая в качестве заместителя декана по приёму на математико-механический факультет, курирует работу этого подразделения. Прием на отделение информатики всегда был значительным и при неизменно высоком конкурсе.

За 37 лет своего существования старейшая на отделении кафедра информатики (до 1995 г. — кафедра математического обеспечения ЭВМ) и кафедра системного программирования (с 1996 г.) выпустили около 1500 тысяч математиков и программистов, владеющих современным арсеналом математических методов, информационными технологиями и программным обеспечением, успешно работающих в науке, образовании и производстве как в России, так и за рубежом. В частности, через них факультет поддерживает связи с учреждениями РАН, вузами России, Европейскими университетами и такими известными фирмами как Microsoft, Motorola, SUN Microsystems, Intel и т. д.

Несмотря на то, что среди выпускников достаточно много способной молодежи, чтобы обеспечить любые потребности факультета в преподавательских кадрах, кафедры заметно «постарели». Молодежь в нынешних непростых экономических условиях не может полностью отдаваться преподавательской работе и вынуждена работать в других местах, не порывая связи с факультетом (выполняя нагрузку на 0,25–0,5 ставки). Но нет худа без добра: работая над проектами на основной работе, они используют свой опыт в учебном процессе — учат студентов основам промышленных технологий программирования со знанием условий реального производства.

Декан факультета Геннадий Алексеевич Леонов и администрация факультета в последние годы предприняли немало реальных шагов для развития информатики: это открытие новых специальностей, оснащение компьютерных классов новым оборудованием, организация кафедры параллельных алгоритмов и НИИ информационных технологий, открытие Учебно-исследовательской лаборатории системного программирования при поддержке корпорации Intel («СПбГУ-Intel») и т. д.

Кафедры отделения информатики в настоящее время ведут обучение по специальностям: 01.05.03 — «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» и 08.08.01/02 — «Прикладная математика в гуманитарной сфере» (совместно с факультетами социологии и международных отношений). Отделение информатики принимало деятельное участие в разработке проекта государственного стандарта по специальности 01.05.03 и учебных планов 01.05.03, 08.08.01/02. На базе Санкт-Петербургского государственного университета создано учебно-методическое объединение по специальности 01.05.03. Имеется аспирантура и диссертационный совет по специальностям 05.13.11 – «Математическое обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей», 05.13.17 – «Теоретические основы информатики» и 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Все эти специальности по физико-математическим наукам. Учебный процесс поддерживается отделами вычислительной техники и программного обеспечения факультета, в компьютерных классах которого проводятся практические занятия студентов. В лабораториях НИИ математики и механики, НИИ информационных технологий и Учебно-исследовательской лаборатории системного программирования студенты отделения информатики проводят свои научные исследования.

НАУЧНАЯ ШКОЛА ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКЕ В.А. ЯКУБОВИЧА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ (ЛЕНИНГРАДСКОМ) УНИВЕРСИТЕТЕ

Началом истории кибернетики в Санкт-Петербургском (Ленинградском) университете можно считать 1956 г., когда на математико-механический факультет пришел 30-летний кандидат наук Владимир Андреевич Якубович. Было время больших перемен и в обществе и в науке, начало «оттепели». Стали появляться первые электронно-вычислительные машины (ЭВМ) и первые публикации, реабилитирующие кибернетику. Большой общественный резонанс имели статья С.Л. Соболева, А.И. Китова, А.А. Ляпунова «Основные черты кибернетики» в журнале «Вопросы философии» (№ 4 за 1955 г.) и статья «Кибернетика» А.Н. Колмогорова в Большой советской энциклопедии (1958). В тот период повсюду читались лекции и велись дискуссии о кибернетике. При Ленинградском Доме ученых организовалась первая в стране секция кибернетики, которую возглавил академик и будущий нобелевский лауреат Л.В. Канторович. В Ленинградском университете стал создаваться Вычислительный центр, а вместе с ним – научно-исследовательские лаборатории, призванные освоить и использовать новые, фантастические по тем временам возможности ЭВМ.

Начиная с выхода в 1948 г. исторической книги Н. Винера «Кибернетика, или управление и связь в живом организме и машине» кибернетика стала восприниматься как научная основа всех применений вычислительной техники и автоматических устройств. Поэтому неудивительно, когда руководство факультета предложило В.А. Якубовичу собрать группу исследователей в области математических методов автоматизации и систем управления, «кибернетический» флаг оказался наиболее подходящим для ее названия. В 1959 г. в ВЦ ЛГУ была образована лаборатория теоретической кибернетики.

60-е годы прошлого века были годами всеобщего энтузиазма в отношении кибернетики и ее применений как в СССР, так и за рубежом. Появлялись все новые и новые группы исследователей, кафедры. Возникали новые журналы, где публиковались статьи, посвященные разработке алгоритмов решения задач, ранее доступных только человеку. Обсуждались вопросы автоматизации различных сторон мыслительной деятельности человека: распознавания образов, перевода с языка на язык, логического вывода, игры в шахматы и других. Возникли «кибернетические» разделы в самых различных науках: техническая кибернетика, экономическая кибернетика, химическая кибернетика, медицинская кибернетика. Кибернетика воспринималась как всеобъемлющий конгломерат наук, революционизирующий развитие не только научно-технических областей, но и всего общества.

В лаборатории теоретической кибернетики ЛГУ в первые годы ее деятельности исследования сосредоточились на задачах распознавания образов. Было предложено несколько подходов к математической теории распознавания образов, развиты обобщения популярной в те годы концепции перцептронов Розенблатта. Теоретическое обобщение полученных результатов привело В.А. Якубовича к понятиям рекуррен-

тных систем неравенств и конечно-сходящихся алгоритмов их решения.¹ Был решен ряд важных прикладных задач: обучение распознаванию почерков, аэрофотоснимков, выделение сигналов из шума, описание и анализ сцен (Якубович В.А., Козинец Б.Н., Ланцман Р.М., Гелиг А.Х., Харичев В.В., Шмидт А.А.). Разработанный метод был позже назван «методом рекуррентных целевых неравенств»², который позволяет найти решения бесконечного числа заранее не показанных неравенств, построенных по заданной цели функционирования системы.

Следующим шагом было установление связей новых, «кибернетических» задач с более традиционными задачами автоматического регулирования и управления. В те годы выдающийся московский ученый Я.З. Цыпкин предложил установить такие связи на основе понятий адаптации и адаптивной системы управления, а также методов статистического оценивания и, в частности, методов стохастической аппроксимации. В.А. Якубович развил оригинальный общий подход к решению задач управления в условиях неопределенности на основе метода рекуррентных целевых неравенств, не требующий привлечения вероятностных понятий. Он впервые дал общее математическое определение адаптивной системы. В дальнейшем в коллективе под руководством В.А. Якубовича была построена достаточно развитая математическая теория адаптивных систем и теория обучения машин (роботов) сложному целесообразному поведению. В качестве примеров были решены задачи обучения робота-велосипедиста и других адаптивных роботов под названием: «кузнечик», «ястреб», «глаз-рука». В 1972 г. полученные результаты были представлены В.А. Якубовичем на Всемирном конгрессе по автоматическому управлению в Париже.³ (Тогда шутили, что «Владимир Андреевич съездил в Париж на велосипеде».)

В те же годы были рассмотрены задачи адаптивного управления робототехническими системами, описываемыми уравнениями Лагранжа. Эти работы были пионерскими в области адаптивных роботов как в нашей стране, так и за рубежом. Основные результаты по методу рекуррентных целевых неравенств и решению задач адаптивного управления были изложены в монографиях: Фомин В.Н. «Математическая теория обучающихся опознающих систем» (ЛГУ, 1976); Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В.А. «Адаптивное управление динамическими объектами» (Москва, Наука, 1981).

В 1970 г. на базе лаборатории теоретической кибернетики была создана кафедра теоретической кибернетики. Ее первый выпуск состоялся в 1971 г. и состоял из трех специалистов: Г.С. Аксенова, Б.Д. Любачевского и автора этих строк. Область научных интересов сотрудников лаборатории и преподавателей кафедры, кроме чисто кибернетического направления (распознавание, адаптивные системы, роботы), включала и включает и более традиционные разделы прикладной математики и теории управления. Это: теория устойчивости и колебаний в нелинейных системах (Г.А. Леонов), теория устойчивости и колебаний в импульсных системах (А.Х. Гелиг, А.Н. Чурилов), теория оптимального управления (А.С. Матвеев, А.Е. Барабанов, В.А. Якубович), теория оценивания и фильтрации (В.Н. Фомин, А.Е. Барабанов), теория гибридных и сетевых систем (А.С. Матвеев).

Еще до создания лаборатории и кафедры В.А. Якубович получил ряд фундаментальных результатов в области устойчивости линейных систем дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами и параметрического резонанса. Им до-

¹ В.А. Якубович. Рекуррентные конечно-сходящиеся алгоритмы решения систем неравенств // ДАН СССР. 1966. Т. 166. No 6. С. 1308–1312.

² В.А. Якубович. Метод рекуррентных целевых неравенств в теории адаптивных систем // Вопросы кибернетики. Адаптивные системы. М.-Л.: Изд-во АН СССР. Науч. совет по комплексной проблеме «Кибернетика». 1976. С. 32–64.

³ V.A. Yakubovich. On a method of adaptive control under conditions of great uncertainty // Preprints of the 5th World Congress IFAC (Paris). 1972. V. 37. No 3. P. 1-6.

казана гипотеза И.М. Гельфанда о том, что в функциональном пространстве коэффициентов двумерных гамильтоновых систем множество коэффициентов, соответствующее устойчивым системам, распадается на счетное число связных областей и показано, что известный критерий Ляпунова относится к одной такой области. В.А. Якубович получил критерий устойчивости для каждой области, которые, как и критерий Ляпунова, не улучшаемы в естественном смысле. Эти результаты перенесены В.Н. Фоминим и В.А. Дергузовым на бесконечномерные системы. Фундаментальная монография Якубовича и Старжинского, подытоживающая развитие этого направления и вышедшая в русском и английском изданиях, до сих пор активно цитируется в ведущих научных журналах.⁴

Среди многих научных результатов коллектива, пожалуй, наиболее известными являются связанные с так называемой «частотной теоремой» или «Леммой Якубовича-Калмана» или «Леммой Калмана-Якубовича-Попова», доказанной и впервые опубликованной в статье В.А. Якубовича в 1962 г.⁵ Позже эта статья была включена в специальный том «Twenty Five Seminal Papers in Control» (Wiley-IEEE Press), в котором представлены 25 статей, оказавших, по мнению международной комиссии из ведущих ученых, наибольшее влияние на развитие теории управления в XX в.

В дальнейшем частотная теорема была распространена на более широкие классы систем (Якубович В.А., Лихтарников А.Л.) и применена к решению многочисленных задач. Использование этой леммы позволило получить разнообразные частотные критерии абсолютной устойчивости, неустойчивости, колебаний в нелинейных системах, новые методы оптимального и адаптивного управления. Эти результаты, придавшие «второе дыхание» методу функций Ляпунова, были изложены в 1978 г. в монографии А.Х. Гелига, Г.А. Леонова и В.А. Якубовича «Устойчивость нелинейных систем с неединственным состоянием равновесия», вышедшей в свет в 1978 г. (М., «Наука»). Несколько позже эта работа была переиздана в английском варианте: V.A. Yakubovich, G.A. Leonov and A.Kh. Gelig. «Stability of Stationary Sets in Control Systems with Discontinuous Nonlinearities». World Scientific, Singapore, 2004. До сих пор эта монография вызывает интерес ученых разных стран.

Выпускники кафедры преподают в различных вузах города. Среди них профессора А.В. Тимофеев (СПбГУАП), А.Н. Чурилов (ГМТУ), В.Б. Смирнова (СПбГИСА), Н.Е. Барабанов (СПбГЭТУ), заведующие лабораториями академических институтов А.В. Тимофеев (СПИИРАН), А.Л. Фрадков (ИПМаш РАН). В 1970-е и в 1990-е гг. ряд талантливых выпускников кафедры уехали из страны, среди них Б.Г. Питтель, М.В. Левит, Б.Д. Любачевский, Ю.В. Казаринов. Некоторые из них стали профессорами в зарубежных университетах: А. Мегрецкий (МИТ, США), Н.Е. Барабанов (университет Северной Дакоты, США), А. Савкин (университет Нового Южного Уэльса, Австралия), А. Ширяев (университет Умеа, Швеция и Норвежский технический университет города Трондхейм). Однако многие выпускники стараются поддерживать постоянные контакты с кафедрой, вести совместные работы.

Значительную роль в развитии и признании научной школы В.А. Якубовича играла и играет научно-организационная работа. Начиная с 1967 г. он был заместителем председателя Ленинградской Территориальной группы Национального комитета по автоматическому управлению (НКАУ), возглавлявшейся ректором ЛЭТИ А.А. Вавиловым. В территориальной группе Владимир Андреевич был председателем

⁴ В.А. Якубович, В.М. Старжинский. Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами и их приложения. М.: Наука, 1972. 720 с. (Английский вариант: *Yakubovich V.A., and V.M. Starzinskii. Linear Differential Equations with Periodic Coefficients. Vol. 1, 2. Jerusalem/London: John Wiley & Sons. 1975.*)

⁵ В.А. Якубович. Решение некоторых матричных неравенств, встречающихся в теории автоматического регулирования // ДАН СССР. 1962. Т. 143. No 6. С. 1304–1307.

секции «Теория адаптивных систем управления». Важное значение для популяризации идей адаптации, развиваемых В.А. Якубовичем и его учениками, имели Ленинградские симпозиумы по теории адаптивных систем, проводившиеся под его руководством, начиная с 1970-х гг.

В 1972 г. в Доме ученых был проведен Первый ленинградский симпозиум по теории адаптивных систем, где было сделано 38 докладов и собралось более 50 специалистов из ведущих научных центров страны. С пленарными докладами выступали ведущие отечественные ученые Я.З. Цыпкин, А.А. Красовский, Ю.И. Неймарк. Пленарный доклад сделал также д.т.н., экс-чемпион мира по шахматам М.М. Ботвинник, рассказавший о разработке алгоритма и программы шахматной игры. За первым симпозиумом последовали и другие: в 1974 г. (146 докладов), 1976 г. (уже около 280 докладов), 1979 г. (около 250 докладов). В 1982 г. была проведена Первая (оказавшаяся и единственной) Всесоюзная конференция «Теория адаптивных систем и ее применения». Она собрала около 500 участников – преподавателей и исследователей из научных, промышленных организаций и вузов СССР, выступивших более чем с 300 докладами.

Перечисленные события явились знаками признания научной общественностью заслуг научной школы В.А. Якубовича в области теории адаптивных систем. Они стали также важными вехами в развитии этой теории, которая в те годы была одной из главных точек роста теории автоматического управления и кибернетики и привлекла интерес как талантливой молодежи, так и маститых ученых. На симпозиумах выступали лидеры отечественной науки: академики Я.З. Цыпкин, А.А. Красовский, Е.П. Попов, Н.Н. Моисеев, доктора наук Д.А. Пospelов, В.Ю. Рутковский и другие. Ученым секретарем симпозиумов был доцент кафедры САУ Ленинградского механического института (ЛМИ) Д.П. Деревицкий, а впоследствии и автор этих строк, в те годы работавший в ЛМИ.

В 1990-е гг. стали проводиться, как правило, международные научные мероприятия. В апреле 1991 г. в Доме Ученых прошел 5-й Ленинградский симпозиум по теории адаптивных систем и ее применениям. Среди 150 участников впервые были иностранные гости: Дж. Бартолини (Италия), С. Биттанци (Италия), В. Резван (Румыния), А. Халанай (Румыния), Л. Льюнг (Швеция). Пленарные доклады сделали Л. Льюнг, А.А. Первозванский, Я.З. Цыпкин, Р.М. Юсупов, В.А. Якубович и автор этих строк (совместно с А.А. Стоцким, являвшимся также ученым секретарем симпозиума). Наконец, 7–9 сентября 1999 г. состоялся 6-й, уже Санкт-Петербургский симпозиум по теории адаптивных систем и ее применениям. Он был посвящен памяти безвременно ушедшего из жизни в 1997 г. академика Я.З. Цыпкина. В симпозиуме приняло участие около 80 человек, из них около 30 иностранных ученых, в том числе Я. Ландо (Франция), А. Линдквист (Швеция), Л. Льюнг (Швеция), Д. Шильяк (США), К. Фурута (Япония).

В проведении международных конференций активно участвует лаборатория управления сложными системами Института проблем машиноведения РАН, организованная в 1990 г. автором этих строк и возглавляемая им по настоящее время. Эта лаборатория тесно связана с кафедрой университета как научными интересами, так и по учебной работе.

С середины 1990-х гг. развиваются новые и актуальные направления на стыке физики и теории управления: управление колебательными и хаотическими системами, управление молекулярными и квантовыми системами. На основе метода скоростного градиента найдено решение задач управления и синхронизации для широкого класса колебательных, в том числе хаотических систем. Эти результаты открывают новые перспективы в вибрационной технике, лазерных и химических технологиях, системах передачи информации.

Опубликованные в 1998–1999 гг. зарубежными издательствами книги автора и его коллег – Fradkov A.L., Pogromsky A.Yu. «Introduction to control of oscillations and chaos». World Scientific Publishers, Singapore, 1998 и Fradkov A.L., Miroshnik I.V., Nikiforov V.O. «Nonlinear and Adaptive Control of Complex Systems». Dordrecht: Kluwer Academic Publ., 1999 – явились первыми в мире монографиями по математической теории управления хаотическими системами. Они заложили основы новой области на стыке физики и теории управления, направленной на исследование свойств физических систем кибернетическими методами и названной «Кибернетической физикой». Обзорная статья Б.Р. Андриевского и А.Л. Фрадкова «Управление хаосом: Методы и приложения» (журнал «Автоматика и телемеханика», 2003, № 5) получила премию Международной академической издательской компании «Наука» за лучшую публикацию 2003 г. Систематически задачи и методы кибернетической физики изложены в книгах А.Л. Фрадкова «Кибернетическая физика: принципы и примеры» (СПб.: Наука, 2003) и «Cybernetical physics: from control of chaos to quantum control». (Springer-Verlag, 2007).

В последние годы стали появляться новые научные направления. Начиная с середины 1990-х гг., Владимир Андреевич со своим молодым учеником А.В. Проскурниковым и другими опубликовал около 20 работ по оптимальному гашению колебаний, оптимальному отслеживанию сигналов и теории инвариантности. Им разработана концепция «универсального регулятора», обеспечивающего оптимальность управления при заранее неизвестных помехах и отслеживаемых сигналах, а также инвариантность выхода системы относительно внешнего возмущения. основополагающая работа В.А. Якубовича «Универсальные регуляторы в задачах инвариантности и отслеживания», опубликованная в Докладах РАН, получила премию Международной академической издательской компании «Наука» за лучшую публикацию 1995 г., а на Европейской конференции по управлению 1995 г. В.А. Якубович выступал на эту тему с пленарным докладом.⁶

Одним из центральных направлений в кибернетике начала XXI в. стало объединение теорий управления, вычислений и связи. В нем реализуется стремление к возвращению целостного взгляда на процессы управления и обработки информации, свойственного первым годам развития этой науки. Кафедра не осталась в стороне от мирового научного процесса. А.С. Матвеев совместно со своим австралийским коллегой, также выпускником кафедры А.В. Савкиным опубликовали серию пионерских работ, посвященных управлению и оцениванию при ограничении на пропускную способность (емкость) каналов связи и подытожили их результаты в своей монографии «Estimation and Control over Communication Networks» (Springer-Verlag, 2008).

При подготовке этой статьи использовались материалы университетских публикаций⁷, а также ряд материалов, любезно предоставленных сотрудниками кафедры и лаборатории теоретической кибернетики. Пользуясь случаем, автор благодарит всех, кто принял участие в подготовке данной публикации.

* * *

⁶ *Yakovovich V.A.* Universal Regulators in Linear-Quadratic Optimization Problem // Trends in Control: European Perspective. Alberto Isidori (Ed.). 1995. P. 53–67.

⁷ *Гелиг А.Х., Барабанов А.Е., Матвеев А.С.* Исследования по математической кибернетике // НИИ математики и механики им. акад. В.И. Смирнова: Сб. трудов к 70-летию основания института / Под ред. М.К. Чиркова. Изд-во СПбГУ, 2002; *А.И. Шепелявый.* Кафедра теоретической кибернетики на математико-механическом факультете СПбГУ // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2000. Сер.1. Вып. 1. С. 3–15.

НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ШКОЛЫ СПБГЭТУ В ОБЛАСТИ СИСТЕМ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Ученые и выпускники Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (СПбГЭТУ–ЛЭТИ) были пионерами во многих современных областях науки и техники не только в нашем городе, но и в стране и мире. В институте работали изобретатель радио профессор А.С. Попов, Нобелевский лауреат академик Ж.И. Алфёров, академики Г.О. Графтио, Н.С. Курнаков, И.В. Гребенщиков, А.А. Расплетин, А.Н. Шукин, А.А. Харкевич и А.И. Берг; члены-корреспонденты М.А. Шателен, В.И. Коваленков, В.П. Вологдин, А.А. Пистолькорс, В.И. Сифоров, С.Я. Соколов, А.А. Вавилов; профессора В.В. Дмитриев, А.А. Смулов, И.Г. Фрейман, С.А. Ринкевич, В.А. Тимофеев, А.В. Фатеев, В.Б. Смолон и многие другие учёные. Каждый из них своими трудами внес существенный вклад в развитие той или иной области науки и техники, в подготовку кадров. Мировой известностью пользуется многотомный труд профессора В.И. Смирнова «Курс высшей математики», основой которого послужили лекции, прочитанные им в ЛЭТИ. Широко известен и курс «Основные дифференциальные уравнения математической физики», созданный ведущим кафедрой математики профессором Н.С. Кошляковым.

Идеи передачи информации с помощью колебаний эфира впервые были высказаны в 1761 г. одним из величайших математиков всех времен – петербургским академиком Леонардом Эйлером (1707–1783), который изложил в популярной форме свои воззрения в письмах немецкой принцессе. Спустя 100 лет профессор А.С. Попов осуществил это в своих первых опытах с радиосигналами. Он был не только изобретателем радиосвязи, но и крупным педагогом и организатором радиотехнического образования в России. Будучи ректором Петербургского электротехнического института, профессор А.С. Попов непосредственно участвовал в организации учебного процесса и подготовке радиоинженеров и способствовал превращению впоследствии этого учебного заведения, называвшегося в советскую эпоху ЛЭТИ, в одну из крупнейших в нашей стране кузниц кадров радиоспециалистов. Из окончивших институт в начале века вспомним выпускника 1909 г. В.И. Коваленкова, который был одним из организаторов научных исследований проблем связи в Академии наук СССР, выпускника 1913 г. И.Г. Фреймана, ставшего профессором ЛЭТИ и подготовившего плеяду замечательных ученых. Среди учеников И.Г. Фреймана – академик А.А. Харкевич и член-корреспондент В.И. Сифоров, основатели и руководители Института проблем передачи информации АН СССР. В работах А.А. Харкевича и В.И. Сифорова получили обоснование фундаментальные положения теории передачи информации по каналам связи и были заложены теоретические основы и принципы создания современных цифровых систем связи.

1. Зарождение и формирование научных школ ЛЭТИ в области систем и средств автоматического управления и обработки информации

История кафедры автоматизации и процессов управления (АПУ) – старейшей в России выпускающей кафедры по специальности «Управление и информатика в технических системах» – это история развития этой специальности. Она уходит в далёкое прошлое университета. В 1908 г. на кафедре «Электрические телеграфы» Электротехнического института была организована лаборатория электрической сигнализации и блокировки, что положило начало новому научному направлению в нашей стране, связанному с автоматикой и телемеханикой. В 1922 г. в ЛЭТИ создается кафедра «Электрическое распределение механической энергии» во главе с профессором С.А. Ринкевичем, автором капитального труда, изданного с таким же названием в 1925 г., в котором содержались все основные элементы теории электропривода, которую можно считать созданной в СССР. На базе работ этой кафедры в конце 20-х гг. в институте была организована первая в стране лаборатория, а потом и кафедра электропривода. В лаборатории ближайшие ученики С.А. Ринкевича – будущие доктора наук и профессора А.В. Фатеев, А.В. Берендеев, Б.И. Норневский проводили исследования и разрабатывали десятки новых электроприводов для советского станкостроения и машиностроения.

В 1925 г. в ЛЭТИ впервые в СССР создается специальность и выпускающая кафедра «Сигнализация, централизация и блокировка» (СЦБ), на базе которой по инициативе профессоров В.И. Коваленкова и А.А. Скрицкого организуется в 1930 г. подготовка инженеров по телемеханике. В 1933 г. кафедра СЦБ переименовывается в кафедру телемеханики. Специальность «Автоматика и телемеханика» как самостоятельная появилась в 1935 г. на год ранее организации академиком В.А. Кулебакиным Института автоматизации и телемеханики (ИАТ) при Академии наук СССР и академического журнала с таким же наименованием. Специальность должна была обеспечить подготовку инженеров для новых отраслей промышленности, создаваемых в стране в связи с бурным развитием оборонной техники, точного приборостроения, средств автоматизации и телеуправления. В 1935 г. это была первая и единственная специальность в области автоматизации и управления.

Кафедра автоматизации и телемеханики в ЛЭТИ как и специальность была организована в 1935 г., на базе существовавшей к тому времени кафедры телемеханики по инициативе профессора Владимира Андреевича Тимофеева, ученика академика Г.О. Графтио. Заслуга В.А. Тимофеева состоит не только в этом, но также и в формировании замечательного преподавательского коллектива, который и в послевоенные годы в течение многих лет готовил инженеров по специальности и обеспечивал ведущее место среди аналогичных кафедр других вузов СССР.

Уже в довоенные годы кафедра автоматизации и телемеханики ЛЭТИ установила и успешно развивала связи с промышленностью Ленинграда и страны. Преподаватели кафедры по совместительству работали на предприятиях и в научно-исследовательских институтах города и, наоборот, сотрудники из промышленности и научных учреждений работали преподавателями. Началась подготовка аспирантов в области автоматизации и телемеханики. В.А. Тимофеев с 1938 по 1942 гг. работал заместителем директора ЛЭТИ по научной и учебной работе. В 1939 г. он защитил докторскую диссертацию и опубликовал работы по электрификации и автоматизации транспорта и рудников. Несколько его статей были опубликованы в Германии и США. Немецкое общество инженеров-электриков избрало В.А. Тимофеева своим почетным членом.

В 1942 г. В.А. Тимофеев был репрессирован. В необычных условиях, отбывая тринадцатилетнее заключение в лагерях ГУЛАГа, профессор В.А. Тимофеев написал книгу «Теория и практика анализа результатов наблюдений над техническими объек-

тами, работающими в условиях эксплуатации». Основная идея книги заключалась в выявлении скрытых периодических режимов в функционировании многих технических и промышленных объектов. По существу, этой книгой был установлен приоритет в новом научном направлении, впоследствии ставшим одним из основных в автоматике – идентификации и технической диагностики объектов управления по результатам измерений в режиме нормальной эксплуатации.

После профессора В.А. Тимофеева кафедру возглавил доцент Александр Васильевич Фатеев. В период с 1950 по 1956 г. специальность «Автоматика и телемеханика» была преобразована в специальность «Автоматические, телемеханические и электроизмерительные приборы и устройства». В 1953 г. А.В. Фатеев в Москве в Институте автоматики и телемеханики защитил докторскую диссертацию на тему «Частотный метод синтеза корректирующих устройств в системах автоматического регулирования» и в том же году опубликовал в издательстве «Госэнергоиздат» свою знаменитую книгу «Основы линейной теории автоматического регулирования». Эта книга сыграла важную роль в создании и развитии отечественной школы подготовки специалистов в области теории управления. Разработанный А.В. Фатеевым метод синтеза базировался на формировании желаемых частотных характеристик разомкнутой системы по показателям качества переходных процессов замкнутой системы. Как и в методе профессора В.В. Солодовникова временные характеристики замкнутой системы вычислялись по ее вещественной частотной характеристике. А.В. Фатеев рассмотрел более широкий класс желаемых вещественных частотных характеристик замкнутой системы. В 40-е и 50-е гг. происходило формирование теории автоматического регулирования в самостоятельную научную дисциплину. В эти годы наиболее популярными были частотные методы расчёта. Именно они использовали структурные представления систем в виде соединений элементарных звеньев однонаправленного действия, широкое использование логарифмических и амплитудно-фазовых частотных характеристик, передаточных и переходных функций. Видную роль в пропаганде и развитии частотных методов в теории автоматического регулирования сыграл профессор А.В. Фатеев.

В 50-е гг. профессор А.В. Фатеев стал председателем совета по защитах диссертаций, заместителем председателя научно-методической комиссии Министерства ВО и ССО СССР по специальности «Автоматика и телемеханика», членом экспертного совета ВАК СССР. Александр Васильевич работал консультантом во многих научно-исследовательских институтах Ленинграда и имел хорошие связи с ведущими предприятиями города, такими как Кировский завод, станкостроительный завод им Я.М. Свердлова, Металлический завод имени И.В. Сталина, завод турбинных лопаток, завод «Электросила». По совместительству он работал в Институте электромеханики АН СССР вместе с А.А. Вороновым.

Среди выпускников кафедры первых послевоенных лет были известные впоследствии специалисты: профессора А.А. Вавилов, В.А. Олейников, В.И. Анисимов, С.М. Федоров, В.К. Захаров, Б.В. Шамрай. Кроме С.М. Федорова и В.К. Захарова, все были преподавателями кафедры автоматики и телемеханики в течение многих лет. С.М. Федоров работал доцентом в Военно-механическом институте, потом стал профессором Ленинградской военно-воздушной инженерной академии имени А.Ф. Можайского и позднее заведовал кафедрой в Институте гражданской авиации. В.К. Захаров стал профессором и заведующим кафедрой автоматики и вычислительной техники, организатором и первым деканом факультета технической кибернетики ЛПИ.

В начале 50-х гг. начался переход к комплексной автоматизации в промышленности. В лекционных курсах и учебных пособиях В.А. Тимофеев и А.В. Фатеев еще с довоенного времени наметили переход к автоматизации производственных процессов и транспортных средств. В ЛЭТИ, кроме кафедры автоматики и телемеханики на фа-

культете электроприборостроения, инженеров в области автоматизации и управления готовили также на электроэнергетическом факультете кафедры электропривода, синхронно-следящих систем и электрооборудования судов. В 1946 г. на кафедру автоматики пришел работать Юрий Яковлевич Юров, который впоследствии стал профессором, заведующим кафедрой радиотехники, крупным ученым в области высокочастотной радиосвязи. В 1951 г. он защитил докторскую диссертацию в Москве в Институте автоматики и телемеханики, в которой исследовалась устойчивость авиационных автоматических систем с угольными регуляторами.

На факультете электроприборостроения (ФЭП), как тогда назывался факультет автоматики и вычислительной техники (ФАВТ), а потом компьютерной техники и информатики (ФКТИ), кроме кафедры автоматики и телемеханики, выпускающими кафедрами были кафедры электрических измерений, счетно-решающей техники, гироскопических приборов и устройств. В учебный план факультета уже в 50-е гг. как обязательные дисциплины были введены курсы по теории автоматического регулирования, счётно-решающей технике и электрическим измерениям.

Кафедра счетно-решающей техники (ныне кафедра вычислительной техники) была первой в стране по этой специальности. Её организовал в 1931 г. как кафедру «Приборы управления стрельбой» (ПУС) выпускник института инженер В.Г. Наумов, развернувшей в высшей школе научные работы по созданию вычислительной техники «нулевого» поколения – механических и электромеханических управляющих вычислительных приборов. После него кафедрой руководил с 1933 по 1939 гг. крупный специалист в области военного математического приборостроения профессор С.А. Изенбек, впоследствии организовавший аналогичные кафедры в ЛИТМО (1938) и Военно-морской академии (1939). В период с 1939 по 1945 гг. возглавлял инженер И.М. Маликов, ведущий специалист завода и КБ «Электроприбор». Следует отметить, что создаваемые на кафедре электромеханические средства вычислительной техники использовались в основном в системах управления и обладали свойствами, которые впоследствии были в электронных управляющих устройствах. Они работали в реальном масштабе времени за счет децентрализации и распараллеливания вычислительного процесса, позволяли осуществлять простейший диалоговый режим с помощью специальных периферийных устройств, обладали высокой надежностью за счет многократного резервирования. Среди довоенных выпускников кафедры ПУС лауреаты Ленинских и Государственных премий: Герой Социалистического Труда заместитель председателя Госплана СССР Г.А. Титов; главный инженер НИИ «Электроприбор», доктор технических наук профессор С.Ф. Фармаковский; главный конструктор многих специализированных автоматических систем управления М.А. Зерницкий.

Длительный послевоенный период кафедрой ПУС руководил её выпускник Яков Викторович Новосельцев, первый кандидат и доктор технических наук на кафедре. Его докторская диссертация была посвящена разработке методов проектирования и построения дифференцирующе-сглаживающих устройств. Основным научным направлением кафедры в те годы было теория и проектирование непрерывных, гибридных и цифровых специализированных вычислительных устройств для управления подвижными объектами. В 1956 г. кафедра ПУС получила новое название «Кафедра счетно-решающей техники» (СРТ) и новую специальность 0608–«Математические и счетно-решающие приборы и устройства». Послевоенные выпускники кафедры счетно-решающей техники ЛЭТИ – выдающиеся инженеры В.И. Маслевский, Р.Н. Петренко, А.С. Белодубровский стали разработчиками первых в стране специализированных вычислительных управляющих приборов, лауреатами Ленинской премии СССР, а доцент В.Б. Смолос впоследствии стал доктором технических наук, профессором, заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, выдающимся ученым и инженером,

создателем и руководителем крупнейшей в стране научно-педагогической школы в области вычислительной техники и информатики.

Кафедра гироскопических приборов и устройств ЛЭТИ была одной из первых в стране кафедр по гироскопии. Организация этой кафедры в 1938 г. произошла по инициативе академика Алексея Николаевича Крылова и её первого заведующего – заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, профессора Бориса Ивановича Кудревича. За фундаментальный труд в пяти частях «Теория и практика гироскопического компаса» в 1939 г. его утвердили в ученой степени доктора технических наук без защиты. После него кафедрой руководил заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор Павел Иванович Сайдов, защищавший докторскую диссертацию в 1955 г. по методам расчета систем стабилизации летательных аппаратов. П.И. Сайдов – автор основополагающего учебника «Теория гироскопов». К педагогической деятельности на кафедре были привлечены крупные специалисты промышленности профессора Э.И. Слив и Г.Н. Поникаровский, доценты А.А. Одинцов, М.В. Соловьев, лауреат Ленинской премии Ю.А. Щербаков. Многие выпускники кафедры стали ведущими в стране специалистами в этой области. Один из них лауреат Ленинской и Государственных премий, Герой Социалистического труда Вячеслав Павлович Арефьев был основателем и генеральным директором НИИ командных приборов в Ленинграде. Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор доктор технических наук Р.И. Сольников – известный специалист в области моделирования гироскопических систем, один из пионеров применения компьютеров для автоматизации моделирования и проектирования систем автоматического управления, основатель кафедры и специальности САПР в Ленинградском институте авиационного приборостроения. Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор доктор технических наук В.Г. Воробьев – заведующий кафедрой и ректор Московского института инженеров гражданской авиации. Доктор технических наук А.С. Иванов – крупный учёный в области теории и практики автоматических гироскопических систем ориентации, выдающийся инженер – изобретатель.

Кафедра информационно-измерительной техники была организована в 1929 г. профессором Е.А. Свирским как первая в стране кафедра электрических измерений. Е.А. Свирский – автор первых учебников и учебных пособий в нашей стране по электротехническим и магнитным измерениям. Впоследствии её возглавлял почти тридцать лет с 1949 по 1978 гг. заслуженный деятель науки и техники РСФСР профессор А.В. Фремке, под руководством которого получило развитие новое для того времени направление – автоматические телеизмерительные системы и датчики-преобразователи неэлектрических величин. Фундаментальный учебник А.В. Фремке «Электрические измерения» издавался 5 раз на протяжении тридцати лет с 1950 по 1980 гг. Другой его фундаментальный учебник «Телеизмерения» был также очень популярным и переиздавался 3 раза. В послевоенные годы кафедра готовила инженеров по специализации «Электроизмерительная техника» в рамках специальности «Автоматические, телемеханические и электроизмерительные приборы и устройства». Дипломный проект выпускника этой кафедры Г.И. Ковалерова по созданию автоматических телеизмерительных систем стал основой для его дальнейшей работы, которая была отмечена Государственной премией СССР, а сам он стал доктором технических наук, профессором, первым заместителем Министра приборостроения и средств автоматизации и систем управления СССР. Среди выпускников кафедры информационно-измерительной техники ЛЭТИ много и других выдающихся инженеров и ученых в области автоматических систем измерения и контроля.

Важную роль в организации и подготовке инженеров по автоматизации и управлению в ЛЭТИ выполняла кафедра «Системы автоматического управления» (САУ), которая была организована на электроэнергетическом факультете (ЭЭФ) заслужен-

ным деятелем науки и техники РСФСР профессором Д.В. Васильевым в 1947 г., как кафедры синхронно-следающих систем. Кафедра была одной из первых в стране по этой специальности. Специализация кафедры с самого начала ее образования ориентировалась на подготовку инженеров по системам автоматического управления летательными аппаратами. В 1960 г. сама специальность и кафедра были переименованы в «Системы автоматического управления».

Д.В. Васильев еще до войны работал доцентом на кафедре автоматики и телемеханики ЛПИ. В 1935 г. он опубликовал монографию «Электрические машины в схеме синхронной связи» – первую книгу в стране по этой тематике. В 1952 г. он же написал первое в стране учебное пособие по синхронно-следающим системам «Синхронно-следающие системы». В 50-е гг. Д.В. Васильевым и его учениками были написаны и опубликованы в печати монографии и учебные пособия по теории следящих систем, которые были очень популярны среди инженеров и преподавателей нашей страны.

Под руководством Д.В. Васильева в институте проводились важные научно-исследовательские работы по постановлениям правительства по моделированию и управлению летательными аппаратами. По его инициативе в ЛЭТИ была организована одна из первых в стране отраслевых лабораторий по автоматизации моделирования систем управления. В этой лаборатории разработан и реализован уникальный для того времени гибридный вычислительный комплекс «Сетка» для моделирования систем управления специального назначения. Под редакцией Д.В. Васильева и А.В. Фатеева в 1961 г. вышла в свет монография «Проектирование и расчёт следящих систем и систем управления», авторами которой были не только преподаватели ЛЭТИ, но и сотрудники ЦНИИ «Гранит».

В 50-х гг. возникла необходимость широкого применения средств электрификации и автоматизации на морских судах. В ЛЭТИ начала активно функционировать вновь созданная кафедра электрооборудования судов. Многие годы ее возглавлял ученик С.А. Ринкевича профессор Борис Иванович Норневский, который ещё до войны стал крупным специалистом в области судовой электротехники и автоматики. Он был автором большого количества работ по судовому электрооборудованию и электродвигателям. Под руководством Б.И. Норневского в институте в 50-е гг. проводились работы по правительственному постановлению, связанные с автоматизацией электроэнергетических установок на атомном ледоколе «В.И. Ленин». В соавторстве с профессором Д.В. Васильевым и доцентом В.А. Михайловым Б.И. Норневский написал в 1961 г. учебник «Судовые автоматизированные установки» и в 1965 г. учебное пособие «Автоматизация судовых установок». Оба эти издания с грифом МВ и ССО СССР явились первыми в стране учебными пособиями по соответствующей дисциплине.

2. Формирование и развитие научных школ ЛЭТИ по управлению и вычислительной технике в 60-е годы

К началу 60-х гг. кафедра автоматики и телемеханики стала одной из самых больших кафедр института как по количеству преподавателей, так и по числу научных сотрудников и аспирантов. В составе кафедры работало четыре учебно-научных цикла, каждый из которых представлял самостоятельный коллектив педагогов и ученых, работающий в определенном направлении теории и практики автоматики и телемеханики: системы автоматического регулирования и управления, систем телемеханики и телеуправления, электронные и электромагнитные элементы и устройства.

Основным циклом на кафедре всегда был цикл систем автоматического регулирования и управления. Формальным руководителем этого цикла считался сам А.В. Фатеев, но фактически циклом руководил доцент Александр Александрович Вавилов, который в эти годы работал над созданием частотных методов анализа и

синтеза нелинейных систем автоматического управления. Он разработал методику синтеза нелинейных колебательных систем с заданным коэффициентом затухания и оригинальный метод исследования автоколебаний в нелинейных системах с помощью логарифмических частотных характеристик. Под руководством А.А. Вавилова проводились научные работы по созданию частотных методов синтеза взаимно-связных следящих систем. Позднее результаты этой работы были отражены в монографии «Силовые электромеханические системы копировально-фрезерных станков» (1964). В эти годы А.А. Вавилов занимался и системами с переменной структурой, его интересовало использование для их расчета также частотных методов.

Системам с переменной структурой были посвящены кандидатская и докторская диссертации профессора Евгения Ивановича Хлыпало (ученика академика Евгения Павловича Попова), одного из начальников отдела ЦНИИ «Гранит». Е.И. Хлыпало называл эти системы системами с нелинейной динамической коррекцией и посвятил им две монографии. В конце 60-х гг. Е.И. Хлыпало – профессор на кафедре автоматики и телемеханики и по совместительству начальник отдела в ЦНИИ. Евгений Иванович был крупным специалистом в области систем управления летательными аппаратами. Он предложил различные методы нелинейной коррекции систем управления. Ближайшим коллегой Е.И. Хлыпало в ЦНИИ был его сотрудник и ученик Сергей Николаевич Шаров, который под его руководством подготовил и защитил кандидатскую диссертацию. Позднее в 80-х гг. С.Н. Шаров защитил в ЛЭТИ докторскую диссертацию, стал профессором и заведующим кафедрой систем автоматического управления в Ленинградском военно-механическом институте. Так же как и у Е.И. Хлыпало, его работы были посвящены частотным методам расчёта нелинейных систем автоматического управления на основе эквивалентной гармонической линеаризации.

Важными в 60-х гг. в связи с расширением сферы объектов управления и автоматизации становятся проблемы моделирования и идентификации. В связи с широким применением в эти годы частотных методов для расчёта линейных и нелинейных систем регулирования весьма актуальной задачей являлась разработка частотных методов экспериментального исследования систем, методов измерения и аппаратуры для определения частотных характеристик систем и их элементов. Работы по экспериментальному исследованию систем управления были начаты на кафедре автоматики и телемеханики под руководством А.А. Вавилова ещё в 1954 г. В 1963 г. вышла в свет написанная А.А. Вавиловым и А.И. Солодовниковым одна из первых отечественных монографий «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.

В начале 60-х гг. на кафедре проводились научно-исследовательские работы по созданию многоканальных регуляторов для объединения «Позитрон» и ГСКБ СКА. В результате этих работ А.А. Вавилов, В.Б. Яковлев и В.А. Терехов создали первый в мире общепромышленный многоканальный регулятор на базе многоточечного автоматического компенсатора. На эту разработку было получено авторское свидетельство и несколько зарубежных патентов. Начались исследования и разработки в области нового научно-технического направления – теории и применения многоканальных систем и средств автоматического контроля и управления. А.А. Вавиловым и В.Б. Яковлевым был разработан метод расчета дискретных систем, основанный на замене малых постоянных времени эквивалентным запаздыванием, а также методы анализа и синтеза линейных и нелинейных импульсных систем с помощью логарифмических частотных характеристик.

Большой вклад в построение математических моделей объектов строительного и нефтехимического производства внесли работы В.А. Олейникова. Сам Олейников продолжал работу в области автоматизации горной и нефтехимической промышлен-

ленности в сотрудничестве с кафедрой автоматизации технологических процессов Ленинградского горного института. Результаты этих приоритетных в своей области работ отражены в монографиях, вышедших в свет в издательстве «Недра».

В 60-е гг. в теории управления в связи с освоением космоса и бурным развитием ракетной техники центральными становятся проблемы оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина и метод динамического программирования Беллмана создали хорошую математическую основу для разработки инженерных методов анализа и синтеза оптимальных систем. В отличие от А.А. Вавилова доцент Виктор Алексеевич Олейников для расчета систем управления использовал не частотные характеристики, а дифференциальные уравнения. К началу 60-х гг. В.А. Олейников стал видным учёным в области оптимального управления. Он использовал принцип максимума Понтрягина и сформулировал условия общности положения для нелинейных систем. В.А. Олейников один из первых в стране начал читать лекции для студентов по экстремальным и оптимальным системам. С 1963 г. на кафедре под руководством В.А. Олейникова функционировала учебная лаборатория оптимальных и экстремальных систем. В 1969 г. он вместе с преподавателями кафедры Н.С. Зотовым, А.М. Пришвиным и Н.В. Соловьёвым подготовил и опубликовал в издательстве «Высшая школа» одно из первых в стране учебное пособие «Оптимальные и экстремальные системы управления» и задачник по этой дисциплине с грифом МВ и ССО СССР.

В 60-е гг. в СССР одним из актуальных направлений теории автоматического управления стала теория инвариантности. По инициативе академика АН СССР Б.Н. Петрова и выпускника кафедры автоматики ЛЭТИ 1938 г. члена-корреспондента АН УССР профессора А.Г. Ивахненко в Киеве регулярно проводились Всесоюзные конференции по теории инвариантности в управлении. Кафедра автоматики и телемеханики принимала активное участие во всех конференциях и совещаниях по этому направлению. А.А. Вавилов, В.А. Терехов и В.Б. Яковлев неоднократно выступали с докладами, посвященными разработке метода структурного и параметрического синтеза инвариантных регуляторов. В одном из этих докладов были рассмотрены различные формы инвариантности на основе функций чувствительности и установлена связь между чувствительностью и инвариантностью в системах управления, в другом – для реализации условий инвариантности в дискретных системах был предложен новый принцип – принцип временного разделения измерения и управления.

Инвариантным системам управления были посвящены кандидатские диссертации аспирантов А.А. Безвиконного и В.А. Терехова. А.А. Вавиловым и А.А. Безвиконным были разработаны специальные номограммы, связывающие параметры системы с показателями качества процессов при различных воздействиях на систему. Эти номограммы являются дальнейшим развитием известных номограмм Г. Честната и Р.В. Майера. Они существенно расширяют класс синтезируемых систем и позволяют осуществлять синтез систем с минимальным временем переходного процесса при заданном максимальном значении ошибки.

Работы кафедры в области теории инвариантности остались актуальными и в 80-е гг. Позднее В.Б. Яковлев и с Д.Х. Имаев в 1988 г. опубликовали в журнале «International Control Journal» статью «Синтез инвариантных систем управления», в которой познакомили Запад с достижениями учёных кафедры в этой области.

В связи с комплексной автоматизацией производственных процессов в 60-е гг. подготовкой инженеров и проблемами в области автоматических систем управления стали заниматься кафедра электрификации и автоматизации промышленности, в прошлом первая в стране кафедра электропривода, которую организовал и возглавлял профессор С.Н. Ринкевич – основоположник отечественной школы электропривода. Преемником С.Н. Ринкевича стал заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор Артемий Васильевич Башарин, который руководил кафедрой более 30 лет:

с 1955 по 1986 гг. А.В. Башарин защитил докторскую диссертацию в 1960 г. Она была посвящена созданию графоаналитического метода расчета нелинейных автоматических систем на основе метода интегрирования дифференциальных уравнений, предложенного великим Эйлером. Метод Башарина позволял не только определять переходные процессы, но и осуществлять синтез нелинейных корректирующих устройств. По материалам своей диссертации профессор А.В. Башарин опубликовал в 1972 г. монографию «Расчёт нелинейных систем автоматического управления». По его же инициативе в 1962 г. кафедра электропривода переименована в кафедру электрификации и автоматизации промышленных предприятий. Среди учеников А.В. Башарина – доктора технических наук профессора Л.Н. Рассудов, В.И. Плескунин, В.В. Новиков, Г.Г. Соколовский, А.А. Колесников и др. Заслуженный деятель науки и техники России, доктор технических наук профессор Л.Н. Рассудов стал его преемником на кафедре и проректором ЛЭТИ. Заслуженный деятель науки и техники России, доктор технических наук профессор А.А. Колесников многие годы возглавлял кафедру автоматики Таганрогского радиотехнического института. Он создатель нового научного направления в области управления – синергетической теории управления, которая базируется на использовании идей и принципов синергетики при синтезе систем.

В 1959 г. по инициативе А.В. Фатеева и А.В. Башарина при двух кафедрах «Автоматика и телемеханика» и «Электрификация и автоматизация промпредприятий» была создана первая в ЛЭТИ межфакультетская научно-исследовательская лаборатория электрификации и автоматизации производства (ЭЛАП), позднее названная отраслевой лабораторией автоматизации судостроительной промышленности (ОНИЛ АСП). В лаборатории начались пионерские работы в области автоматизации технологических и производственных процессов. Одной из них была работа по созданию первых в стране автоматических систем бесконтактного управления газовыми турбинами для компрессорных газоперекачивающих станций. Под руководством А.А. Вавилова, А.В. Башарина, В.А. Олейникова, Л.П. Смольникова и В.Г. Кеппермана начались работы по автоматическим системам с числовым программным управлением станками, прокатными станами и различным промышленным оборудованием.

Профессор кафедры автоматики и телемеханики Роберт Иванович Юргенсон уже до войны считался крупным специалистом в области телемеханики и телеуправления. В начале 50-х гг. он читал уникальный для того времени курс по телеуправлению, в котором излагал студентам целые разделы из своей докторской работы, позднее опубликованной в виде монографии «Синтез кодирующих и декодирующих устройств телемеханики дискретного действия». Много внимания в этом курсе впервые в телемеханике уделялось вопросам кодирования, геометрическим моделям кодов, вопросам повышения помехоустойчивости и надежности дискретных систем передачи информации. Благодаря Р.И. Юргенсону на кафедре были заложены основы для развития научного направления, связанного с теорией и проектированием дискретных систем передачи и обработки информации, которое впоследствии развивал его ученик профессор Б.Я. Советов, ставший впоследствии действительным членом Академии образования России.

Доцент кафедры Владимир Иванович Анисимов одним из первых в высшей школе в 1956 г. начал читать лекции по полупроводниковой схемотехнике, и не только для студентов. Публичные лекции В.И. Анисимова в Выборгском Доме культуры Ленинграда для инженеров пользовались очень большой популярностью и часто попасть туда могли не все желающие. Чтобы прослушать их, нужно было заранее записываться в Ленинградском доме научно-технической пропаганды (ЛДНТП) на Невском проспекте. Большой вклад В.И. Анисимов внёс в содержание курса «Электронные устройства автоматики и телемеханики». Благодаря его усилиям осуществлялась своевременная модернизация курса в соответствии с развитием элементной базы. В значительной степени под его влиянием этот курс постепенно становился курсом

по микросхемотехнике и электронным цепям. Его исследовательская группа работала над созданием схем операционных широкополосных транзисторных усилителей и высокоточных транзисторных модуляторов и демодуляторов. Эти работы послужили основой для проведения в 60-е гг. дальнейших исследований в этой области, которые были отражены позднее в оригинальной монографии «Транзисторные модуляторы», написанной в соавторстве с его учеником Александром Павловичем Голубевым, выпускником кафедры автоматики и телемеханики. А.П. Голубев позднее стал доктором технических наук, крупным специалистом по микросхемотехнике и работал в области микроэлектроники в Зеленограде и НПО «Светлана».

Цикл электромагнитной техники на кафедре возглавлял доцент Борис Ильич Аранович. Под его руководством работал Борис Викторович Шамрай, впоследствии декан факультета автоматики и вычислительной техники ЛЭТИ, профессор, зав. кафедрой автоматики и ректор Северо-Западного политехнического института. Их усилиями на кафедре была создана учебная лаборатория по электромагнитной технике и магнитным усилителям. У Б.И. Арановича были хорошие деловые связи со многими организациями и специалистами в этой области, в том числе со знаменитым в то время советским корифеем по магнитным усилителям из Института автоматики и телемеханики в Москве профессором М.А. Розенблатом. Так же как и В.А. Анисимов, Б.И. Аранович в своих лекциях своевременно переходил на новую элементную базу в области электромагнитной техники. Под руководством Б.И. Арановича на кафедре уже в довоенное время была создана на электромеханических реле одна из первых в стране управляющих вычислительных машин, работавшая в двоичной системе. Б.И. Аранович был также автором и одного из первых учебных пособий по курсу электромагнитной техники в автоматике и телемеханике.

В 1960 г. заведующим кафедрой счетно-решающей техники, получившей название кафедры вычислительной техники (ВТ), стал доцент Владимир Борисович Смолов, к этому времени уже видный ученый в области специализированной вычислительной техники для управления и обработки информации. Он руководил кафедрой почти тридцать лет до 1989 г. В 1962 г. доцент кафедры А.Н. Лебедев защитил докторскую диссертацию, внесшую существенный вклад в теорию и методы проектирования средств управляющей вычислительной техники по критериям точности и устойчивости. В следующем году защитил докторскую диссертацию и сам В.Б. Смолов в форме доклада по опубликованным научным трудам в области теории и методики проектирования аналоговых, гибридных и цифровых функциональных преобразователей для управляющих систем реального времени. Профессорами А.Н. Лебедевым и В.Б. Смоловым и их учениками были подготовлены и опубликованы одни из первых в стране учебные пособия по вычислительным машинам непрерывного действия, а также по магнитным устройствам вычислительных машин, комбинированным вычислительным устройствам, элементам и узлам цифровых устройств.

Основным научным направлением кафедры ВТ было решение теоретических и прикладных задач создания специализированных средств вычислительной техники для решения задач управления, измерения, контроля и диагностики. По этому направлению в 60-е гг. на кафедре проводились важные научно-исследовательские работы по правительственным постановлениям и планам АН СССР.

В 1966 г. в ЛЭТИ по инициативе профессоров Бориса Ивановича Норневского в ЛЭТИ был организован первый в стране факультет корабельной электротехники и автоматики (ФКЭА). В составе факультета с самого его основания работали четыре выпускающие кафедры: «Электрооборудование судов» по одноименной специальности – во главе с профессором Б.И. Норневским; «Корабельная радиотехника» по специальности «Радиотехника» – во главе с профессором В.И. Винокуровым; кафедра «Корабельные системы управления» по одноименной специальности – во главе

с профессором И.Р. Фрейдзоном и кафедре «Гироскопические и автономные системы» по специальности «Гироскопические приборы и устройства» – во главе с профессором П.И. Сайдовым. Все кафедры факультета имели прочную связь не только с промышленными и научно-исследовательскими организациями Министерства судостроительной промышленности Ленинграда, но и с предприятиями других министерств, связанных с флотом. Многие ведущие сотрудники этих организаций были по совместительству преподавателями на кафедрах факультета. На факультете корабельной электротехники, радиотехники и автоматики были организованы базовые кафедры совместно с Министерством судостроительной промышленности в ЦНИИ «Аврора» во главе с генеральным директором О.И. Демченко, в НИИ «Ритм» во главе с генеральным директором Б.Н. Токаревым.

Заслуженный деятель науки и техники РСФСР профессор Исаак Рубинович Фрейдзон, как и Борис Иванович Норневский, был известным специалистом в области судовой автоматики и управления. Многие годы он руководил военно-морской кафедрой. И.Р. Фрейдзон был автором многочисленных монографий и учебных пособий по корабельным автоматическим системам и устройствам. Одно из направлений его научной деятельности связано с проблемой освоения мирового океана и автоматическими системами стабилизации плавучих платформ. Его авторитет как учёного был очень высоким не только в промышленности и на флоте, но и в академической среде. В течение многих лет он сотрудничал с академиком А.И. Бергом и был руководителем секции Научного совета АН СССР по кибернетике.

3. Развитие научных школ ЛЭТИ по управлению и вычислительной технике под руководством А.А. Вавилова

В 1967 г. доцент кафедры автоматики и телемеханики Александр Александрович Вавилов назначается ректором ЛЭТИ, а в следующем году защищает докторскую диссертацию по совокупности опубликованных работ на тему «Разработка частотных методов исследования и расчёта нелинейных систем автоматического управления». В монографиях, учебных пособиях и статьях А.А. Вавиловым изложены основополагающие результаты, полученные им в процессе разработки и исследования частотных методов анализа, синтеза и оптимизации нелинейных автоматических систем управления. А.А. Вавилов разработал инженерные методы исследования абсолютной устойчивости процессов и положения равновесия в нелинейных системах, с появлением его работ, частотные методы анализа и синтеза нелинейных систем стали достоянием широкого круга проектировщиков благодаря их чрезвычайной простоте и наглядности.

В начале 60-х гг. появилась так называемая «современная теория управления», в основе которой был метод пространства состояний, базирующийся на матричной алгебре. На кафедре автоматики и телемеханики В.И. Анисимов начал заниматься применением матричных и графовых методов для расчёта электронных цепей. Работы В.И. Анисимова в эти годы заложили основы нового научного направления в ЛЭТИ, связанного с разработкой машинных методов расчёта электронных цепей, которое позднее стало называться системами автоматизированного проектирования (САПР). В 1969 г. В.И. Анисимов защитил докторскую диссертацию на тему «Обобщенные методы анализа электронных устройств вычислительной техники и систем управления», в которой разработал обобщенный граф и матричный метод для анализа и синтеза электронных цепей. Результаты этой работы изложены в его монографии «Топологический расчет электронных схем», которую он опубликовал значительно позднее – в 1977 г.

Большой вклад в разработку теории и инженерных методов расчета оптимальных нелинейных систем управления внесли в эти годы В.А. Олейников и Л.П. Смольников. Их труды составляют значительную часть исследований, проводимых на кафедре в 60-е гг. В.А. Олейников подготовил и защитил докторскую диссертацию «Оптимальные

нелинейные системы автоматического управления». В ней он предложил подход к анализу и синтезу оптимальных управлений в нелинейных системах на основе принципа максимума и структурного представления объекта, разработал множество приёмов и способов исследования процессов, базирующихся на сформулированных им условиях общности положения, качественной теории дифференциальных уравнений и анализе функциональных матриц. Вопросам теории квазиоптимальных систем управления были посвящены работы Л.П. Смольникова. В основе этих работ лежит предложенный им метод типовых фазовых характеристик и траекторий для систем с кусочно-линейными характеристиками, что стало предметом его докторской диссертации. Основные результаты Л.П. Смольникова изложены в его монографиях. Профессорами В.А. Олейниковым и Л.П. Смольниковым была создана в ЛЭТИ одна из первых в технических вузах страны научно-педагогическая школа в области оптимального управления.

В 1968 г. А.А. Вавилов становится председателем научно-методического совета Министерства высшего образования СССР по специальности 0606 – «Автоматика и телемеханика», а В.Б. Яковлев – ученым секретарем. С этого времени кафедра автоматки становится головной в стране по этой специальности, и её деятельность по существу определяют содержание и перспективы развития специальности. До 1969 г. специальность 0606 не имела специализаций. По предложению А.А. Вавилова были введены две специализации: «Элементы и устройства автоматки и телемеханики» и «Схемы и системы автоматки и телемеханики». В 1969 г. при ведущих вузах Министерства высшего и среднего образования РСФСР формируются Главные советы по различным направлениям науки и образования. Благодаря А.А. Вавилову Главной совет по автоматке и системам управления Министерства высшего и среднего образования РСФСР оказывается в ЛЭТИ. Первым председателем совета стал профессор А.В. Фатеев. В течение более десяти лет, начиная с 1969 г., учёным секретарём совета работал доцент кафедры В.А. Терехов. Таким образом, к концу 60-х гг. кафедра автоматки и телемеханики становится головной кафедрой в стране по специальности 0606 – «Автоматика и телемеханика».

В 1967 г. в ЛЭТИ организуется один из первых в стране факультет повышения квалификации преподавателей по специальностям в области радиотехники, электроники, микроэлектроники, автоматки, вычислительной техники и систем управления. В этом же году в числе первых в стране при ЛЭТИ был создан факультет повышения квалификации инженерно-технических работников по этим направлениям. В 1968 г. в институте проводится Всесоюзное совещание заведующих кафедрами по ряду специальностей в области автоматизации, управления, вычислительной техники, радиотехники и электроники. На нем принимается ряд важных решений о совершенствовании подготовки инженеров в области математики, применения вычислительной техники, теории управления и автоматизации проектирования в стране. Появление факультета повышения квалификации потребовало от преподавателей института постановки ряда новых курсов и лабораторий.

В 1968 г. в Ленинграде произошло ещё одно очень важное событие. В помещении Дворца Труда состоялось впервые общее собрание учёных Ленинграда, работающих в области автоматизации и процессов управления. На этом собрании состоялись выборы Бюро и председателя Ленинградской территориальной группы. Председателем был избран А.А. Вавилов, а ученым секретарем – его ученик доцент В.Б. Яковлев. Базовой организацией был определён ЛЭТИ. С этого года кафедра автоматки и телемеханики ЛЭТИ стала принимать самое непосредственное участие во всех мероприятиях, которые проходили в Ленинграде под линии Национального Комитета по автоматическому управлению СССР в рамках ИФАК.

В 70-е гг. в связи с бурным развитием вычислительной техники и систем управления, а также все более широкого их применения во всех областях науки и техники

по инициативе ректора А.А. Вавилова в ЛЭТИ появился ряд новых специальностей и кафедр в этом направлении. В конце 60-х гг. в ряде вузов страны началась подготовка специалистов по новой специальности 0647 – «Прикладная математика». В 1967 г. по предложению ректора подготовка инженеров-математиков была поручена кафедре вычислительной техники, и она стала единственной тогда кафедрой в Союзе, осуществляющей выпуск специалистов по двум специальностям: 0606 и 0647.

После скоропостижной смерти А.В. Фатеева (в июне 1971 г.) кафедру возглавил А.А. Вавилов. К этому времени в рамках одной кафедры осуществлялась подготовка специалистов по двум специальностям 0606 и 0646, каждая из которых была связана с применением вычислительной техники в задачах автоматизации процессов управления и обработки информации. В то же время всё более явно проявлялось разделение преподавателей и сотрудников кафедры на специалистов по разработке систем и специалистов по проектированию элементов и устройств. В 1971 г. циклы электроники и электромагнитной техники преобразуются в самостоятельное подразделение института, которое выделяется из кафедры автоматики и телемеханики в виде кафедры электронных и магнитных цепей (ЭМЦ) во главе с профессором В.И. Анисимовым. Основное научное направление новой кафедры – разработка машинных методов проектирования электронных и магнитных цепей. По существу это была одна из первых в стране кафедр автоматизированного проектирования. Первоначально она готовила специалистов по системам автоматизированного проектирования в рамках специальности 0606 – «Автоматика и телемеханика». Впоследствии, после появления новой специальности 0645 – «Системы автоматизированного проектирования», кафедра ЭМЦ переименовывается в кафедру САПР и готовит инженеров по этой специальности.

В это время в стране широко развернулись работы по созданию автоматизированных систем управления (АСУ) всех уровней от отдельного предприятия до целых министерств. АСУ должны были стать помощником руководителей, выдавая им сводную информацию о состоянии управляемых ими объектов. В 1971 г. по инициативе А.А. Вавилова на кафедре автоматики и телемеханики ЛЭТИ появилась новая специальность 0646 – «Автоматизированные системы управления».

В 1972 г. доцент кафедры автоматики и телемеханики Б.Я. Советов защитил докторскую диссертацию на тему «Помехоустойчивость и надежность больших цифровых автоматизированных систем обработки информации». С этого времени он стал руководителем подготовки инженеров-кадров по специальности 0646 – «Автоматизированные системы управления».

В 1978 г. В.Б. Яковлев в своей докторской диссертации «Разработка методов расчета нелинейных импульсных систем и многоканальных регуляторов» обобщил полученные им и его учениками результаты в теории нелинейных импульсных систем и разработал теорию систем многоканального управления, ставшую научной основой структурной и технической реализации многоканальных систем управления. В диссертации был получен ряд существенных результатов, связанных с развитием частотных и временных методов анализа и синтеза нелинейных дискретных систем. Ученик В.Б. Яковлева бывший аспирант В.М. Муттер на основе частотных методов расчета дискретных систем, базирующихся на критерии абсолютной устойчивости и эквивалентной гармонической линеаризации, подготовил и защитил в 1977 г. докторскую диссертацию на тему «Исследование и разработка аналого-цифровых средств управления и регулирования».

В 70-е гг. вырос и укрепился авторитет кафедры ВТ ЛЭТИ не только как крупнейшей в стране кафедры по подготовке инженеров, но и как мощного центра теоретических исследований и подготовки научных кадров высшей квалификации в области вычислительной техники и информатики. В эти годы защитили докторские диссер-

тации и стали профессорами ученики В.Б. Смолова: Е.П. Балашов, Е.П. Угрюмов, Е.А. Чернявский, В.В. Барашенков и А.В. Плотников. Их диссертации были посвящены теории и созданию функционально ориентированных цифровых микроэлектронных процессоров, гибридных вычислительных устройств, цифровых вычислительных управляющих систем реального времени, систем автоматизации проектирования средств вычислительной техники. Результаты этих работ отражены в опубликованных ими монографиях и учебных пособиях. В эти же годы защищал докторскую диссертацию В.Н. Качурин, в которой предложил метод анализа дискретных систем управления на основе ганкелевых матриц. В конце 70-х гг. доценты Л.А. Шумилов и С.Т. Хвощ начали работы по новому для кафедры научному направлению – исследованию и разработке структур больших и сверхбольших интегральных схем. По их инициативе в 1979 г. на кафедре появилась отраслевая лаборатория больших интегральных схем (ОЛБИС) при Министерстве электронной промышленности. В 70-е гг. на кафедре ВТ работало 50 кандидатов и 12 докторов наук.

В стране и за рубежом пользовались заслуженным авторитетом научные школы, основоположниками которых были профессора А.Н. Лебедев, В.Б. Смоллов, Е.П. Балашов, Е.П. Угрюмов. Через ученые советы ЛЭТИ прошли защиты докторских диссертаций многих заведующих кафедрами ВТ других вузов страны: С.А. Майорова (ЛИТМО), Н.П. Вашкевича и К.А. Сапожкова (Пензенский ПИ), Е.К. Бутакова (Севастопольский ПИ), Р.О. Паламарюка (Рязанский РТИ), В.В. Яковлева (ЛИИЖТ), Л.К. Самойлова (ТРТИ), Э. Тыгу (Галлинский ПИ), а также представителей промышленности: В. Селютин (НПО «Позитрон»), С.К. Забара (Киевский НИИПО), В. Гуляева (АН УССР) и др.

В 1978 г. в ЛЭТИ из состава кафедры вычислительной техники выделился новый коллектив – кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ (МО ЭВМ), которая стала готовить инженеров – математиков по специальности 0647 – «Прикладная математика». Организатором кафедры МО ЭВМ стал проректор института по учебной работе профессор Владимир Иванович Тимохин, который успешно руководил ею в течение 15 лет. В.И. Тимохин – известный ученый, работавший в области распознавания образов, искусственного интеллекта, применения информационных технологий в космических исследованиях, гидроакустике и других областях. В.И. Тимохин сумел привлечь на кафедру известных ученых в области кибернетики, докторов наук профессоров Н.Г. Болдырева, В.И. Варшавского, Р.А. Полуэктова, А.Р. Лисса, Н.Е. Барабанова. Н.Г. Болдырев возглавлял Ленинградский филиал математического института имени В.И. Стеклова.

Профессор В.И. Варшавский – один из пионеров кибернетики в нашей стране, работал в ЛЭТИ на кафедре ВТ с 1973 г. Он автор фундаментальных трудов по синтезу и коллективному поведению автоматов, которые были изданы не только в нашей стране, но и за рубежом. Более 20 лет под руководством В.И. Варшавского в ЛЭТИ проводились исследования в области асинхронной вычислительной техники. По результатам работ были написаны и опубликованы оригинальные монографии, в их числе вышедшая в свет в 1986 г. под редакцией В.И. Варшавского работа «Автоматное управление асинхронными процессами». В последующие годы В.И. Варшавский и его ученики – преподаватели и аспиранты кафедры Л.Я. Розенблюм, В.Б. Мараховский, А.В. Яковлев, М.А. Кишеневский, А.Ю. Кондратьев, выезжавшие и работавшие за рубежом, стали известными специалистами в области вычислительной техники и информатики. Р.А. Полуэктов – крупный ученый в области моделирования и процессов управления в экосистемах. А.Р. Лисс – доктор физико-математических наук, крупный специалист в области гидроакустики. Н.Е. Барабанов – доктор физико-математических наук, представитель научной школы В.А. Якубовича, известный ученый в области абсолютной устойчивости в теории управления.

С 1988 г. кафедра МО ЭВМ готовит инженеров-программистов по специальности 2204 – «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». По этой специальности она стала головной в стране, а профессор В.И. Тимохин стал председателем Научно-методического совета МВ и ССО СССР. В 70-е гг. сотрудниками кафедр ВТ и МО ЭВМ были подготовлены многочисленные учебные пособия, в их числе фундаментальные учебники В.Б. Смолова «Аналоговые вычислительные машины» и Е.П. Угрюмова «Элементы и узлы ЭВМ». Оба этих учебника выходили в свет с грифом МВ и ССО СССР и впоследствии несколько раз переиздавались.

В 1979 г. кафедру информационно-измерительной техники возглавил ученик В.Б. Смолова профессор Евгений Александрович Чернявский, являющийся признанным специалистом в области автоматических измерительно-вычислительных систем. В научно-исследовательских работах кафедры появились новые направления: разработка и создание программируемых измерительных устройств, автоматизация проектирования информационно измерительных средств и систем, интеллектуальные измерительные средства. В 1981 г. вышли в свет монография «Адаптивные телеизмерительные системы», а в 1989 г. – учебное пособие «Измерительно-вычислительные средства автоматизации производственных процессов», подготовленные сотрудниками кафедры и широко используемые для подготовки специалистов в области информационно-измерительной техники.

Профессор Анатолий Ильич Губинский до перехода в ЛЭТИ был капитаном 1 ранга и служил в Военно-морской академии в должности начальника кафедры. Он был уже крупным авторитетом в области эрготехнических систем, руководителем ленинградской научной школы в эргономике, и его приход на кафедру автоматики и телемеханики способствовал её укреплению, расширению контактов и связей. А.И. Губинский был связан по своей научной работе со многими крупными организациями нашей страны. Одной из таких организаций был Центр подготовки космонавтов под Москвой. Благодаря его настойчивости и авторитету на кафедре начались совместные научные работы с Центром, в которых принимали участие космонавты. Многие из них стали регулярно бывать в ЛЭТИ и выступать с докладами о космических полётах перед сотрудниками и студентами. Под руководством А.И. Губинского в Ленинграде сформировалась научная школа «Эффективность, качество и надежность эрготехнических систем». В рамках научной школы в течение многих лет в нашей стране проводились регулярные Всесоюзные совещания по проблемам эргономики и системам «Человек-техника».

В 1977 г. на кафедре автоматики и процессов управления при ГСКБ СКА в составе научно-производственного объединения «Лентеплоприбор» была организована базовая кафедра конструирования и технологии производства средств контроля и регулирования (заведующим кафедрой стал генеральный директор В.С. Тихонов). В 1979 г. была организована отраслевая лаборатория систем и средств контроля и управления Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР (руководителем лаборатории стал доцент В.А. Терехов). В.А. Терехов вместе с А.А. Вавиловым и В.Б. Яковлевым принимал активное участие в научных работах и создании многоканальных регуляторов общепромышленного применения. Предметом его научных исследований в то время были проблемы инвариантности и устойчивости систем управления с косвенным измерением возмущений или системы с пассивной адаптацией. Этой же тематике была посвящена его кандидатская диссертация и работы его аспирантов.

Исследования и подготовки инженеров в области автоматического управления развивались и на других кафедрах. В 1973 г. доцент кафедры электрификации и автоматизации промышленности Ю.А. Борцов защитил докторскую диссертацию на тему «Обобщенные структурно-топологические методы исследования динамики про-

мышленных систем электропривода», в которой впервые значительное место уделено вопросам учёта жесткости редукторов в электроприводах. После защиты основным направлением деятельности профессора Ю.А. Борцова стала разработка теории и практики адаптивных промышленных электроприводов и следящих систем. В период с 1977 по 1997 гг., когда Ю.А. Борцов возглавлял кафедру систем автоматического управления, он сформировал там научную школу по этому научному направлению.

Большую работу по подготовке научных кадров высшей квалификации в области судовой автоматики и управления через аспирантуру и докторантуру института проводили все кафедры ФКЭА. Среди преподавателей и сотрудников факультета, подготовивших и защитивших докторские диссертации по системам автоматического управления подводными аппаратами, были доценты Юрий Александрович Лукомский и Орест Сергеевич Попов. Они стали впоследствии профессорами и известными специалистами не только в нашей стране, но и за рубежом. Ю.А. Лукомский после И.Р. Фрейдзона возглавил кафедру корабельных систем управления. Доцент В.М. Сендюрев защитил докторскую диссертацию на тему «Теория и принципы автоматизации построения математических моделей судовых электроэнергетических систем». В диссертации создан метод, позволяющий при проектировании электроэнергетической системы судна одновременно воспроизвести на ЭВМ последствия любой аварийной ситуации. Выпускник ФКЭА доцент кафедры корабельных систем управления Олег Викторович Белый в течение многих лет работал ученым секретарём Междуведомственного координационного совета АН СССР в Ленинграде. Вместе с академиком Н.С. Соломенко он принял активное участие в создании в Ленинграде Института проблем транспорта АН СССР. Уже после смерти Н.С. Соломенко О.В. Белый защитил докторскую диссертацию и стал директором этого института.

Кафедра «Гироскопические приборы и устройства» в 1978 г. была переименована в кафедру автономных систем навигации и управления, а с 1985 г. после объединения с кафедрой теоретической механики стала называться «Автономная навигация, управление и механика». После П.И. Сайдова в течение многих лет кафедрой руководил профессор Дмитрий Павлович Лукьянов, который пришел в ЛЭТИ из Военно-воздушной инженерной академии имени А.Ф. Можайского по приглашению А.А. Вавилова. Доктор технических наук Д.П. Лукьянов к этому времени стал известным специалистом в области лазерных навигационных приборов. По его инициативе на кафедре сформировалось научное направление, связанное с исследованием и проектированием лазерных измерительных и навигационных систем стабилизации, ориентации и управления. Кафедра, единственная в стране среди родственных кафедр, готовит специалистов по навигационным системам на лазерных гироскопах.

В начале 70-х гг. в состав научно-исследовательской части ЛЭТИ вошло Особое конструкторское бюро биомедицинской кибернетики, возглавляемое лауреатом Ленинской и Государственных премий, заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, профессором Владимиром Михайловичем Ахутиным. Он же возглавил специальность и первую в стране кафедру биомедицинской электроники и охраны среды, организованную профессором О.Б. Лурье ещё в 50-е гг. при активном содействии академика А.И. Берга. Основным научным направлением кафедры становится разработка автоматизированных биотехнических систем различного назначения: для медицины и спорта, для целей эргономики, для аэрокосмических и гидробионических исследований. Интенсивно развивалось и Особое конструкторское бюро биологической и медицинской кибернетики, сегодня это – Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт биотехнических систем – научное учреждение, известное в России и за рубежом.

Среди офицеров–преподавателей и научных сотрудников военно-морской кафедры ЛЭТИ всегда были талантливые инженеры и учёные. Работая на кафедре, они гото-

вили и защищали кандидатские и докторские диссертации. Одним из таких преподавателей был Андрей Васильевич Мозгалевский, который стал преемником профессора В.А. Тимофеева в области технической диагностики. В 1974 г. он защитил докторскую диссертацию по проблемам надежности и диагностирования судового оборудования. Это направление впоследствии стало основным научным направлением военно-морской кафедры. А.В. Мозгалевский многие годы возглавлял научную школу не только ЛЭТИ, но и Ленинграда по диагностике и надежности технических систем.

Научно-техническая революция привела к бурному развитию вычислительной техники, автоматических и автоматизированных систем управления почти во всех областях науки и техники. В 1977 г. А.А. Вавилов назначается членом Президиума Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК) СССР и институт становится крупнейшим в стране центром по аттестации и подготовке научных кадров высшей квалификации в области управления, вычислительной техники и информатики. К началу 80-х гг. в ЛЭТИ для аттестации научных кадров высшей квалификации по этому направлению работало шесть кандидатских и шесть докторских специализированных советов по защита диссертаций по 18 научным специальностям.

В ЛЭТИ, где новым отраслям науки и техники всегда уделялось первостепенное внимание, кафедры, тематика которых оказалась наиболее тесно связана с кибернетикой, стали развиваться во второй половине двадцатого столетия особенно интенсивно. По инициативе А.А. Вавилова для совершенствования учебного процесса в институте вводятся обязательные общефакультетские и общеинститутские дисциплины, которые определяют лицо выпускника факультета и ЛЭТИ. По существу, учебные планы ЛЭТИ того времени были прообразами современных государственных стандартов по специальностям и направлениям. Такими общеинститутскими дисциплинами стали алгоритмические языки и программирование, применение вычислительных машин в инженерных расчетах, основы автоматизации и теории управления. Подготовкой инженеров в области вычислительной техники и автоматизации процессов управления были охвачены практически все факультеты института, в том числе и кафедра военно-морской подготовки.

На факультете автоматики и вычислительной техники (ФАВТ) фактически все кафедры готовили инженеров по технической кибернетике. Обязательными общефакультетскими дисциплинами были: алгоритмические языки и программирование, метрология и электрические измерения, электронные и электромагнитные цепи или схемотехника, вычислительные машины и системы, теория управления, теория информации. Все выпускающие кафедры факультета участвовали в учебном процессе на смежных кафедрах. На ЭЭФ инженеров в области автоматизации управления готовили кафедры САУ и кафедра ЭАП. На радиотехническом факультете инженеров по системам управления готовила кафедра радиотехнических систем, которую возглавлял профессор Юрий Михайлович Казаринов, также как и А.А. Вавилов, бывший фронтовик, его близкий товарищ и сосед по дому на Кировском проспекте. На кафедре микроэлектроники этого факультета, которую по предложению А.А. Вавилова возглавил бывший генеральный директор НПО «Ленинец» лауреат Ленинской премии, профессор Вениамин Иванович Смирнов, готовили специалистов по автоматизации проектирования микросхем. На электрофизическом факультете инженерам-физикам читался курс «Основы автоматики и теории управления». Кроме этого, на кафедрах акустики и биомедицинской электроники читался курс по основам теории автоматического управления. На факультете электронной техники для всех специальностей читался курс по основам теории управления и АСУ ТП. Кафедра биомедицинской электроники под руководством профессора В.М. Ахутина в рамках существующей специальности начала готовить инженеров по биотехническим системам.

В 1980 г. в жизни института произошло знаменательное событие. 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. Такое важное мероприятие могло состояться в институте только благодаря большому авторитету Александра Александровича Вавилова как учёного и прекрасному отношению к нему в Академии со стороны как руководителя Отделения вице-президента Академии, так и других академиков и членов-корреспондентов.

В 80-е гг. продолжалось интенсивное развитие теории автоматического управления. В теории управления этих лет одним из основных направлений были исследования в области теории больших и сложных систем управления. А.А. Вавилов вместе со своими учениками, в первую очередь Д.Х. Имаевым и Б.Ф. Фоминым, также стал активно работать над проблемами общей теории систем и сложных систем управления. Им установлена зависимость фундаментальных свойств устойчивости, инвариантности и чувствительности от структурных особенностей систем управления. А.А. Вавилов предложил ранги неопределённости моделей систем: топологический (структура системы), структурный (структура операторов), параметрический. Соответственно выделились задачи топологического, структурного и параметрического анализа и синтеза. 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. Дальнейшее развитие структурного подхода было связано с рассмотрением сложных систем управления, образованных взаимодействующими подсистемами, имеющими свои собственные функции и цели. Появились иерархические структуры, для которых предложено понятие уровней причинно-следственной и функциональной интеграции.

К началу 80-х гг. были опубликованы работы, в которых предложены функционально-целевые графы для описания моделей сложных систем, методы поэтапной декомпозиции и эволюционного синтеза сложных систем на основе рангов неопределённости. Путём последовательного раскрытия неопределённости модели в соответствии с этими рангами существенно сокращается объём необходимых вычислений при оптимизации сложной системы. В числе этих работ монографии: «Структурный и параметрический синтез сложных систем», «Машинные методы расчёта систем управления», «Имитационное моделирование производственных систем».

В начале 80-х гг. в высших учебных заведениях страны началась новая компания по организации целевой интенсивной подготовки специалистов (ЦИПС). Основным смысл этого мероприятия заключался в подготовке инженеров, уже в студенческие годы ориентированных на выполнение конкретных задач того или иного предприятия, куда они должны были попадать в результате распределения на работу. Для организации ЦИПС вузы страны совместно с ведущими предприятиями отраслей и учреждениями АН СССР и Союзных республик стали создавать учебно-научные производственные комплексы (УНПК), в которых осуществлялось обучение студентов старших курсов по специальным дисциплинам. ЛЭТИ, как и многие ведущие вузы страны, стал активным участником этой компании. В институте такая целевая подготовка специалистов осуществлялась уже в течение многих лет, так как имелись базовые кафедры на предприятиях, а на ряде выпускающих кафедр существовали филиалы кафедр на предприятиях и отраслевые лаборатории. Выше уже упоминалось о учебно-исследовательском центре ЛЭТИ, НПО «Красная заря» и ЛИИАН, который был организован при кафедре автоматики и процессов управления. В 1983 г. был организован второй УНПК в составе кафедры АПУ на базе ЛНПО «Буревестник», где была базовая кафедра конструирования и технологии производства средств контроля и регулирования и отраслевая научно-исследовательская лаборатория средств контроля и управления.

Под руководством А.А. Вавилова к началу 80-х гг. кафедра автоматике и процессов управления ЛЭТИ становится крупнейшим в стране учебным и научно-исследовательским подразделением высшей школы по проблемам автоматизации и управления, в котором работает в общей сложности свыше двухсот сотрудников. В составе кафедры функционируют два учебно-исследовательских комплекса при научно-производственных объединениях, каждый из которых включает в себя базовые кафедры и отраслевые научно-исследовательские лаборатории. Общее число преподавателей, включая преподавателей базовых кафедр и совместителей, около 100 человек. Среди них 12 профессоров докторов наук, 76 кандидатов наук. Количество сотрудников научно-исследовательской части кафедры, включая отраслевые лаборатории центров и лабораторию ЭЛАП, превышает 100 человек. На кафедре ежегодно проходили подготовку свыше 20 очных и заочных аспирантов. Выпуск аспирантов в течение 1971–1982 гг. составил 173 человека, из них защитили диссертации в срок 91 и представили диссертации к защите 33 аспиранта. Наибольшее число аспирантов (22) пришлось на 1979 г. Успешно завершили обучение и защитились в этот же год 16 аспирантов.

В 1982 г. из состава кафедры АПУ выделился самостоятельный коллектив – кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИУ) во главе с профессором Б.Я. Советовым. По инициативе Бориса Яковлевича Советова специальность 0646 – «Автоматизированные системы управления» (АСУ) в 1984 г. была переименована в специальность «Автоматизированные системы обработки информации и управления» (АСОИУ), что более четко отражало единство процессов управления и обработки информации в содержании специальности и подготовке специалистов. Кафедра стала головной в стране по специальности 0646, а профессор Б.Я. Советов был назначен председателем научно-методического совета по этой специальности.

С 1979 г. в подготовке инженеров по кафедрам АПУ и АСОИУ активное участие принимают сотрудники базовой кафедры автоматизации научных исследований, возглавляемой директором Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН заслуженным деятелем науки и техники, д.т.н., профессором Р.М. Юсуповым (ныне членом-корреспондентом РАН). Кафедра АСОИУ является головной в России по специальности 2202 – «Автоматизированные системы обработки информации и управления» и определяет направление и перспективы подготовки инженеров по этой специальности в стране. Результаты научных исследований в области информатики и автоматизированного управления нашли отражение в концепциях информатизации Санкт-Петербурга и информатизации Российского образования. Разработанные электронные учебники широко применяются в школьном и высшем образовании. Ряд систем, созданных «под ключ», являются приоритетными в области защиты информации. На основе научного задела кафедры в 1991 г. по инициативе Б.Я. Советова в ЛЭТИ был организован Государственный научно-исследовательский институт моделирования и интеллектуализации сложных систем Министерства образования РФ.

4. Развитие научных школ ЛЭТИ по управлению и вычислительной технике в 80-е годы

В 1983 г. скоропостижно скончался Александр Александрович Вавилов, ректор института, замечательный человек, участник Великой Отечественной войны, отдавший институту всю свою сознательную жизнь и прошедший в нем путь от студента до члена-корреспондента АН СССР. Под руководством А.А. Вавилова к началу 80-х гг. ЛЭТИ стал крупнейшим учебным и научным центром в области радиотехники, электроники, микроэлектроники, управления, вычислительной техники и информатики не только Ленинграда, но и всей страны. На шести дневных и двух вечерних факультетах института обучалось свыше 8 тыс. студентов по двадцати двум специальностям инженерного образования. В аспирантуре практически по всем научным специальностям

в области управления, вычислительной техники и информатики обучалось более 500 аспирантов. Преподавательский состав института составлял более 1000 преподавателей, среди которых один академик, два члена-корреспондента, 114 докторов наук и более 700 кандидатов наук, 15 заслуженных деятелей науки и техники РСФСР, 20 лауреатов Ленинской и Государственной премий. В составе ЛЭТИ работали научно-исследовательский институт, конструкторские бюро и Республиканский центр микроэлектроники. В институте было 3 учебно-научных комплекса, 9 филиалов кафедр, 12 отраслевых и 2 проблемные лаборатории. Для подготовки и проведения аттестации научных кадров высшей квалификации в области управления, вычислительной техники и информатики в институте были сформированы и действовали в полной мере 12 специализированных советов по защитах кандидатских и докторских диссертаций по 18 научным специальностям.

После смерти А.А. Вавилова в 1983 г. кафедре автоматики и процессов управления возглавил его ученик профессор В.Б. Яковлев, в том же году он стал председателем Ленинградской территориальной группы НКАУ СССР. При кафедре остался и Головной совет по автоматике и системам управления и специализированный совет по защитах докторских диссертаций, председателем которого также был В.Б. Яковлев. В 1984 г. В.Б. Яковлев был назначен председателем НМС по специальности 0606. Ректором ЛЭТИ стал профессор Олег Васильевич Алексеев, доктор технических наук, лауреат Государственной премии, заведующий кафедрой радиоприемных устройств, известный специалист в области автоматизации проектирования радиоэлектронной аппаратуры.

В конце 70-х – начале 80-х гг., в связи с большой потребностью в специалистах по управлению, информатике и вычислительной технике, в рамках факультета переподготовки инженеров началась переподготовка инженерно-технических работников по различным специализациям, связанным с этими направлениями. В 1984 г. при кафедре автоматики и процессов управления началась переподготовка инженеров по специализации «Технические средства и системы управления ГАП». В эти годы расширяется сотрудничество кафедры с предприятиями Ленинграда, активно работающими в этой области, такими как НПО «Светлана», ЦКБ ТО, «Позитрон», «Феррит», «Электронмаш», ВИАСМ и НТО «Академия наук». Большую помощь в организации делового сотрудничества и совместных научных работ с упомянутыми организациями оказали выпускники и бывшие аспиранты кафедры, многие из которых стали ведущими специалистами этих предприятий. В 1986 г. организуется филиал кафедры при НПО «Электронмаш» для подготовки студентов в области технических средств систем управления ГАП. Организация этого филиала проводилась при активной поддержке руководства НПО в лице генерального директора НПО Павла Ивановича Радченко и его заместителя по научной работе Николая Алексеевича Смирнова, в прошлом одного из послевоенных выпускников и преподавателей кафедры вычислительной техники. Большую работу по организации учебного процесса на филиале проводил доцент Николай Николаевич Ершов, бывший студент, инженер, аспирант и старший научный сотрудник кафедры АПУ.

В 80-е гг. в стране и мире в связи с распространением управляющих машин и появлением персональных компьютеров особенно актуальными стали проблемы автоматизации научных исследований и промышленных испытаний. В ЛЭТИ этими проблемами стали заниматься на разных факультетах сразу же с появлением первых вычислительных машин. Деятельность Межведомственного координационного совета стала заметна в нашем городе в 60-е гг. Особенно мощный коллектив сформировался по этому направлению под руководством профессора А.И. Солодовникова на кафедре автоматики и процессов управления. Еще в 60-е гг. под руководством А.А. Вавилова и А.И. Солодовникова были разработаны методы и аппаратура для частотных исследований динамических объектов и систем управления. В результате были созданы

поколения специальной аппаратуры для экспериментального определения частотных характеристик. Более десяти видов созданных в ЛЭТИ генераторов тестовых сигналов серийно выпускалось отечественной промышленностью, по своим характеристикам превосходящим аналогичные приборы знаменитой западной фирмы «Салатрон».

Позднее в 80-е гг. А.И. Солодовниковым и его учениками разработан аппарат анализа и синтеза перенастраиваемых ортогональных функций, приспособляемых по форме к решаемой задаче, обеспечивающих существенное сжатие размерности спектрального представления данных по сравнению с исходным. Методы синтеза ортогональных функций и адаптивных разложений рассчитаны на использование быстрых преобразований. На базе этих методов разработаны способы построения управляемых моделей динамических объектов и широкого класса анализаторов сигналов и процессов; освоены области применения адаптивных ортогональных преобразований для эффективной цифровой обработки информации в системах классификации изображений, технического зрения, неразрушающего контроля, диагностики состояния механообрабатывающего оборудования и металлорежущего инструмента; исследована возможность формирования признаков, инвариантных к геометрическим преобразованиям (смещению, повороту, инверсии, изменению масштаба), что позволяет их использовать в робототехнике.

А.И. Солодовниковым подготовлены десятки кандидатов технических наук, работающих в области идентификации, моделирования, диагностики и управления. Результаты работ А.И. Солодовникова и его учеников отражены в опубликованных монографиях, учебниках и учебных пособиях, а также в многочисленных (свыше ста) авторских свидетельствах об изобретениях. В 1989 г. по его инициативе для подготовки специалистов по специализации «Автоматизация научного эксперимента, приборов и комплексов» открывается филиал кафедры АПУ в Институте аналитического приборостроения АН СССР. Руководителем филиала становится директор института А.И. Иванов, а преподавателями – старшие научные сотрудники к.т.н. Н.И. Стародубцев и В.В. Манойлов.

В 1984 г. В.Б. Яковлев стал членом экспертного совета ВАК СССР по управлению, информатике и вычислительной технике. Представители ЛЭТИ участвовали в работе экспертного совета по управлению, информатике и вычислительной технике ВАК СССР в течение многих лет. До В.Б. Яковлева членами этого совета были профессор А.В. Фатеев, В.Б. Смолов, Е.А. Чернявский, Ю.А. Борцов, и каждый из них внёс свой вклад в укрепление авторитета ЛЭТИ в области подготовки научных кадров высшей квалификации в этой области. В 80-е гг. ЛЭТИ оставался ведущим вузом в Ленинграде по подготовке научных кадров высшей квалификации в области автоматизации и управления.

В институте продолжали успешно функционировать специализированные советы по защитах докторских диссертаций, в которых многие учёные Ленинграда и других городов страны защитили диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук. Среди них были В.И. Кейн из Академии гражданской авиации; В.В. Вальков из НПО «Светлана»; В.И. Кубанцев из ВИАСМ; С.Л. Чечурин и В.С. Нагорный из ЛПИ; Г.А. Дидук, В.А. Андрищенко из СЗПИ; В.В. Григорьев из ЛИТМО, С.Н. Шаров, Д.П. Деревицкий, А.Л. Фрадков из Военно-механического института, Пустыльников из Владивостокского политехнического института; Э.Я. Рапопорт из Куйбышевского политехнического института; А.Г. Александров из Саратовского политехнического института; А.А. Колесников и А.Р. Гайдук из Таганрогского радиотехнического института, В.Н. Нуждин из Рязанского радиотехнического института, А. Немура и В. Каминкас из Литвы.

На кафедре автоматики и процессов управления проходили научную стажировку будущие доктора наук и профессора: В.Н. Фролов, ставший впоследствии ректором

Воронежского политехнического института; А.А. Кадыров, заведующий кафедрой автоматизации и телемеханики Ташкентского политехнического института; Д.Ж. Сыдыков, заведующий кафедрой автоматизации и телемеханики Казахского политехнического института; Ж.Ш. Шаршеналиев – будущий академик и учёный секретарь Киргизской Академии наук. В эти же годы защитили докторские диссертации в области вычислительной техники, управления и информатики преподаватели ЛЭТИ В.Д. Байков, В.С. Фомичев, Д.В. Пузанков, О.Г. Кокаев, И.В. Герасимов, А.Х. Мурсаев (ВТ), Л.Н. Рассудов, В.И. Плескунин, Г.Г. Соколовский, В.А. Новиков (ЭАП), Д.А. Гаскаров, В.Н. Калявин (ЭАС), Ю.А. Бычков, В.М. Шестаков (ТОЭ), Н.Д. Поляхов, И.Б. Юнгер (САУ), Е.Ф. Волков, О.А. Заикин (АПУ), Е.А. Метлицкий, Е.В. Постников (МО ЭВМ).

В докторской диссертации В.С. Фомичева рассматривались вопросы теории и синтеза резистивных вычислительно-переключательных схем, являющихся основой построения аналогово-цифровых и цифро-аналоговых спецпроцессоров, используемых при разработке процессоров обработки сигналов, периферийных устройств ЦВМ, измерительно-вычислительной аппаратуры и локальных приборов управления-манипуляторов, робототехнических устройств и т.п.

В конце 70-х гг. в ЛЭТИ профессор Е.П. Балашов стал активно работать в области философских проблем проектирования антропогенных систем и перешел на должность заведующего кафедрой электронно-медицинской аппаратуры и охраны среды в ЛИАП. В 1985 г. он опубликовал монографию «Эволюционный синтез систем», в которой изложил свои философские идеи по синтезу антропогенных систем. Руководителем лаборатории по созданию функционально ориентированных цифровых микроэлектронных процессоров стал его ближайший ученик доцент В.Д. Пузанков – один из талантливых выпускников кафедры 60-х гг. В 1982 г. он защитил докторскую диссертацию, которая была посвящена исследованиям по теории и проектированию регулярных вычислительных микропроцессорных систем. Результаты этой работы отражены в его опубликованных монографиях, многочисленных статьях и авторских свидетельствах.

Теоретическим основам нового метода синтеза сложных вычислительно-преобразовательных цепей с управляемыми компонентами и его машинной реализации была посвящена докторская диссертация доцента И.В. Герасимова, позволившая разработчикам средств автоматизации и вычислительной техники перейти от интуитивных способов решения многих схемотехнических задач к строго формализованному способу, дающему оптимальное решение.

Докторская диссертация В.Д. Байкова была посвящена разработке основных вопросов применения в вычислительной технике итерационных методов «цифра за цифрой» и является первым в мире обобщенным многоплановым исследованием аппаратно-программных итерационных спецпроцессоров. А.Х. Мурсаев в докторской диссертации обобщил результаты своих многолетних исследований по теоретическому обоснованию новых структурных методов построения АЦП и ЦАП и их технической реализации на микроэлектронной базе. Наконец, в докторской диссертации О.Г. Кокаева впервые были рассмотрены вопросы теории и проектирования интеллектуальных периферийных комплексов спецпроцессоров на базе запоминающих устройств.

В 80-е гг. продолжалась созидательная работа по подготовке инженеров и научных кадров на всех специальных кафедрах в области автоматизации и управления. Управление процессами преобразования энергии с помощью электромагнитных устройств стало полем деятельности учёных кафедры электротехнологии и преобразовательной техники. Результаты исследований профессоров А.Е. Слухотского и А.С. Васильева позволили вооружить электротермическое производство новыми мощными источниками токов высокой частоты и обогатили его оригинальными технологическими процессами. Под руководством доцента Ю.Б. Петрова были разработаны

технологические процессы плавки сверхогнеупорных материалов в водоохлаждаемых тиглях. Теория и разработка этих оригинальных технологий стала предметом его докторской диссертации. Новые конструкции индукционных нагревателей с многослойными обмотками стали предметом докторской диссертации доцента В.С. Немкова.

На кафедре электрификации и автоматизации производства защищают докторские диссертации доценты В.И. Плескунин, Л.Н. Рассудов, Г.Г. Соколовский и В.В. Новиков. В.И. Плескунин более 10 лет сотрудничал с НПО «Светлана» и «Источник» и проводил там работы по автоматизации технологических процессов. На основе системного анализа и методов планирования эксперимента им были разработаны модели массового производства изделий и алгоритмы пооперационного контроля качества выпускаемой продукции, которые привели к повышению производительности и уменьшению потерь. В 1985 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Промышленные исследования технологических объектов и процессов управления в дискретном производстве».

Л.Н. Рассудов работал над проблемами управления намоточных комплексов для изготовления изделий из тонких оболочек. Выполнение этих работ было связано с исследованиями по разработке математических моделей намоточных станков как объектов управления с учётом конечной жёсткости механических связей и разработкой алгоритмов управления многосвязных автоматических систем с распределёнными параметрами. По этим вопросам под его научным руководством было подготовлено и защищено несколько кандидатских диссертаций. В 1986 г. Л.Н. Рассудов защитил докторскую диссертацию на тему «Теория и методы проектирования систем автоматического управления армирующими манипуляторами».

В.А. Новиковым разрабатывались методы проектирования устройств и систем прямого цифрового управления исполнительными элементами систем автоматического управления с различными типами электродвигателей. В 1985 г. он подготовил и защитил докторскую диссертацию на тему «Теория, принципы построения и реализации систем управления прецизионными взаимосвязанными электроприводами». Г.Г. Соколовский посвятил свою докторскую диссертацию теоретическим проблемам построения систем управления тиристорными электроприводами крупных антенных установок и оптических телескопов.

В 1985 г. закончил работу над докторской диссертацией доцент кафедры автоматики и процессов управления Е.Ф. Волков. Его диссертация была результатом обобщения многолетней работы в области разработки автоматизированных систем управления промышленными испытаниями и научным экспериментом. Эта работа стала теоретической основой при создании автоматизированных систем промышленных испытаний уникальных оптических изделий в филиале ГОИ имени С.И. Вавилова в Сосновом Бору, ЛОМО, Институте общей физики АН СССР в Москве, Институте кибернетики имени В.М. Глушкова АН УССР в Киеве.

Диссертация доцента О.А. Заикина в 1989 г. была посвящена разработке теоретических основ построения и методов проектирования автоматизированных систем управления производственными и технологическими процессами. Впоследствии О.А. Заикин стал профессором и заведовал кафедрой микропроцессорных систем управления в ленинградском филиале Полиграфического института. В настоящее время он руководит кафедрой Института информатики Щецинского технического университета.

В 1987 г. заведующий кафедрой теоретических основ электротехники профессор Ю.А. Бычков защитил докторскую диссертацию на тему «Методы расчёта систем управления, основанные на использовании кусочно-полиномиальных моделей». В 90-е гг. под его руководством защитили докторские диссертации преподаватели С.А. Башарин, С.В. Щербаков и Е.Б. Соловьев. Диссертация С.В. Щербакова была посвящена разработке аналитическо-численного метода анализа и синтеза кусочно-

степенных моделей технических систем, а диссертация Е.Б. Соловьева – разработке методов моделирования и синтеза нелинейных систем на основе функциональных рядов и полиномов. С.А. Башарин защищал диссертацию на тему «Построение числовых функциональных макромоделей динамических цепей для систем автоматизированной диагностики».

Плодотворную научную деятельность профессора Ю.А. Борцова на кафедре САУ в области теории и практики построения промышленных адаптивных электроприводов продолжил его ученик доцент Н.Д. Поляхов, который в 1987 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Теория, разработка и внедрение быстродействующих адаптивных электромеханических систем». Другой его ученик доцент И.Б. Юнгер через год в своей докторской диссертации внес важный вклад в развитие теории абсолютно устойчивых разрывных систем автоматического управления с адаптивными свойствами. Результаты работ этих авторов отражены в опубликованных монографиях.

В 80-е гг. в ЛЭТИ дальнейшее развитие получили работы в области применения теории надежности для проектирования автоматизированных систем диагностирования и контроля под руководством профессора А.В. Мозгалевского. Это нашло своё отражение в опубликованных им и его учениками монографиях по системам диагностирования оборудования, а также в докторских диссертациях его учеников В.Н. Калявина и Д.А. Гаскарова. Профессор Д.А. Гаскаров заведовал кафедрой в Институте инженеров водного транспорта и многие годы был членом экспертного совета ВАК по управлению, информатике и вычислительной технике.

После ухода В.Б. Смолова в 1989 г. с поста заведующего кафедрой на должность профессора руководителем кафедры ВТ назначается профессор Д.В. Пузанков, который в это время был первым проректором института. К этому времени кафедра вычислительной техники ЛЭТИ представляла собою уникальный научно-педагогический коллектив в системе подготовки высококвалифицированных кадров по средствам вычислительной техники, машинам, комплексам, системам и сетям. Она была самой большой из родственных кафедр страны по количеству сотрудников (на кафедре работало около 200 человек, в их числе 40 кандидатов и 12 докторов наук). По числу ежегодно выпускаемых инженеров (120–150 человек) и кандидатов наук (10–15 человек), по контингенту обучающихся иностранных студентов (примерно 100 человек, представляющих 20 стран мира) кафедра так же была крупнейшей.

В начале 80-х гг. в ЛЭТИ по инициативе ректора института А.А. Вавилова и профессора Ю.М. Таирова был создан Республиканский центр микроэлектроники Минвуза РСФСР, на базе которого широко проводились работы в области управления корпускулярными системами и построения гибких автоматизированных систем микротехнологии производства изделий электронной оптики. План работы центра формировался по заданиям МЭП, МОП и МПСА и СУ. Основными заказчиками центра являлись Зеленоградский научный центр, Сумское ПО «Электрон», Рижское ПО «Альфа», Красногорский Электромеханический завод и ленинградские предприятия ЛОЭП «Светлана», НПО «Позитрон», НПО «Буревестник», ГОИ имени С.И. Вавилова. Руководителем центра с момента его основания был доцент кафедры диэлектриков и полупроводников Виктор Викторович Лучинин, впоследствии доктор наук и профессор. Благодаря его исключительной работоспособности и активности период запуска работ в центре начался уже в процессе его строительства.

Кафедра автоматике и процессов управления принимала активное участие в разработке методов управления, контроля и диагностики технологических процессов производства изделий микроэлектроники с субмикронными размерами. Работы в центре по этому направлению проводились сотрудниками и аспирантами кафедры АПУ под научным руководством В.Б. Яковлева. В дальнейшем в 1988 г., по инициативе кафедры, в ЛЭТИ была организована межфакультетская учебно-исследовательская лаборатория

«Автоматизированные технологические комплексы микроэлектронных производств», руководителем которой был назначен доцент О.В. Назаров. Были разработаны аппаратные и программные средства автоматизации нового поколения аналитического оборудования, предназначенного для исследования веществ на микроуровне.

Большое место в научной работе кафедры занимали работы в области создания систем автоматизированного проектирования систем автоматического управления (САПР САУ). Одним из главных направлений была разработка методов, алгоритмов и программных средств для моделирования, анализа и синтеза многорежимных структурно-сложных систем автоматического управления в комплексно-частотной и временной областях по линейным и нелинейным конечномерным стационарным и нестационарным детерминированным моделям. Научно-исследовательские работы в области САПР САУ проводились на кафедре под руководством В.Б. Яковлева, Р.И. Сольничева, Д.Х. Имаева и В.Д. Родионова.

Профессор Ремир Иосифович Сольничев – выпускник кафедры гироскопических приборов и устройств ЛЭТИ, один из пионеров нашей страны в области САПР систем управления. В 1974 г. в издательстве «Судостроение» вышла в свет его монография «Автоматизированное проектирование судовых гироскопических систем автоматического управления». Позднее в 1991 г. вместе с доцентом Ю.А. Тороповым Р.И. Сольничев написал и опубликовал первое в стране учебное пособие «Автоматизация проектирования систем автоматического управления» с грифом МВ и ССО СССР по этой дисциплине. В 1984 г. Р.И. Сольничев перешёл в ЛИАП на должность заведующего кафедрой САПР, которую он и организовал. Вместе с ним в ЛИАП перешли и некоторые сотрудники ЛЭТИ, которые вместе с другими его учениками стали основой коллектива вновь созданной кафедры.

В 80-е гг. продолжается активная работа Д.Х. Имаева и его аспирантов над структурными вопросами теории управления. Д.Х. Имаев внёс большой вклад в подготовку инженеров по курсу «Теория автоматического управления». Вместе с Л.Б. Пошехоновым была разработана диалоговая программа «АРДИС» для автоматизации расчётов топологически сложных систем управления. Первая версия программы появилась в 1983 г. и нашла применение не только в ЛЭТИ, но и в учебном процессе многих вузов. В дальнейшем с появлением персональных компьютеров была разработана в 1989 г. вполне современная программа «CLASSiC», которая вместе с методическим обеспечением используется во многих вузах России, Польши и Латвии. В 1990 г. Д.Х. Имаев защитил докторскую диссертацию на тему: «Методы и алгоритмы расчёта структурно-сложных систем автоматического управления в комплексно-частотной области».

Важное место среди научно-исследовательских работ кафедры в 80-е гг. занимали работы по автоматизации проектирования систем управления взлётно-посадочными режимами тяжёлых гражданских самолётов. Эти работы проводились под руководством доцента В.Д. Родионова совместно с Институтом автоматических систем Министерства авиационной промышленности. В результате были разработаны уникальные по полноте описания математические модели движения самолётов ТУ-134 и ТУ-154 на взлётно-посадочных режимах, которые в дальнейшем использовались при анализе и синтезе алгоритмов управления автоматизированных систем управления полётом в Научно-исследовательском институте автоматических систем, головной организацией по автоматике и системам управления Министерства авиационной промышленности СССР. Работы по проектированию систем управления взлётно-посадочными режимами самолётов послужили основой для разработки систем автоматизированного проектирования систем автоматического управления многорежимными распределёнными динамическими объектами. Был разработан уникальный трёхуровневый комплекс программных средств с единым входным языком для моделирования сложных динамических систем.

В 80-е гг. по заданию областного комитета партии вместе с Ленинградским научным центром АН СССР коллектив ЛЭТИ участвовал в разработке территориально-отраслевой программы «Интенсификация-90» – комплексной программе фундаментальных и прикладных исследований в области автоматизации производства на основе широкого использования средств вычислительной техники. Содержание программы было принято Ленинградским обкомом и одобрено Центральным Комитетом КПСС. В ЛЭТИ был сформирован Координационный совет по этой программе, руководителем которого был назначен профессор В.Б. Яковлев. Группе ведущих ученых института было поручено возглавить работы по отдельным направлениям и определить конкретное участие каждого факультета и каждой кафедры в выполнении отдельных разделов программы. Существенный вклад в реализацию программы «Интенсификация – 90» вносил ЛЭТИ, осуществляя целевую интенсивную подготовку специалистов для ленинградских предприятий, а также проводя большую работу по повышению квалификации инженеров ленинградской промышленности.

В январе 1984 г. институт посетил руководитель Ленинградского научного центра АН СССР академик И.А. Глебов и ознакомился с научными работами по программе. Большую часть времени он провел на кафедре автоматизации и процессов управления, где детально ознакомился с исследованиями и разработками в области автоматизации и информационных технологий управления. После этого институт стал головной организацией среди вузов Ленинграда по программе «Интенсификация-90». В январе 1985 г. пленарное заседание 38-й институтской научно-технической конференции было посвящено участию и выполнению этой программы.

Во второй половине 80-х гг., несмотря на начавшую стагнацию в системе высшего образования, кафедра автоматизации и процессов управления продолжает сохранять значительные объёмы научно-исследовательских работ. Учебный материал непрерывно обогащается результатами НИР, в которых участвуют все преподаватели и сотрудники, аспиранты и значительная часть студентов кафедры. В связи с передачей на кафедру курсов по информатике и программированию, появлением специализаций, увеличением объёмов учебной работы на факультетах повышения квалификации и переподготовки кадров общая учебная нагрузка на кафедре возрастает. Активно работает аспирантура и докторантура кафедры. В конце 80-х гг. появляются на кафедре первые персональные компьютеры типа РС. Вначале, когда их было мало, они использовались только в научной и учебно-методической работе.

В 1986 г. в жизни института произошло знаменательное событие – 100 лет со дня его основания. Эту дату научная общественность связывала со столетием специализированного электротехнического образования в нашей стране, поэтому она отмечалась на государственном уровне. Институту предоставили место на ВДНХ в Москве, где была развернута специальная выставка экспонатов, и в течение недели проводились мероприятия, посвященные этому событию. Один из дней выставки был посвящен достижениям ученых ЛЭТИ в области автоматизации, управления и информатики. В этот день на выставке побывал член-корреспондент АН СССР Яков Залманович Цыпкин и выступил с докладом о проблемах адаптации и обучения в системах управления. После выставки многие сотрудники института были награждены медалями и дипломами ВДНХ.

В 80-е гг. продолжалось активное сотрудничество кафедр ЛЭТИ с аналогичными кафедрами наших вузов-партнёров за границей. Такими вузами – партнерами в области автоматизации процессов управления были в ГДР Высшая техническая школа и Технический университет Дрездена, в ПНР – Политехнический институт Гданьска, в Болгарии – Электротехнический институт Варны. Совместная работа с немецкими учёными в области автоматизированного управления технологическими процессами и производственными системами завершилась изданием в СССР и ГДР моно-

графий «Имитационное моделирование производственных систем» под редакцией А.А. Вавилова в 1985 г., «Управление ГПС. Модели и алгоритмы» и «Технология системного моделирования» под редакцией С.В. Емельянова соответственно в 1987 г. и 1988 г., опубликованных издательствами «Машиностроение» в Москве и «Техника» в Берлине. Совместная работа с польскими коллегами поведила в области автоматизированного проектирования систем автоматического управления судовыми энергетическими установками. В результате было разработано алгоритмическое и программное обеспечение для автоматизированного исследования и проектирования автоматических систем по моделям в комплексно-частотной области. Этот материал использовался для подготовки серии учебных пособий по теории и компьютерному моделированию систем автоматического управления, которые были опубликованы у нас и в Польше. Работы с болгарскими учёными проводились в области идентификации, оптимального и адаптивного управления, в ходе их выполнения были созданы методы идентификации объектов управления и методы аналитического конструирования оптимальных многосвязных систем, ориентированные на использование ЭВМ.

В 80-е гг. проблемы управления становятся одними из центральных проблем науки, техники и экономики. Развитие науки и техники привело к расширению функций и задач управления, проникновению методов теории управления во всё новые области народного хозяйства. Всё более широко осуществлялся переход от автоматизации отдельных машин к управлению сложными техническими агрегатами, комплексами и технологическими процессами от управления отдельными участками производства к гибким производственным системам и интегрированным системам проектирования и производства. Этот процесс нашёл отражение в появлении пятой специализации в рамках специальности 0606 – «Автоматика и телемеханика». Все пять специализаций этой специальности были связаны с подготовкой инженеров по автоматизации процессов управления в технических системах. В мае 1986 г. на заседании НМС в Ленинграде по предложению В.Б. Яковлева было принято решение о переименовании специальности «Автоматика и телемеханика» в специальность «Автоматика и управление в технических системах».

5. Развитие научно-педагогических школ ЛЭТИ по управлению в «бурные» 90-е и 2000-е годы

Последнее десятилетие XX в. стало крахом мировой социалистической системы и переходом страны к рыночной экономике. Вместо предполагаемой перестройки фактически начинается постепенное разрушение народного хозяйства страны. Отдельные отрасли промышленности и науки существенно сокращаются и даже прекращают своё существование. Многие научно-исследовательские организации и промышленные предприятия страны (потребители наших выпускников), заказчики научных исследований и разработок под бременем кризиса практически прекратили свою деятельность. Всё это не могло не сказаться на состоянии науки и высшего образования. Существенно уменьшается госбюджетное финансирование на подготовку специалистов в вузах. В результате постепенно прекращается проведение научных работ, обновление оборудования и лабораторий, резко падает заработная плата работников образования и начинается отток квалифицированных и молодых кадров из высших учебных заведений.

В 90-е гг. в стране стали организовываться негосударственные коммерческие вузы с платным обучением студентов. В этих условиях выпускающие кафедры ЛЭТИ перестраивают свою работу, формы и содержание учебного процесса, научных разработок с тем, чтобы сохранить качество образования, научно-педагогические школы и традиции кафедр. Эти годы явились тяжелым испытанием для руководства выпускающих кафедр. Они заставили по-новому взглянуть на взаимоотношения науки и государства,

научили более прагматично оценивать результаты научной деятельности, вынудили активно искать и находить внебюджетные источники финансирования. Большинство сотрудников кафедр в то время не имели никакого опыта в добывании внебюджетных средств. Прежде всего, надо было сохранить замечательный преподавательский состав кафедр, поэтому с появлением кооперативов многие преподаватели и научные сотрудники стали проводить научно-исследовательские работы через эти формы хозяйствования, что позволяло им продолжать работать в избранной ими предметной области и получать необходимые материальные средства к существованию. Другая главная задача, которую необходимо было решать – это изыскание финансовых средств для обеспечения кафедр персональными компьютерами, без которых в 90-е гг. стало невозможно поддерживать учебный процесс практически по всем читаемым курсам. В эти годы из централизованного фонда никаких средств на кафедры не поступало, поэтому они должны были сами найти эти средства. Было решено использовать богатый потенциал кафедр в научно-методической работе, накопленный нашими высококвалифицированными преподавателями. Многие новые негосударственные вузы Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока, которые, как грибы, начали организовываться и развиваться в 90-е гг., стали заказчиками и потребителями научно-методических материалов и технических средств, наработанных на кафедрах по различным курсам специальностей.

Все более значительным источником бюджетных и внебюджетных средств становятся различные программы и гранты. Однако преподаватели не умели готовить проекты и не хотели делать этого, считая, что нельзя и вредно тратить время на бумажную работу по подготовке предложений. С такими настроениями пришлось бороться и постепенно на кафедрах стало расти количество проектов и грантов. В условиях развивающегося кризиса отечественного образования коллективы кафедр продолжают научно-исследовательские работы и подготовку научных кадров высшей квалификации, в том числе через докторантуру и аспирантуру. В период 1990–1999 гг. ЛЭТИ участвовал в выполнении научно-технических программ «Университеты России», «Информатика», «Информатизация образования и науки в России», «Перспективные приборные комплексы и системы управления подвижных объектов», «Научные приборы», «Искусственный интеллект», «Конверсия», «Прогнозирование чрезвычайных ситуаций», «Информатизация научных исследований», «Информатизация проектирования», «Нелинейные динамические системы» и другие.

Переход от плановой экономики к свободному рынку потребовал вводить изменения и в систему высшего образования страны. Ранее существовавшая система подготовки специалистов с большим числом достаточно узких специальностей предусматривала государственный плановый заказ на выпускников с жёстким последующим распределением их на работу в соответствующие государственные предприятия. В новых экономических условиях, когда большинство предприятий становилось частными, пришлось отказаться от жесткого распределения молодых специалистов и предоставить им возможность самостоятельно искать место работы. Поскольку потребность народного хозяйства в большинстве существующих специальностей резко сократилась, актуальным стал вопрос об укрупнении специальностей и подготовке специалистов с высшим образованием широкого профиля без глубоких знаний по узкой специальности за более короткое время обучения.

В 1991 г. в связи с распадом СССР на ряд независимых государств Государственный комитет СССР по народному образованию был ликвидирован, и вместо него главным государственным органом в системе образования в России стало Министерство высшего образования Российской Федерации, которое в то время возглавлял бывший ректор ТРТИ профессор Николай Григорьевич Малышев. По его инициативе в стране стала вводиться многоуровневая система подготовки специалистов, предусматри-

вающая несколько ступеней обучения (неполное образование, бакалавр, магистр) по направлениям. При этом сохранялась и традиционная система подготовки инженеров по существующим специальностям, которая тоже должна была иметь ступень неполного образования. Вводимая академическая ветвь (бакалавр, магистр) многоуровневой системы копировала западную англо-саксонскую систему подготовки специалистов по направлениям. Для этого разрабатывались и вводились государственные образовательные стандарты (ГОС) по направлениям и специальностям, определяющие содержание типовых учебных планов, основные требования к уровню и содержанию подготовки по каждой образовательной программе. Первоначально число и наименование направлений почти совпадало с числом и наименованием групп специальностей, определенных ещё Министерством высшего образования СССР в 1988 г.

Необходимо отметить активность позиции руководства ЛЭТИ по введению и становлению многоступенчатой системы образования. На базе института, который в 1992 г. был преобразован в Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет (СПбГЭТУ), был создан государственно-общественный орган управления содержанием образования бакалавров и магистров по специальностям в области управления, информатики и вычислительной техники. Председателем учебно-методического совета по направлению 5528 – «Информатика и вычислительная техника» был назначен профессор Д.В. Пузанков, а ученым секретарем – доцент А.М. Смирнов. Это направление стало базовым для подготовки инженеров по специальностям 2201 – «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», 2202 – «Автоматизированные системы обработки информации и управления», 2203 – «Системы автоматизированного проектирования», 2204 – «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». По всем этим специальностям, выпускающие кафедры СПбГЭТУ были головными и стали основными разработчиками ГОС для инженеров и бакалавров. Профессор Б.Я. Советов остался председателем УМС по специальности 2202, а профессор А.Р. Лисс председателем УМС по специальности 2204. Они оба, а также декан ФАВТ профессор И.В. Герасимов и заведующие кафедрами САПР профессор В.И. Анисимов и АПУ профессор В.Б. Яковлев стали членами УМС по направлению 5528 – «Информатика и вычислительная техника».

Под руководством Д.В. Пузанкова и И.В. Герасимова был разработан Государственный образовательный стандарт по направлению 5528, в создании которого приняли участия все выпускающие кафедры ФАВТ. Под руководством Б.Я. Советова и А.Р. Лисса были разработаны стандарты по специальностям 2202 и 2204, соответственно. В.И. Анисимов и его кафедра приняли активное участие в создании стандарта по специальности 2203, основным разработчиком которого была кафедра САПР МВТУ имени Н.Э. Баумана.

Направление подготовки бакалавров и магистров 5502 по предложению В.Б. Яковлева стало называться «Автоматизация и управление». Разработка Государственного образовательного стандарта по подготовке бакалавров по этому направлению была поручена кафедре автоматики и процессов управления ЛЭТИ как головной кафедре по специальности 2101 – «Автоматика и управление в технических системах» – базовой специальности в области автоматики и управления. В 1991 г. на заседании УМС было принято решение о том, что базовым образованием для подготовки инженеров по специальности 2101 может быть не только направление «Автоматизация и управление», но и направление 5528 – «Информатика и вычислительная техника».

Весной 1992 г., уже после распада СССР, в нашем городе состоялось первое заседание нового состава научно-методического совета по специальности 2101, на него были приглашены члены старого союзного совета из вузов бывших республик. Это собрание представителей вузов приняло решение о создании общественной организа-

ции для обмена опытом и координации деятельности кафедр, осуществляющих подготовку специалистов в образовательной области по управлению, автоматизации и информатике. Такая организация была создана и получила название «Международная ассоциация управления, автоматизации и информатики» (МАУАИ). На этом же заседании был утверждён регламент и устав этой общественной организации, базовая организация и президент. Базовой организацией МАУАИ была определена кафедра автоматики и процессов управления ЛЭТИ, а её первым президентом был избран В.Б. Яковлев.

В 1992 г. по направлению «Автоматизация и управление» в составе УМО был сформирован новый координационный научно-методический совет (КНМС), председателем которого стал В.Б. Яковлев (ЛЭТИ), учёным секретарём – доцент Н.Н. Кузьмин (ЛЭТИ). В состав совета вошли председатели всех НМС по группе специальностей 2100. Первое заседание КНМС по направлению 5502 состоялось в ЭТУ в 1992 г. На этом заседании рассматривался государственный стандарт и учебный план подготовки бакалавров по этому направлению, разработанный в ЭТУ под руководством В.Б. Яковлева по поручению Министерства высшего образования РФ. В разработке стандарта и учебного плана приняли активное участие доцент Н.Н. Кузьмин, профессора В.А. Борцов, Ю.А. Лукомский, В.В. Путов, Л.Н. Рассудов и Г.Г. Соколовский.

В 90-е гг. во всём мире продолжалось стремительное движение к созданию информационного общества. Человек в своей повседневной деятельности всё чаще имел дело не с материальными предметами, а с современными управляющими и информационными системами. Эти системы впитали в себя самые последние достижения электроники, автоматики и вычислительной техники. В последнее десятилетие особое внимание в учебном плане специальности 2101 уделялось подготовке по информатике, которая требовала глубоких знаний в области языков и технологии программирования, операционных систем реального времени, локальных вычислительных сетей и организации вычислительных процессов в распределённых цифровых системах управления, то есть в конечном итоге – информационных технологий. Аналитические методы всё чаще уступали место алгоритмическим, поэтому и при компьютерном моделировании и проектировании систем и средств автоматизации и управления знания в области информационных технологий приобретали основное значение.

В 1993 г. по предложению В.Б. Яковлева было принято решение о переименовании специальности «Автоматика и управление в технических системах» в «Управление и информатика в технических системах». Новое название более точно отражало содержание подготовки специалистов по специальности 2101. Помимо дисциплин по управлению и техническим средствам автоматизации типовой учебный план специальности включал такие дисциплины как информатика, инженерная и компьютерная графика, программирование и основы алгоритмизации, системное программное обеспечение, передача данных в информационно-управляющих системах, информационное обеспечение систем управления, автоматизация проектирования систем и средств управления, автоматизированное управление в технических системах.

Особенно сложными для выпускающих кафедр были 1995–1998 гг., когда проводилось сокращение штатов, и часть преподавателей была вынуждена перейти на неполные ставки. В эти годы существенно сократился и учебно-вспомогательный персонал кафедр. В тяжелейших условиях кафедры перестраивали свою работу, чтобы поддержать качество образования на должном уровне и сохранить научно-педагогические школы. В 1998 г. тяжёло заболел и скончался ректор университета заслуженный деятель науки и техники профессор О.В. Алексеев. Избранный на должность ректора в 1999 г. заведующий кафедрой ВТ профессор Д.В. Пузанков за 35 лет учебы и работы в ЛЭТИ прошел путь от студента до первого проректора института, крупного ученого, признанного специалиста в области микропроцессорных средств вычислительной тех-

ники и высокопроизводительных вычислительных систем. Пройдя большую школу научно-организационной и административной работы от декана факультета до первого проректора, хорошо зная все стороны жизни выпускающей кафедры, Дмитрий Викторович все свои силы, опыт и знания направил на дальнейшее развитие института в сложных условиях состояния высшей школы в стране в 90-е гг.

Экономический кризис существенно повлиял на развитие ЛЭТИ. Часть преподавателей и сотрудников ушли и основным делом для себя избрали предпринимательскую деятельность. Однако сложившиеся традиции, здоровый климат и самоотверженная работа большинства преподавателей в эти трудные годы позволили сохранить работоспособный коллектив, активно участвующий в переходе вуза на многоуровневую систему образования. В 1999 г. по инициативе ректора в ЛЭТИ произошла реструктуризация университета. Её главные цели: привести структуру университета по факультетам в соответствие с требованиями времени и многоуровневой подготовкой специалистов, исключить дублирование, упростить управление и сократить расходы на обеспечение учебного процесса и научных исследований. В результате реструктуризации был расформирован факультет корабельной электротехники и автоматики и организовано три новых – факультет приборостроения, биомедицинской и экологической инженерии, факультет экономики и менеджмента, гуманитарный факультет. Радиотехнический факультет переименован в факультет радиотехники и телекоммуникаций. Факультеты электронной техники и электрофизический были объединены в один факультет электроники. Факультет автоматики и вычислительной техники был переименован в факультет компьютерных технологий и информатики. Факультет электротехники и автоматики сохранил своё старое наименование.

В новой структуре направление «Автоматизация и управление» оказалось на факультете электротехники и автоматики, деканом которого стал профессор Виктор Владимирович Путов, заведующий кафедрой систем автоматического управления. В.В. Путов работает в ЛЭТИ на этой кафедре с 1989 г. Он является выпускником Ивановского энергетического института. В 1969–1972 гг. В.В. Путов учился в аспирантуре института, в 1976 г. защитил кандидатскую диссертацию и остался на преподавательской работе на кафедре САУ. В 1992 г. он защитил докторскую диссертацию по методам синтеза адаптивных систем автоматического управления, а в 1997 г. стал преемником профессора Ю.А. Борцова. В настоящее время В.В. Путов является деканом факультета электротехники и автоматики; членом учебно-методической комиссии по специальности «Системы управления летательными аппаратами» МВО России, генеральным директором организованного в 1997 г. Фонда поддержки научной и образовательной деятельности имени А.А. Вавилова.

На этом же факультете оказалась и кафедра корабельных систем управления, которую с 1977 г. возглавляет профессор Юрий Александрович Лукомский, известный специалист в области автоматизации процессов управления морскими объектами. В 90-е гг. он продолжает активно работать как председатель учебно-методической комиссии по специальности «Корабельные системы управления». Ю.А. Лукомский в соавторстве с коллегами подготовил и опубликовал в издательстве «Эльмор» монографии «Управление морскими подвижными объектами» в 1996 г. и «Моделирование систем управления технических средств транспорта» в 1999 г.

Кафедрой робототехники и автоматизации производства в 90-е гг. продолжал руководить профессор Л.Н. Рассудов. Под его руководством на кафедре сформировалась научная школа в области систем управления и автоматизации технологических комплексов и процессов. Существенно обновились учебно-исследовательские лаборатории кафедры. В 1994 г. совместно с австрийской фирмой «OMRON» и НПО «Ракурс» на кафедре был организован учебный центр «Компьютерные технологии автоматизации». Доцент Г.И. Прокофьев подготовил и защитил докторскую диссер-

тацию. Под его научным руководством сформировалось новое научное направление «Автоматизированное формообразование конструкций из металлов и волокнистых композиционных материалов». Успешно развивались связи кафедры с зарубежными высшими учебными заведениями Германии и Словакии. После смерти Л.Н. Рассудова Г.И. Прокофьев возглавил кафедру робототехники и автоматизации производства.

В 90-е гг. на кафедре информационно-измерительной техники защитили докторские диссертации преподаватели кафедры Д.Д. Недосекин, В.В. Алексеев, С.В. Прокопчина, а также докторанты В.Н. Чернышов, Е.Г. Гридина и Д.С. Станкевич. С 1997 г. кафедру информационно-измерительной техники возглавил доктор технических наук профессор Владимир Васильевич Алексеев, являющийся специалистом в области информационно-измерительных систем и экологических измерений. По его инициативе на кафедре создана лаборатория экологического мониторинга. Особое внимание уделяется построению адаптивных, интеллектуальных и распределенных информационно-измерительных систем. В 1997 г. была открыта новая специальность «Информационные системы (в экологии)». В новой структуре университета она находится в составе факультета приборостроения, биомедицинской и экологической инженерии (ФПБЭИ). В 1998 г. кафедра получила новое наименование – кафедра информационно – измерительных систем и технологий (ИИСТ).

В 1989 г. защитил докторскую диссертацию доцент кафедры АСОИУ С.А. Яковлев. Им решена актуальная научная проблема адаптивного управления интеллектуальными сетями с использованием методов имитационного моделирования. Сегодня профессор С.А. Яковлев ведет большую научно-методическую и организационную работу в составе ряда советов: он является заместителем председателя Учебно-методической комиссии по специальности 230201 – «Информационные системы и технологии» и членом президиума Учебно-методических советов по направлениям 230100 – «Информатика и вычислительная техника» и 230200 – «Информационные системы» УМО вузов по университетскому политехническому образованию на базе МГТУ имени Н.Э. Баумана. Профессор С.А. Яковлев активно участвует в подготовке кадров высшей квалификации, им сформирована своя научно-педагогическая школа. Под его руководством подготовлено и защищено более 20 кандидатских диссертаций и 2 докторские диссертации. Результаты научно-исследовательской и методической работы нашли свое отражение в монографиях, учебниках и учебных пособиях. Среди них учебное пособие с грифом Министерства образования России «Моделирование систем», которое было написано в соавторстве с Б.Я. Советовым и опубликовано первый раз в 1985 г. В дальнейшем оно неоднократно перерабатывалось и 5 раз переиздавалось.

В начале 90-х кафедра автономной навигации, управления и механики начинает активно развивать международные связи, в первую очередь с Германией и Китаем. В рамках международного проекта с Институтом управления полетом (DLR, Braunschweig, Германия) и Физико-техническим ведомством Германии (РТВ, Braunschweig) проводятся работы по созданию углоизмерительных систем на базе лазерного гироскопа. В 1998 г. начались работы по контракту с Китайским институтом прецизионного машиностроения авиационной промышленности по созданию нового поколения лазерных гониометрических систем.

В 1997 г. заведующим кафедрой избирается профессор Ю.В. Филатов. С 1998 г. на кафедре ведется подготовка бакалавров по направлению 551500 – «Приборостроение». В рамках этого же направления начинается подготовка магистров по специализации «Системы ориентации, стабилизации и навигации». В 1999 г. кафедра переходит на вновь созданный факультет «Приборостроение, биомедицинская и экологическая инженерия». С этого периода на кафедре развивается научное направление «Микромеханические чувствительные элементы безлатформенных инерциальных систем навигации», которое возглавил профессор Д.П. Лукьянов, разрабатываются

микромеханические акселерометры с использованием поверхностных акустических волн. Многолетняя продуктивная работа кафедры в области лазерной углоизмерительной техники приводит к созданию аналогичного направления подготовки специалистов. При переходе на специализацию 190100 «Приборостроение» кафедры открывает новую специализацию «Лазерные измерительные приборы и системы», которая вместе с традиционной специализацией «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации» открыла новые возможности для учебной работы кафедры. В 2001 г. кафедра получает название «Лазерные измерительные и навигационные системы».

Результаты исследований, проведенных совместно с ВНИИМ имени Д.И. Менделеева, обеспечивают создание нового Государственного эталона единиц линейного ускорения и плоского угла при угловом перемещении твердого тела. Под руководством профессора Андрея Владимировича Мачалова проводятся исследования и разработка инерциальных методов и средств контроля геометрических параметров рельсовых путей, а также магнитно-инерциальные методы навигации и мониторинга магнитных полей. В 2002 г. защищают докторские диссертации сотрудники кафедры А.В. Мачалов (на тему «Инерциальные методы и средства измерений параметров движения и деформации объектов») и А.А. Тихонов (на тему «Моделирование и анализ динамики вращательного движения твердого тела в суперпозиции силовых полей»). Начинается тесное сотрудничество кафедры с ВНИЦ «ГОИ имени С.И. Вавилова», а его специалисты приглашаются на кафедру для чтения лекций. В 2004 г. организуется филиал кафедры в МГП «Лазерная физика» (учредителем выступил ВНИЦ «ГОИ имени С.И. Вавилова»).

С 1992 г. кафедру биомедицинской электроники и охраны внешней среды возглавляет ближайший соратник и ученик В.М. Ахутина – заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор Евгений Парфирович Попечителей. За последние годы кафедра подготовила несколько учебников и учебных пособий, а также другую учебно-методическую литературу, выступила гарантом открытия медико-технических специальностей в ряде регионов России. Следует подчеркнуть также и общественную активность кафедры, характерную для нее на протяжении всего времени существования. Еще на рубеже 60-х гг. кафедра активно включилась в процесс консолидации научных и технических организации Ленинграда, связанных с разработкой и выпуском электронно-медицинской техники, организовав при научно-техническом обществе радиотехники, электроники и связи (НТОРЭС) имени А.С. Попова секцию биомедицинской электроники. Хорошо известна в России и знаменитая школа по биотехническим системам, деятельность которой дала путевку в науку не одному ее слушателю.

Сегодня кафедру биомедицинской электроники и охраны внешней среды (БМЭиОС) знают как базовую кафедру для Комитета по здравоохранению Администрации Санкт-Петербурга по подготовке технических специалистов для учреждений здравоохранения города, области, региона. Специалисты кафедры входят в составы научно-технических Советов многих организаций. Они участвуют практически во всех делах в Санкт-Петербурге, имеющих отношение к медико-технической практике. Кафедра БМЭиОС, как одна из базовых по этому направлению в России, участвует в создании аналогичных кафедр в других вузах страны и поддерживает с ними творческие контакты. Сегодня она является базовой кафедрой по подготовке высококвалифицированных специалистов по направлениям профессионального высшего образования в медико-техническом направлении, принимает участие в организации УМС по этому направлению. Е.П. Попечителей стал председателем УМС по направлению 2004 – «Биомедицинская техника» и 2003 – «Биомедицинская инженерия».

В 1996 г. первый прием студентов на коммерческой основе состоялся и в ЛЭТИ. Переход к рыночной экономике выявил потребность в специалистах по информатике в таких областях как экономика, торговля, финансы и т. п. Для этой цели еще в 1994 г.

в рамках инженерного образования в стране была организована новая специальность 0719 – «Информационные системы по областям приложения». Председателем учебно-методического совета по этой специальности в составе УМО при МГТУ стал профессор Б.Я. Советов. В 1997 г. кафедра автоматике и процессов управления начала подготовку к открытию этой специальности в ЛЭТИ. Первоначально, в связи с предстоящей организацией в ЛЭТИ факультета экономики и менеджмента, подготовку инженеров по специальности 0719 предполагалось ориентировать на управление и информационные технологии в области бизнес-приложений. Совместно с представителями нового факультета по экономике был разработан учебный план подготовки специалистов по информационным системам в бизнесе, который помимо дисциплин государственного стандарта по этой специальности включал и необходимые курсы по предметной области. Особенность разработанного учебного плана состояла в том, что он, наряду с традиционными дисциплинами по информатике и экономике, содержал совершенно новые курсы на стыке этих направлений: такие как математические основы теории систем в бизнес-приложениях, автоматизация материального и бухгалтерского учета, системы электронных платежей, коммерция в открытых системах, администрирование в информационных системах. Новыми для кафедры были курсы по корпоративным и открытым информационным системам, мультимедиа технологиям, информационной безопасности и защите информации, информационным сетям и телекоммуникациям. Для постановки этих курсов было решено привлечь новых преподавателей из числа аспирантов и сотрудников кафедр АПУ и АСУ, а также сторонних специалистов, работающих в этой области.

В 1999 г. в связи с реструктуризацией института кафедра автоматике и процессов управления начала приём и подготовку по направлению 55300 – «Системный анализ и управление». Это направление подготовки специалистов появилось в стране в 1993 г. по инициативе проректора ЛПИ по учебно-методической работе профессора В.Н. Козлова, который с 1992 г. стал заведовать там кафедрой технической кибернетики. Кафедра стала головной по этому направлению. Владимир Николаевич Козлов – выпускник кафедры автоматике и вычислительной техники ЛПИ, известный специалист в области теории и применения кусочно-линейных операторов для анализа и синтеза систем автоматического управления. По его просьбе В.Б. Яковлев стал членом УМС по направлению «Системный анализ и управление» и принял участие в разработке государственных образовательных стандартов для бакалавров и магистров.

После смерти А.А. Вавилова работы в области системного моделирования на кафедре возглавил доцент Б.Ф. Фомин. Под его руководством сформировалась мощная научная группа, в которой работали его ученики, выпускники кафедры. Итогом работы стала фундаментальная монография «Технология системного моделирования», написанная Б.Ф. Фоминым в соавторстве с В.В. Калашниковым из ВНИИСИ, А.А. Вавиловым, Е.Ф. Аврамчуком из ЛЭТИ, М. Франком из Технического университета (Дрезден), А. Явором из Института ядерной физики (Будапешт).

В 1990 г. Б.Ф. Фомин защитил докторскую диссертацию в виде доклада по совокупности работ на тему «Разработка технологии системного моделирования и ее применений в исследованиях структурных свойств и механизмов функционирования сложных систем», которая была результатом его работы в течение более двадцати лет в области системного анализа и компьютерного моделирования. В период 1972–1989 гг. Б.Ф. Фомин в соавторстве с А.А. Вавиловым и Д.Х. Имаевым разработал концепцию системного моделирования на основе системных графов многокомпонентных составных линейных динамических систем. Б.Ф. Фомин и его ученик Е.Ф. Аврамчук создали формализм системных графов для операторов передач и минимальных форм составных многокомпонентных динамических систем.

В области моделирования производственных систем Б.Ф. Фоминым и его учениками созданы методики построения имитационных моделей производственных систем на основе системной динамики и сетей Петри. Итогом этих работ стали проекты по электронной информатизации производства, выполненные на Металлическом и Ижорском заводах, а также методические рекомендации по проектированию ГПС на основе имитационного моделирования, а также система программ «СМОТР», выигравшая Всесоюзный конкурс на лучшую САПР ГПС. Б.Ф. Фомин и его ученики разработали научную концепцию моделирующих центров и решили ключевые проблемы повышения эффективности технологий компьютерного моделирования. Под руководством Б.Ф. Фомина были созданы моделирующие центры в ГОИ, Первом медицинском институте, а также моделирующий центр Министерства судостроительной промышленности в ЦНИИ «Румб», на базе которого была решена задача планирования и управления отраслью для особого периода и военного времени.

Работы по компьютерной диагностике бронхиальной астмы Б.Ф. Фомин проводил вместе Т.Л. Качановой. Проблемная сторона этих работ была обусловлена огромными объемами данных, которыми следовало оперировать при постановке диагнозов. Была создана система накопления, хранения и обработки медицинской информации. Эта система могла работать автономно как ориентированный пакет программ и в интеграции с базовой системой языковых и программных средств моделирующего центра. На этой основе был создан моделирующий центр по проблемам этиопатогенеза бронхиальной астмы. В течение многих лет Б.Ф. Фомин и Т.Л. Качанова занимались разработкой новой научной парадигмы системного анализа – системологии феноменального. В 2002 г. Т.Л. Качанова защитила докторскую диссертацию «Решение общей задачи реконструктивного анализа сложных систем по эмпирическим описаниям». В 1997–2003 гг. Б.Ф. Фомин и Т.Л. Качанова опубликовали несколько монографий по системологии феноменального и технологии системных реконструкций.

С 1993 г. профессор В.А. Терехов вместе со своими учениками И.Ю. Тюкиным и Д.В. Ефимовым, студентами, выпускниками и аспирантами кафедры активно работают над проблемами моделирования, анализа и синтеза нейросетевых динамических систем для нелинейных многосвязных объектов. В 2002 г. В.А. Терехов защищает докторскую диссертацию в форме научного доклада по совокупности опубликованных работ на тему «Теория и построение многомерных инвариантных и адаптивных систем управления динамическими объектами». Эволюция авторского подхода по этой теме обобщена по трем направлениям: разработка и исследование систем и средств регулирования для промышленных систем автоматизации; разработка и исследование инвариантных и адаптивных систем управления объектов в условиях неконтролируемых возмущений; разработка и исследование нейросетевых систем управления для нелинейных динамических объектов с неполной информацией о динамике объекта и внешней среде его функционирования.

Начатые В.А. Тереховым исследования по применению искусственных нейронных сетей в задачах управления положили начало новому научному направлению в области нейродинамики. В 2002 г. в издательстве «Высшая школа» было опубликовано с грифом Минобразования РФ первое в России учебное пособие «Нейросетевые системы управления» для студентов вузов. В том же году издательством журнала «Радиотехника» в серии книг «Нейрокомпьютеры и их применение» под общей редакцией профессора А.И. Галушкина была выпущена научная монография В.А. Терехова, Д.В. Ефимова и И.Ю. Тюкина «Нейросетевые системы управления».

Наряду с исследованиями по нейросетевым системам управления на кафедре начались работы по использованию искусственных нейронных сетей для обработки больших массивов информации в реальном времени. Эти исследования проводит доцент кафедры Александр Юрьевич Дорогов вместе со своими аспирантами. В 2002 г.

в издательстве С.-Петербургского государственного университета была опубликована монография А.Ю. Дорогова «Быстрые нейронные сети». Такие сети предназначены для цифровой обработки сигналов в реальном времени. В 2003 г. А.Ю. Дорогов защитил докторскую диссертацию на тему «Методы многоуровневого проектирования быстродействующих модульных нейронных сетей прямого распространения на основе иерархических категориальных моделей».

Спустя четыре года в 2007 г. защищают докторские диссертации ученики В.А. Терехова, выпускники кафедры автоматизации и процессов управления И.Ю. Тюкин на тему «Теория и методы адаптивного управления нелинейными динамическими объектами с применением искусственных нейронных сетей» и Д.В. Ефимов на тему «Робастные и адаптивные системы управления нелинейными колебаниями». В последующем они стали известными специалистами в области теории управления не только в нашей стране, но и за рубежом.

После ухода с поста заведующего кафедрой В.Б. Яковлева в 2002 г. кафедру автоматизации и процессов управления возглавил профессор Николай Николаевич Кузьмин. В 2004 г. Н.Н. Кузьмин был назначен проректором СПбГЭТУ по учебно-методической работе. Под его руководством в университете и на кафедре продолжается работа в соответствии со сложившимися традициями и принципами, заложенными нашими предшественниками и учителями. Кафедра продолжает обновлять и расширять учебно-исследовательские лаборатории, приобретаются новые компьютеры и программные средства, развивается вычислительная сеть кафедры. Существенное внимание уделяется созданию условий, обеспечивающих «оставление» молодых талантливых выпускников для выполнения учебной и научной работы. При кафедре функционируют учебно-исследовательские лаборатории, организованные совместно с отечественными и зарубежными фирмами, работающими в области разработки современных аппаратных и программных средств и систем для автоматизации процессов управления. За последнее десятилетие преподаватели кафедры подготовили и опубликовали учебники и учебные пособия по различным курсам специальности. Среди них и учебники по дисциплине «Теория автоматического управления» с грифом Министерства высшего образования. Первый такой учебник был издан издательством ЛЭТИ в 1999 г. В последующем, в существенно переработанном виде, этот учебник дважды переиздавался и выходил в свет в издательстве «Высшая школа» в 2003 и 2005 гг.

* * *

О РАЗВИТИИ КИБЕРНЕТИКИ И ИНФОРМАТИКИ В ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Начало 60-х гг. – романтическое время развития кибернетики – стало началом кибернетики и в Ленинградском институте авиационного приборостроения (ЛИАП). В 1962 г. в ЛИАПе была образована кафедра технической кибернетики, которой было суждено стать не только родоначальницей информатики в институте, но и известным в стране и мире центром развития систем обработки, хранения и передачи информации. Руководителем кафедры стал выдающийся ученый профессор Николай Андреевич Железнов, личность которого с чрезвычайной научной требовательностью и умением мыслить широко и масштабно повлияла на все последующее развитие информатики в институте. Тонкое понимание людей, их, так сказать, «научной пригодности», позволило в кратчайшие сроки создать на кафедре работоспособный коллектив из молодых, но уже сложившихся исследователей, сформировать такие научные направления, которые в дальнейшем оказались востребованными как в науке, так и в практическом развитии кибернетики-информатики.

За прошедшие более чем 40 лет кардинально изменились представления о возможностях кибернетики. Вычислительные машины, индивидуальные средства связи, цифровые полиграфические машины стали предметами повседневного обихода. Значительно увеличилась доля информационных кафедр в общей структуре ЛИАП, который и сам уже давно преобразовался в государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП). Сегодня в ГУАП работает два «вычислительных» факультета: факультет вычислительных систем и программирования и факультет информационных систем и защиты информации. Пять кафедр гордятся «своим происхождением» от той первой, железнювской кафедры технической кибернетики. Это возникшие в разные годы (в порядке создания) кафедры: «Информационные системы», «Вычислительные системы и сети», «Информационно-сетевые технологии», «Компьютерная математика и программирование», «Безопасность информационных систем». Пришедшие в первые годы существования кафедры технической кибернетики молодые ученые М.Б. Игнатъев, В.Д. Колесник, Е.Т. Мирончиков стали родоначальниками основных направлений исследований в области информатики в ЛИАП-ГУАП. К ним следует, в первую очередь, отнести следующие направления:

- теория информации и кодирования;
- вычислительные системы и сети;
- безопасность информационных систем.

Ниже мы подробнее остановимся на результатах указанных направлений, хотя они и не исчерпывают всех работ ЛИАП-ГУАП в области кибернетики, которые нашли отражение в книгах «ГУАП – через годы в будущее» (2001) и «ГУАП – первый и единственный» (2006).

Теория информации и кодирования

Видимо исторически первым направлением информатики в ГУАП следует считать это направление. Именно оно было областью интересов самого профессора Н.А. Железнова.

В 1948 г. вышла в свет работа профессора Массачусетского технологического института К.Э. Шеннона «Математическая теория связи», которая и стала точкой отсчета новой теории – теории информации.

Инженеры-связисты вкладывали (и вкладывают) огромные усилия в создание технических средств – линий связи, устройств передачи и приема информации, способных повысить надежность связи. Надежность любых технических средств, однако, конечна. Поэтому в «дошенноновские» времена казалось очевидным, что поскольку искажения – явление природное, то и избавиться от ошибок при передаче информации полностью невозможно.

Основным результатом названной выше работы Клода Шеннона было доказательство теорем, получивших название теорем кодирования теории информации. Эти теоремы утверждают, что существует метод передачи информации по каналу связи с ошибками, обеспечивающий сколь угодно малую вероятность ошибочного приема информации при условии, что скорость передачи не превышает некоторой константы, зависящей от свойств канала и называемой его (канала) пропускной способностью.

Н.А. Железнов был редактором первого перевода трудов Шеннона на русский язык и, таким образом, внес важный вклад в развитие теории информации в России и, конечно, положил начало развитию теории информации на своей кафедре. Научное направление «Теория информации и кодирования» осталось важнейшим направлением исследований кафедры и тогда, когда в 1972 г. после выделения из нее кафедры вычислительной техники, она стала именоваться сначала кафедрой автоматизированных систем управления, а позднее кафедрой информационных систем. В 1976 г. Н.А. Железнова сменил на посту заведующего кафедрой Е.Т. Мирончиков, руководивший этой кафедрой вплоть до 2001 г.

Среди достижений в области теории информации учеников и последователей Н.А. Железнова следует выделить книгу В.Д. Колесника и Г.Ш. Полтырева «Теория информации». Книга не только является превосходным учебником (и сегодня лучшим учебником на русском языке) по классической теории, но и содержит материал по анализу многопользовательских систем, сохраняющий свою актуальность и сегодня. Интересные результаты в области оценки потенциальных возможностей передачи по широкополосному каналу, каналу множественного доступа были получены Г.Ш. Полтыревым, который во второй половине 70-х гг., несомненно, был лидером исследований по теории информации в ЛИАП. Он предложил также метод передачи по каналам с памятью, получивший название декорреляции с предсказанием. Оценки вероятности ошибки для некоторых каналов с памятью были получены Е.Т. Мирончиковым и Н.А. Шехуновой, которые рассматривали возможности использования в таких каналах возможности предискажения передаваемых сигналов. Анализ неблоковых методов передачи по каналам связи с обратной связью дал Б.Д. Кудряшов.

Теоремы Клода Шеннона были, однако, теоремами существования, они доказывали, что решение задачи надежной связи существует, но не указывали пути достижения этого решения. Поиск эффективных методов передачи (кодирования передаваемой информации) занимается теория помехоустойчивого кодирования, которая стала предметом многочисленных исследований сотрудников кафедры.

Ярчайшими представителями этого направления исследований являются профессора Виктор Дмитриевич Колесник и Евгений Тимофеевич Мирончиков. Известно,

что особой удачей для талантливых людей в науке является оказаться на том ее (науки) направлении, которое интенсивно развивается. Эта удача была дана молодым ученым. Учившиеся в одной учебной группе и окончившие ЛИАП в 1960 г., вместе работавшие в Институте электромеханики АН СССР, они пришли на кафедру технической кибернетики в 1964 г. в группе А.Н. Радченко. Пришли с написанными кандидатскими диссертациями и сложившимся направлением исследований в области теории кодирования. Несомненно, атмосфера кафедры оказалась полезной для В.Д. Колесника и Е.Т. Мирончикова. В 1968 г. они выпускают монографию «Декодирование циклических кодов», ставшую, без преувеличения, значительной вехой в развитии отечественной теории кодирования. Важнейшим результатом монографии является создание теории мажоритарных кодов, т.е. кодов, допускающих посимвольное декодирование на основе голосования по каждому символу с использованием систем независимых или мало зависимых проверок. Е.Т. Мирончиков и В.Д. Колесник предложили строить такие коды на основе конечных геометрий и сумели оценить параметры получающихся кодов.

Именно В.Д. Колесника и Е.Т. Мирончикова следует считать создателями всемирно признанной школы по теории кодирования, которая существует в ЛИАП-ГУАП. Среди достижений этой школы следует отметить теорию сложности декодирования произвольных линейных кодов, разработанную в трудах Г.С. Евсеева и Е.А. Крука. Теоретической предпосылкой для создания этой теории стала доказанная (в первом своем варианте) Г.С. Евсеевым лемма, позволяющая оценить кратность ошибок, которые необходимо исправлять для того, чтобы декодировать произвольный линейный код практически по максимуму правдоподобия. Эта лемма легла в основу всех работ по сложности декодирования. Она позволила Е.А. Круку получить лучшие из известных на сегодня оценки для сложности декодирования эффективных линейных кодов.

Вычислительные системы и сети

Это направление также развивалось с первых дней создания кафедры технической кибернетики. Его лидером стал профессор М.Б. Игнатьев.

Кандидат технических наук Михаил Борисович Игнатьев был приглашен на кафедру технической кибернетики в конце 1963 г. из Института электромеханики АН СССР. К тому времени им была уже опубликована ставшая широко известной монография «Голономные автоматические системы». В ней были изложены основополагающие аспекты теории систем со структурированной неопределенностью и сделана попытка сформулировать основной закон кибернетики. Им было доказано, что число произвольных коэффициентов в структуре эквивалентных уравнений описывающих систему, содержащую N переменных при наличии M ограничений, равно числу сочетаний из N по $M+1$.

Игнатьев М.Б. быстро включился в работу на кафедре, и уже летом 1964 г. в ЛИАП при поддержке Совета по кибернетике при президиуме АН СССР был проведен первый симпозиум по проблеме избыточности в информационных системах. На симпозиуме была представлена серия докладов по методу избыточных переменных для контроля, диагностики и коррекции вычислительных процессов и технических систем.

Летом 1965 г. М.Б. Игнатьев участвовал в международном конгрессе ИФАК, проходившем на теплоходе «Адмирал Нахимов» в круизе по Черному морю, и на который были приглашены многие известные ученые из разных стран. На этой конференции М.Б. Игнатьев выступил с докладом «О совместном использовании принципов введения избыточности и обратной связи для построения ультраустойчивых систем», ко-

торый вызвал большой интерес и послужил основой для дискуссии со знаменитым профессором Л. Заде. С профессором Заде у М.Б. Игнатъева сложились дружеские отношения, и они в последующем неоднократно встречались как в США, так и других странах, обсуждая проблемы неопределенности. В 1967 г. М.Б. Игнатъев участвовал в международной конференции по аналоговым вычислениям в Швейцарии, где выступил с докладом «The cheking and corection of analog and hybrid computation by the redundant variables method», который получил поддержку от известного профессора Г. Корна.

В 1968 г. М.Б. Игнатъев принял участие в симпозиуме в Ташкенте по освоению Луны, где познакомился с академиком В.П. Барминым, возглавлявшим фирму, создавшую макет лунной базы под Ташкентом. К этому времени становится актуальной задача о создании системы машин для освоения Луны, и ЛИАП получает заказ на создание шестиногой шагающей машины с управлением от ЭВМ, который был успешно реализован в 1970 г. Отметим, что в настоящее время американская концепция мобильной лунной базы базируется на использовании шестиногой шагающей машины. В 1968 г. исследователями был также изготовлен подводный робот с управлением от ЭВМ. В обоих случаях использовалась управляющая машина УМНХ, разработанная под руководством Ф. Староса в Ленинграде. В 1970 г. в лаборатории ЛИАП был запущен адаптивный робот.

В 1972 г. М.Б. Игнатъев был назначен и затем многие годы успешно работал заместителем главного конструктора по робототехнике. К концу 80-х гг. в СССР было изготовлено свыше 80 тысяч промышленных роботов, которые высвободили более миллиона рабочих; созданы роботы для исследования космоса, океана и системы боевых роботов. Эти работы были обобщены в монографии «Алгоритмы управления роботами-манипуляторами», изданной в 1972 г. издательством «Машиностроение» и в 1973 г. переведенной в США.

В 1972 г. кафедра технической кибернетики в ЛИАП разделилась, в результате образовались две кафедры – автоматизированных систем управления (сейчас это кафедра информационных систем) и вычислительной техники (ныне кафедра вычислительных систем и сетей). На этой последней кафедре и сосредоточились исследования в области рассматриваемого нами направления. Заведующим кафедрой вычислительной техники стал профессор М.Б. Игнатъев.

Наряду с методом избыточных переменных к основным результатам новой кафедры следует отнести работы М.Б. Игнатъева в области феномена адаптационного максимума, лингво-комбинаторного моделирования и работы по созданию нетрадиционных рекурсивных вычислительных систем. Развитие робототехники тесно связано с развитием вычислительной техники, и возможности роботов определяются возможностями вычислительных структур разного уровня. Именно поэтому после организации кафедры вычислительных систем и сетей в ЛИАП в 1972 г. кроме робототехники, важным направлением ее деятельности было выбрано создание развивающихся вычислительных систем нетрадиционной архитектуры. Чтобы понять логику такого решения, необходимо рассказать о состоянии мировой вычислительной техники в начале 70-х гг.

В это время господствовала фирма ИБМ, грубо нарушая законы о монополиях и ведя судебные процессы во многих штатах внутри США и других странах. Этот монополизм проявился и в компьютерной литературе – там описывались машины исключительно фирмы ИБМ, и почти ничего не говорилось о машинах других фирм, таких, например, как «Контрол Дейта Корпорейшн» (Control Data Corporation – CDC), «Бэрроуз» и др., которые выступали конкурентами ИБМ. В машинах фирмы ИБМ тех лет реализовывалась классическая фон-неймановская архитектура, которая уже не могла удовлетворить потребителей.

В Советском Союзе в тот период шла борьба между двумя тенденциями: развивать свои собственные разработки, такие как линейка машин «БЭСМ», «УРАЛ» и др., или копировать зарубежный опыт, прежде всего, копировать машины фирмы ИБМ. В этой ситуации наша молодая кафедра, выделившаяся из кафедры технической кибернетики ЛИАП в феврале 1972 г., решила развивать нетрадиционные многопроцессорные вычислительные системы, которые в перспективе обеспечивали высокую производительность и надежность. Для М.Б. Игнатьева это решение было продолжением его работ в области цифровых дифференциальных анализаторов, которые являлись многопроцессорными специализированными рекурсивными структурами с обратными связями. Важный шаг был сделан нашим доцентом В.А. Торгашевым, который предложил распространить и развить эти принципы на универсальные вычислительные машины. В итоге родилась концепция рекурсивных машин, которая получила поддержку Государственного Комитета по Науке и Технике в Москве и Института кибернетики во главе с академиком В.М. Глушковым в Киеве. Сложился творческий коллектив из москвичей, которых представлял В.А. Мясников, киевлян, которых представлял В.М. Глушков, и ленинградцев с общим центром в ЛИАП. В наиболее ярком виде эта концепция была представлена в нашем докладе на международном конгрессе ИФИП, проходившем в Стокгольме в 1974 г. Доклад на конгрессе в Стокгольме делал М.Б. Игнатьев; советская делегация отнеслась к нему очень холодно, зато иностранцы приветствовали этот доклад, который ниспровергал компьютерные авторитеты и традиционную архитектуру и провозглашал нетрадиционную рекурсивную, которая потом завоевала весь мир в виде систем клиент-сервер. В результате впервые советская компьютерная разработка была анонсирована на международной арене, что привлекло внимание с разных сторон. Итогом этой акции было, во-первых, включение работы в программу ГКНТ и выделение финансов на создание экспериментального образца рекурсивной машины; во-вторых, соглашение с фирмой «Контрол Дейта корпорейшен» по созданию рекурсивной машины на основе наших архитектурных решений; в-третьих, предоставление самой лучшей для того времени элементной базы и средств отладки.

М.Б. Игнатьев стал руководителем рабочей группы по сотрудничеству с фирмой «Контрол Дейта корпорейшен». В этом своем новом качестве он развивал как проект по рекурсивной машине, так и другие проекты, в числе которых была покупка машины «САЙБЕР» для Ленинградского научного центра АН СССР. На базе этой приобретенной ЭВМ организовался сначала Ленинградский научно-исследовательский вычислительный центр, а потом и Ленинградский институт информатики и автоматизации АН СССР.

Следует отметить, это было время некоторого потепления советско-американских отношений, именно в это время реализовывался совместный космический проект «Союз-Аполлон». Таким образом, в результате стечения благоприятных обстоятельств удалось развернуть работу по реальному созданию рекурсивной машины. Закипела работа, в которой принимали участие многие сотрудники кафедры: В.А. Торгашев, В.И. Шкиртиль, С.В. Горбачев, В.Б. Смирнов, В.М. Кисельников, А.М. Лупал, Ю.Е. Шейнин и многие другие.

В результате уже к 1979 г. были изготовлены многие блоки машины и осенью того же года экспериментальный образец рекурсивной машины был предъявлен государственной комиссии во главе с академиком А.А. Дородницыным. В специальном Постановлении ГКНТ СССР и Комиссии Президиума Совета Министров СССР от 14.09.1979 года за № 472/276 отмечалось, что запуск первого в мире экспериментального образца многопроцессорной рекурсивной машины высокой производительности и надежности является достижением мирового уровня. Были разработаны планы дальнейшего развития этой работы, но в декабре 1979 г. советские войска вошли в

Афганистан, и правительство США разорвало все научно-технические связи с СССР, в том числе и по линии фирмы «Контрол Дейта». Это обстоятельство, безусловно, нанесло нам большой ущерб.

Но работа продолжалась, хотя коллектив исполнителей разделился – часть сотрудников в январе 1980 г. во главе с В.А. Торгашевым перешла в Ленинградский научно-исследовательский вычислительный центр АН СССР, другая часть продолжала работать на кафедре ЛИАП над созданием различных модификаций многопроцессорных систем. Отдел рекурсивных машин был создан в Институте кибернетики в Киеве. Таковы внешние контуры этой пионерской работы, которая заложила основы построения самоорганизующихся вычислительных систем с внешним управлением.

В последние годы на кафедре вычислительных систем и сетей, которой профессор М.Б. Игнатъев заведовал более тридцати лет, развивается новое, чрезвычайно интересное направление – «Архитектура виртуальных миров». Вместе со своими учениками А.В. Никитиным и Н. Решетниковой профессор М.Б. Игнатъев значительно расширил наши представления о возможностях моделирования реальной картины мира. За комплекс инновационных разработок «Виртуальные образовательные миры Петербурга» М.Б. Игнатъеву, А.В. Никитину, А.А. Оводенко и Н.Н. Решетниковой была присуждена премия Президента России в области образования за 2003 г.

Уже более 30 лет на кафедре вычислительных систем и сетей рассматриваются задачи диагностики. Серьезные результаты в этой области получены Л.А. Мироновским и Г.С. Бритовым. Ныне на посту заведующего кафедрой профессора М.Б. Игнатъева сменил профессор М.Б. Сергеев, который развивает исследования в области встроенных вычислительных систем.

Безопасность информационных систем

Основные достижения в области информационной безопасности в ГУАП связаны с развитием кодовой криптографии – криптографии, основанной на использовании кодов, исправляющих ошибки.

Кодовые криптосистемы с открытым ключом возникли практически одновременно с системами, основанными на задаче разложения на множители и задаче дискретного логарифма. Однако на практике кодовые системы используются существенно реже. Это определяется как объективными причинами (большие величины длины публичных ключей), так и рядом субъективных обстоятельств, определивших высокую степень доверия к некодовым системам. Между тем, практика последних лет дает основание сомневаться в трудности задачи разложения чисел на множители и делает актуальным исследование кодовых криптосистем.

Направление, связанное с разработкой и исследованием кодовых криптосистем, начало развиваться на кафедре информационных систем ЛИАП еще в конце 80-х – начале 90-х гг. прошлого века. Большой вклад в его становление на кафедре внесла профессор Н.А. Шехунова, совместно с С.В. Беззатеевым предложившая кодовую систему иерархического доступа, обладающую высокими реализационными характеристиками.

В 2001 г. из кафедры информационных систем выделилась новая кафедра «Безопасность информационных систем», на которой сосредоточились основные исследования в области защиты информации. Сотрудникам новой кафедры принадлежит ряд принципиальных результатов в кодовой криптографии. Профессор Е.А. Крук предложил новый принцип построения кодовых криптосистем с открытым ключом, позволяющий построить системы, конкурентоспособные с лучшими известными некодовыми системами. Использование этих криптосистем позволяет в 15–20 раз умень-

шить размер открытых ключей по сравнению с классическими кодовыми системами. Особую важность при построении безопасных информационных систем имеет задача разработки цифровой подписи. Однако долгое время не было известно удовлетворительного решения этой задачи кодовыми методами. Е.А. Крук предложил систему цифровой подписи на базе кодов, исправляющих ошибки. Система обладает большей производительностью, чем ранее известные.

Симпозиум по проблеме избыточности в информационных системах

Еще в 1964 г. по инициативе профессора Н.А. Железнова и при поддержке Совета по проблеме Кибернетика при Президиуме АН СССР был проведен первый симпозиум по комплексной проблеме избыточности в информационных системах. В качестве тематики для симпозиума был выбран разнообразный круг вопросов, связанных с анализом и синтезом систем, обладающих структурной, логической или функциональной избыточностью. Симпозиум рассматривался как комплексный, межотраслевой, нацеленный на взаимопроникновение идей между различными направлениями кибернетики – информатики. В дальнейшем этот симпозиум стал традиционным и регулярно проводился в СССР. Он собрал широчайшую аудиторию ученых и инженеров, в его работе приняли участие (без преувеличения) тысячи специалистов – разработчиков сложных систем.

Среди традиционных секций симпозиума неизменно высоким уровнем докладов отличалась секция теории информации и кодирования, в работе которой в разные годы приняли участие практически все известные в этой области российские ученые и специалисты. Начиная с первого симпозиума, неизменно работала секция вычислительной техники. Секция систем передачи информации стала полигоном, на котором отрабатывались концепции многих отечественных связанных проектов.

Организаторы первых симпозиумов (Н.А. Железнов, М.Б. Игнатъев, Е.Т. Мирончиков) рассматривали избыточность как фундаментальное свойство систем. Они полагали, что использование избыточных ресурсов является необходимым условием создания надежных средств обработки, хранения, передачи информации и считали, что вводя специальные меры для характеристики избыточности, можно оценивать надежность технических систем. Такой подход к тематике выделял симпозиум среди многочисленных конференций по информатике как концептуальный, определял его значение для развития информационной техники в стране.

Трудно переоценить значение симпозиума для развития информатики в ЛИАП. Сотрудники кафедры технической кибернетики, а позднее и сотрудники вновь возникших информационных кафедр, получали возможность не только познакомиться с достижениями и взглядами ведущих ученых своей области, но представить на широкое обсуждение собственные результаты. Можно сказать, что быстрое профессиональное становление М.Б. Игнатъева, Е.Т. Мирончикова, В.Д. Колесника и многих других учеников и коллег Н.А. Железнова во многом и объясняется их регулярным участием в работе симпозиумов по проблеме избыточности.

С 1964 г. было проведено 10 симпозиумов по проблеме избыточности, в 1989 г. состоялся десятый такой симпозиум. Известные события современной российской истории надолго приостановили его равномерную работу. Однако после длительного перерыва симпозиум вновь начал свою деятельность. В июле 2007 г. он был проведен уже как XI-й и Первый международный симпозиум по проблеме избыточности в информационных системах. Хочется надеяться, что возродившийся симпозиум будет работать в наше время так же успешно, как работал ранее в СССР.

Развитие инфокоммуникационных технологий

Кафедра технической кибернетики с момента ее возникновения, а затем и все выкристаллизовавшиеся на ее базе кафедры неизменно вели крупные научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки. В советское время сотрудники ЛИАП выполнили десятки научно-технических и промышленных проектов. В трудные для страны 90-е гг. эти разработки значительно сократились. Однако высокий научный уровень позволил преодолеть указанный кризис. Многие исследовательские группы нашли применение своим знаниям в рамках международного сотрудничества. Ниже мы приведем результаты сотрудников ГУАП в области создания новых информационно-коммуникационных технологий, полученные в последние годы.

Телекоммуникационные технологии

Проблема организации надежной связи для широкого спектра приложений остается одной из наиболее актуальных в области развития современных информационных технологий.

Современные сети передачи данных (мобильные, сенсорные сети, автоматизированные системы контроля и учета потребления электроэнергии и т. п.), с одной стороны, находят широкое применение в промышленности и становятся важным элементом информационной инфраструктуры общества, с другой стороны, предполагают использование специальных телекоммуникационных технологий и технологий защиты информации. На сегодняшний день не только не решены вопросы создания аппаратуры, реализующей эти технологии, но и сами указанные технологии нуждаются в дальнейшем развитии. Разрабатываемые в настоящее время международные стандарты, поддерживающие телекоммуникационные технологии, технологии защиты информации, далеки от своего завершения и требуют адаптации применительно к отечественным условиям. В ближайшие десятилетия развитие техники средств связи, в значительной степени, пройдет под знаком внедрения указанных стандартов, поэтому важной задачей является разработка технических решений, способных найти применение в стандартах.

В 2003–2006 гг. в ГУАП на кафедре «Информационных системы» под руководством профессоров В.Д. Колесника и Б.Д. Кудряшова и на кафедре «Безопасность информационных систем» под руководством профессора Е.А. Крука проводились исследования в области сжатия и передачи информации.

Основные полученные результаты:

1. Разработана концепция выбора методов помехоустойчивого кодирования и декодирования, ориентированная на использование в проводной и беспроводной связи. Концепция позволила очертить круг кодеров и декодеров, применение которых полностью покрывает потребности основных разрабатываемых в настоящее время стандартов связи. Предложенные методы кодирования и декодирования кодов с малой плотностью проверок на четность, кодов, исправляющих группирующиеся ошибки, включены в стандарты IEEE 802.3, 802.16.

2. Разработана архитектура универсального перестраиваемого коммуникационного процессора, позволяющего реализовывать декодеры для всех имеющихся сегодня стандартов связи. Применение такого процессора позволит реализовать адаптивное кодирование для каналов с изменяющимися параметрами.

3. Разработана система кодирования для передачи видеоинформации, основанная на совместном кодировании информации для ее сжатия и для передачи по беспроводным каналам связи.

4. Сформулирована концепция суперканала, в рамках которой каждый логический уровень сети рассматривается как отдельный канал со своим квантом информации и своим типом искажений. Предложен метод совместного кодирования на различных

уровнях сети, позволяющий оптимизировать вносимую на различных уровнях сети избыточность. Метод позволяет решать одну из ключевых задач для систем связи четвертого поколения – задачу управления качеством сервиса.

Важным результатом работ в области телекоммуникационных технологий стало создание в ГУАП телекоммуникационной лаборатории, финансируемой корпорацией Intel.

Технологии защиты информации

Задача защиты информации от комплекса естественных и искусственных помех не только остается актуальной при организации передачи информации в сетях интегрального обслуживания, но и приобретает все большее значение в связи с повышением требований к уровню криптостойкости таких сетей. При этом развитие современных открытых сетей передачи информации (сетей общего пользования) привело к появлению разнообразных задач, ранее в криптографии не рассматривавшихся. В частности, при разработке систем информационной безопасности для распределенных вычислительных систем реального времени, сенсорных сетей, сетей мобильной связи, в ряде других сетевых приложений стоимостные, энергетические или габаритные требования диктуют необходимость выполнения ограничений на память и/или быстродействие используемых процессоров. Между тем, стандартизованные алгоритмы аутентификации и распределения ключей основаны на вычислительно трудоемких алгоритмах, что делает проблематичным их использование в указанных приложениях. Одним из актуальных направлений прикладной криптографии в настоящее время является разработка систем информационной безопасности, ориентированных на использование в устройствах с ограниченными вычислительными и энергетическими ресурсами.

В период 2003–2006 гг. в ГУАП на кафедре «Безопасность информационных систем» под руководством профессора Е.А. Крука проводились работы по созданию безопасных сетевых технологий и внедрению их в международные стандарты связи.

Основные полученные результаты:

1. Разработаны алгоритмы распределения ключей в децентрализованных сетях. Алгоритмы ориентированы на реализацию с помощью устройств малой вычислительной мощности.

2. Разработан метод защиты информации на физическом уровне, позволяющий осуществлять совместную защиту информации от ошибок в канале связи и от несанкционированного доступа.

3. Предложены схемы безопасной агрегации информации, которые позволяют организовать безопасный обмен информацией без увеличения избыточности.

4. Внесены предложения по обеспечению безопасности информации в международные стандарты передачи информации IEEE 802.11i, 802.11s, 802.11w.

Важным результатом работ в области безопасных информационных технологий стало создание в ГУАП совместной с корпорацией Самсунг лаборатории в области защиты сетевой информации.

Технологии «СИСТЕМЫ-на-КРИСТАЛЛЕ»

Развитие технологий производства интегральных схем за последнее десятилетие привело к радикальным изменениям в технике и технологии создания систем на их основе. Современные интегральные схемы могут содержать сотни миллионов транзисторов. В проектных нормах промышленные интегральные технологии в последние годы преодолели барьер в 100 нм (0,1 мкм) и вторглись в область нанотехнологий (1-100 нм). В прогнозируемых на следующий год промышленных технологиях с проектной нормой в 45 нм кристаллы СБИС будут содержать уже порядка 10 миллиардов транзисторов на кристалле. Прогнозы промышленности показывают как минимум на

10 лет вперед и дальнейший рост степени интеграции СБИС по известному закону Мура – удвоение числа транзисторов на кристалле каждые 1,5–2 года.

Столь радикальные количественные изменения приводят к качественным изменениям в технике и технологии создания систем обработки, передачи информации и управления с использованием интегральных технологий. Стирается грань между понятиями «элементная база», «прибор», «система». Растет доля проектов систем, ориентированных на построение «СИСТЕМ-на-КРИСТАЛЛЕ» (*Systems-on-Chip, SoC*). Мировой рынок электронной компонентной базы (ЭКБ) класса «СИСТЕМЫ-на-КРИСТАЛЛЕ» оценивается в 30 млрд. долларов к 2010 г.

«СИСТЕМЫ-на-КРИСТАЛЛЕ» (СнК) второго поколения определяются как однокристалльные многофункциональные устройства, с несколькими процессорными ядрами внутри, которые управляют различными функциональными подсистемами со встроенным системным и прикладным программным обеспечением (*firmware*), реализующие законченное решение целевой задачи. В ГУАП в 2003–2006 гг. на кафедре «Информационные системы» под руководством профессора Ю.Е. Шейнина велись работы в области СнК.

Основные полученные результаты:

1. Предложена формальная модель параллельных вычислений в неоднородных многоядерных СнК класса «СЕТИ-на-КРИСТАЛЛЕ» (*Network-on-Chip, NoC*), на основе которой разработан ряд строгих и эвристических алгоритмов размещения процессов среднегранулярных параллельных программ на процессорные ядра неоднородных многоядерных СнК.

2. Разработана формальная модель соединений для системного уровня проектирования (*System Level Design*) СнК, на основе которой предложены методики оптимизации топологии связей между процессорными узлами и размещения ядер в структуре многоядерных СнК с учетом энергопотребления.

3. Разработаны методы и алгоритмы встроенной автоконфигурации многоядерных СнК с обменом сообщениями, базирующиеся на децентрализованном тестировании и коллегиальном принятии решений об исправности вычислительных узлов СнК. Такие алгоритмы позволяют автоматически исключать неисправные узлы и формировать исправную конфигурацию при включении СнК.

Конференции по школьной информатике и проблемам устойчивого развития

С 1981 г. уже более 25 лет, под эгидой ЛИАП-ГУАП проводятся конференции по школьной информатике и проблемам устойчивого развития в Ленинграде и в Санкт-Петербурге. У истоков конференции стояли академики Ж.И. Алфёров, А.А. Воронов, А.П. Ершов, Н.Н. Моисеев, А.А. Самарский, члены – корреспонденты С.С. Лавров, В.К. Абалакин, Ю.В. Матиясевич, чемпион мира по шахматам М.М. Ботвинник и многие другие известные отечественные и зарубежные ученые и специалисты. Конференция сыграла важную роль в распространении знаний по информатике, вычислительной технике и автоматизации различных видов человеческой деятельности и была инициатором государственного постановления в апреле 1985 г. по широкому внедрению средств вычислительной техники и информатизации образования. После этого информатика превратилась из факультативного в обязательный школьный предмет, многие учителя прошли переподготовку в вузах.

С тех пор возникли новые поколения компьютеров, появились вычислительные сети, Интернет связал весь мир, и еще более остро встал вопрос об информатизации образования. В названии конференции появились новые слова; теперь это конференция не только по школьной информатике, но и по проблемам устойчивого развития,

что отражает обеспокоенность человечества бездумным развитием технологий. В рамках Организации Объединенных Наций разрабатывается глобальная программа устойчивого развития всей планеты, в ряде стран и регионов формируются аналогичные программы, молодежь планеты идет впереди в осознании проблем устойчивого развития – устойчивого развития как отдельного человека, так и семьи, и предприятий, и сел и городов, и регионов. Через эту конференцию со своими докладами и программными разработками прошли более 15 тысяч школьников и студентов, которые составили основной костяк специалистов по информатике Северо-Запада России.

Исследования в области кибернетики-информатики в ЛИАП-ГУАП имеют значительную, теперь уже 45-летнюю историю. Представляется, что это достойная история. Но это не законченная, а развивающаяся история. Ушел из жизни Николай Андреевич Железнов, но по-прежнему активны его первые ученики – М.Б. Игнатъев, В.Д. Колесник, Е.Т. Мирончиков, работают большие и квалифицированные творческие коллективы. Исследования в области информатики продолжаются.

* * *

ВКЛАД БАЛТИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА В РАЗВИТИЕ ИНФОРМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

Исследования в области информатики и кибернетики были развёрнуты в Ленинградском механическом институте (ЛМИ) (в настоящее время БГТУ – Балтийском государственном техническом университете «Военмех» им. Д.Ф. Устинова) в 1949 г., когда по инициативе академика Королёва С.П. в институте была создана кафедра систем управления ракетно-космическими объектами. Впоследствии на базе этой кафедры были образованы специализированные кафедры: автоматических систем и синхронно-следящих приводов; конструирования и производства систем управления; радиоэлектронных систем.

На базе этих кафедр в 1957 г. был образован приборостроительный факультет (в настоящее время – факультет информационных и управляющих систем), который послужил основой для создания двух факультетов: «Мехатроники и управления» и «Информационных и управляющих систем», объединённых в 2002 г. в Институт систем управления, что позволило на единой системной основе готовить высококвалифицированных специалистов, а также широким фронтом развернуть научные исследования в следующих перспективных областях: безопасности движения и управления транспортом; технологии высокоточной навигации и управления движением; базовых критических военных и специальных технологий.

Исследования в указанных областях традиционно проводились и проводятся в тесном взаимодействии и кооперации с ведущими научными организациями и предприятиями страны и опираются на новейшие достижения науки и техники в области информатики и кибернетики. Все полученные научные достижения и результаты передаются для внедрения и последующего развития ведущим организациям и предприятиям страны, в том числе в Российскую академию наук.

Вклад организации в целом

За более чем полувековую историю проведения исследований университет, откликаясь, в первую очередь, на потребности практики, внёс существенный вклад в разработку и реализацию следующих проектов:

- системы очувствления (системы технического зрения) автономных подвижных объектов различных типов и назначений;
- системы автовождения автономных подвижных объектов (планетоходов) на основе разработанных систем очувствления;
- приборный комплекс ЭФО-2/ФБА-210 для наблюдения из космоса за параметрами верхних слоёв атмосферы Земли, установленный на орбитальной космической станции «МИР»;

- проект первой в стране управляющей цифровой вычислительной машины в операции с ведущими организациями города;
- комплекс датчиков и преобразователей для систем управления автономных подвижных объектов;
- испытательный комплекс «КАМА» для полунатурных испытаний автономных подвижных объектов и их бортовых комплексов управления.

Результаты, полученные учёными университета, явились весомым вкладом в достижения Санкт-Петербургской (Ленинградской) научной школы в космических областях. К таким достижениям относятся как очувствление планетоходов и создание на этой основе систем их автовождения по поверхности планет с крайне сложным рельефом, а также вклад в исследование с борта орбитальной космической станции «МИР» верхних слоёв атмосферы Земли с помощью специальных оптико-электронных комплексов.

Характерной особенностью указанных выше научных результатов является то, что все они доведены до действующих образцов, получили высокую оценку научной общественности и в ряде случаев обладают мировой новизной.

Роль ведущих учёных и научных школ

Кафедра систем обработки информации и управления

Решение ряда научно-технических задач как оборонного, так и народно-хозяйственного направления требует разработки и создания систем, способных воспринимать реалии внешнего мира и в какой-то степени выполнять функции органов чувств человека, в частности зрения. Возможность создания таких систем появилась с 50–60-х гг. прошлого века в связи с развитием микроэлектронных технологий. Именно тогда ведущие научные коллективы СССР начали заниматься как проблемами средств очувствления (средств сбора информации о внешней среде), так и обработкой информации с целью создания систем автоматического управления для машин и механизмов, облегчающих труд человека или исключают его участие в чрезвычайных ситуациях. Естественно, что подобные исследования начали проводиться и в Ленинградском механическом институте, общепризнанной по тем временам научно-конструкторской школе, имеющей богатый опыт создания различных систем оружия. Здесь в начале 60-х гг. прошлого века под руководством профессора В.А. Веселова была сформирована научная группа молодых ученых-энтузиастов, способных решать подобные задачи, в составе выпускников ЛМИ: Кузнецова Василия Григорьевича, Белякова Георгия Михайловича, Гробового Романа Николаевича, Зилитинкевича Игоря Сергеевича, Ипатов Олега Сергеевича (в настоящее время – ректора БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова), Лосева Сергея Александровича, Тили Сергея Юрьевича, Федосеева Сергея Валентиновича, Хабибулина Анатолия Евгеньевича. При этом В.Г. Кузнецов впервые предложил создать светолокатор на основе полупроводникового лазера, который должен был зондировать окружающую среду узким световым пучком и собирать информацию о дальностях и угловых координатах до отражающих точек окружающей среды локатора.

Этим коллективом в 1965 г. был создан первый бортовой светолокатор, позволявший в полусфере радиусом до 30 м. производить измерения координат точек отражающих поверхностей среды со скоростью 2000 измерений в секунду. Светолокатор мог работать по диффузным поверхностям с коэффициентами отражения от 0,05 до 0,95, соответствующими грунтам типа светлый песок и асфальт. До этого времени подобного прибора в практике мирового приборостроения не существовало. Так был создан первый «искусственный глаз», позволявший воспринимать геометрию внешнего мира светолокатора. Практически с этого момента в технической литературе появился термин «система технического зрения».

Публикации по быстрому дистанционному измерению координат точек среды привлекли к себе внимание научной общественности. Первым отреагировал на это главный

конструктор шасси лунохода Кемурджиан Александр Леонович из ВНИИ «Трансмаш», перед которым стояла задача обеспечения безопасности автодвижения планетоходов для исследования удалённых планет, когда дистанционное управление становилось весьма затруднительным из-за большой длительности прохождения управляющих радиосигналов, подаваемых с Земли, как это было в случае лунохода. А.Л. Кемурджиан предложил коллективу университета начать совместные работы по системам автовождения марсоходов. Научный коллектив под руководством профессора В.А. Веселова в кратчайшие сроки оснастил натурный макет марсохода разработанной им системой технического зрения, после чего учёные ЛМИ и ВНИИ «Трансмаш» начали работы по отработке системы автовождения марсоходов. Со стороны ВНИИ «Трансмаш» эту работу возглавил Сологуб Павел Степанович. На первых порах задачей автовождения было детектирование непреодолимых образований рельефа на пути движения марсохода и их объезд. Отработка системы автовождения проводилась в 1977–1986 гг. на Камчатских полигонах Шивелуч и Толбачик, отличающихся различными отражающими способностями грунтов (грунты на Шивелуче более светлые, нежели на Толбачике). Результатом этих работ явилось создание систем автовождения, впервые позволяющих осуществлять автономное движение планетохода в условиях поверхностей с крайне сложным рельефом. Наибольший вклад в эту работу внесли В.Г. Кузнецов, О.С. Ипатов, Р.Н. Гробовой, К.В. Пастухов и Г.В. Герхен-Губанов. Проведенные испытания показали, что задача автовождения наземных машин по сложному рельефу представляется более сложной, нежели, например, автопилотирование. Формирование оптимальной траектории движения связано с построением высотной карты окрестностей планетохода в памяти его бортовой вычислительной машины по информации светолокатора и «прокатыванием» по ней модели планетохода с принятием решения о приемлемой траектории движения с учетом динамики, а также с выработкой управляющих сигналов и представляется интересной и очень сложной математической задачей. Её решение требует больших вычислительных ресурсов, что обусловило использование полунатурного моделирования. С этой целью в ЛМИ были созданы комплексы для средств полунатурного моделирования и решения проблем автовождения. Один из них представлял собой колёсную тележку с тремя мотор-колесами и управляемыми степенями подвижности по вертикальным осям, оснащенную светодальномером и приводами по всем степеням подвижности. Второй комплекс был выполнен в виде шестиногой платформы и также был оснащен светолокатором. Оба комплекса были рассчитаны на их использование в лабораторных условиях. Комплексы были созданы сотрудниками ЛМИ Тарелкиным Евгением Борисовичем и Мидцевым Борисом Фёдоровичем под руководством Герхен-Губанова Георгия Владимировича.

Шагающий комплекс был передан в Институт прикладной математики (ИПМ) имени М.В. Келдыша АН СССР группе ученых, возглавлявшейся академиком РАН Д.Е. Охочимским. На базе этого комплекса были проверены алгоритмы и системы управления движением шагающей машины в лабораторных условиях. Это позволило коллективу ИПМ под руководством Д.Е. Охочимского и д.ф.-м.н. А.К. Платонова начать работы на натурном макете шагающей шестиногой платформы, рассчитанной на несение седока и всего управляющего комплекса. Платформа была изготовлена во ВНИИ «Трансмаш» под руководством М.В. Кудрявцева и имела 18 управляемых степеней подвижности и очувствленные стопы. Приводы управления, системы управления ими и системы очувствления были разработаны и изготовлены коллективом ЛМИ. Так, в ИПМ возникла научная школа по очувствлению машин с большим числом управляемых степеней подвижности, которая получила признание не только отечественной науки.

Один из колесных комплексов был передан в Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет) на кафедру, возглавляемую академиком АН СССР И.М. Макаровым. Здесь образовалась общепризнанная научная школа по системам автоматизации производства.

Второй колесный комплекс был передан в Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем имени академика Каляева А.В. Таганрогского государственного радиотехнического университета. Здесь под научным руководством члена-корреспондента РАН И.А. Каляева были развернуты работы по созданию сверхбыстродействующих систем по обработке информации для систем автовождения на основе нейроподобных структур.

Созданный научно-технический задел был использован для очувствления специального робота «Кентавр», созданного во ВНИИ «Трансмаш» по инициативе Л.Н. Лупичева – директора Института физических проблем (ИФП) АН СССР. На исследования в этом направлении обратил внимание лично президент АН СССР А.П. Александров, в результате чего в обеспечение этих работ в ЛМИ была создана специальная группа под научным руководством профессора В.А. Веселова для создания систем очувствления этих роботов.

Следующим этапом решения задач автовождения стало дистанционное в темпе движения машины определение несущих свойств грунтов, что потребовало комплексировать хорошо себя зарекомендовавшие светолокационные методы с другими методами определения физических свойств поверхностей и свойств грунтов. Сотрудник ЛМИ Р.Н. Грбовой разработал метод косвенного определения опорной проходимости грунтов на основе комплексирования информации, предоставляемой несколькими информационными каналами, созданными на различных физических принципах, в том числе с использованием ультразвуковых колебаний. Это позволило существенно расширить возможности автовождения транспортных средств в экстремальных условиях.

Все перечисленные выше работы и полученные результаты позволяют считать Санкт-Петербург родиной отечественных марсоходов и планетоходов.

Полученный научный задел в области применения ультразвуковых методов при решении задач прогнозирования опорной проходимости транспортных роботов позволил открыть новое конверсионное направление – создание приборов помощи инвалидам по зрению. Были разработаны сонарные очки – ультразвуковой локатор в очковой оправе с представлением информации инвалиду о внешней среде в виде псевдостереофонического музыкального образа. Эти очки получили самые высокие отзывы как больных, так и медицинских учреждений. В дальнейшем под руководством О.С. Ипатова доцентом Ершовым на базе экспериментально-опытного завода – учебно-производственного центра БГТУ была разработана серия достаточно дешевых ультразвуковых детекторов препятствий, в частности трость и фонарь для слепых, и начато их изготовление. На этих же принципах был разработан специальный фонарь «ПОИСК-01» с устройством звуковой индикации обнаружения препятствий, предназначенный для сотрудников МЧС при проведении спасательных работ в задымленных помещениях.

Важнейшей работой коллектива в 1986–1992 гг. под руководством О.С. Ипатова стала разработка системы обеспечения безопасности экипажа наземного минного прорывателя, предназначенного для разминирования минных полей в условиях сложного рельефа местности. Образцы таких очувствленных машин были созданы и прошли все необходимые испытания и переданы в Министерство обороны Российской Федерации. Другой работой было создание системы автовождения боевой машины пехоты без экипажа по лесным дорогам на скоростях до 30 км/ч. Эти работы были выполнены инициативной группой ученых в составе В.Г. Кузнецова (БГТУ) и В.П. Носкова (МГТУ имени Н.Э. Баумана).

В 1989 г. перед коллективом кафедры была поставлена задача разработки быстрой действующего звездного фотометра для изучения физических процессов в атмосфере Земли и контроля их параметров при наблюдении из космоса (ЭФО-2/ФБА-210). Техническое задание на создание такого прибора разработал доктор физико-математических наук, летчик-космонавт СССР, выпускник ЛМИ Г.М. Гречко. В течение всего

времени работы над фотометром ЭФО-2/ФБА-210 в 1992–2001 гг. он являлся куратором и научным консультантом проекта. Руководство группой космонавтов по выполнению измерений на борту орбитальной космической станции (ОКС) «МИР» осуществлял лётчик-космонавт, выпускник ЛМИ С.К. Крикалёв. Головной организацией – исполнителем проекта был определён БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова как имевший большой задел в области космического приборостроения. Научным руководителем проекта был назначен В.А. Веселов, а техническим руководителем – Я.П. Подвизный.

Работы выполнялись в кооперации с ведущими организациями космической отрасли: ОАО «Ракетно-космическая корпорация «ЭНЕРГИЯ» имени С.П. Королева», Институт физики атмосферы РАН, Российский государственный научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина, НПО ЛОМО. Был сформирован коллектив в составе: В.А. Веселов – руководитель проекта, кандидат технических наук, профессор БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова; Г.М. Гречко – доктор физико-математических наук, лётчик-космонавт СССР, заведующий лабораторией Института физики атмосферы РАН; А.Ю. Калери – лётчик-космонавт РФ, заместитель начальника отдела головного конструкторского бюро ОАО «Ракетно-космическая корпорация «ЭНЕРГИЯ» имени С.П. Королева»; В. Кан – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института физики атмосферы РАН; В.А. Керножицкий – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник кафедры БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова; А.С. Массарский – кандидат педагогических наук, доцент, ведущий научный сотрудник БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова. В состав этого научного коллектива вошли также: Г.И. Падалка – лётчик-космонавт РФ, инструктор-космонавт – испытатель отряда Российского государственного научно-исследовательского испытательного центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина; А.И. Пахомов – начальник головного конструкторского бюро ОАО «Ракетно-космической корпорации «ЭНЕРГИЯ» имени С.П. Королева»; Я.П. Подвизный – ведущий научный сотрудник кафедры БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова и А.Н. Флёров – доцент кафедры БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова.

Явление мерцания звезд, вызванное флуктуациями плотности воздуха, достаточно хорошо изучено для условий наземных наблюдений. Наблюдения из космоса через атмосферу Земли отличаются тем, что, во-первых, наблюдатель находится далеко за атмосферой, и, во-вторых, влияние более плотных слоев атмосферы ниже перигея луча зрения автоматически исключается. Первое обстоятельство приводит к значительному усилению мерцаний при распространении в свободном пространстве за атмосферой. В результате наблюдаемые флуктуации светового потока становятся достаточно выраженными даже при наличии очень малых возмущений плотности воздуха. Второе отличие также способствует исследованию неоднородностей плотности воздуха на больших высотах, недоступных для зондирования с поверхности Земли из-за маскирующего действия более плотного турбулизованного пограничного слоя. Разработанная теория мерцаний, наблюдаемых из космоса, позволила поставить обратную задачу: использование космических наблюдений для изучения структуры флуктуаций плотности, поскольку мерцания определяются различными участками спектра атмосферных неоднородностей. В этом случае представляется возможным выявить и детально исследовать анизотропную компоненту неоднородностей в стратосфере. По этой причине разработка звездных фотометров, отслеживающих и регистрирующих мерцания звезд, приобретает особую актуальность. Так, использование автоматических спутников для космического зондирования позволит осуществлять непрерывный и глобальный мониторинг параметров атмосферы.

Все это определило актуальность и создало теоретическую основу для создания приборного комплекса звездного фотометра (ЭФО-2/ФБА-210). Этот прибор по

совместному решению Председателя Совета «ИНТЕРКОСМОС» при АН СССР и Начальника Главкосмоса СССР (решение было принято в 1989–1990 гг.) в 1996 г. был установлен на борту ОКС «МИР» для проведения эксперимента «Экстинкция света звезд на аэрозолях космического происхождения».

Начало развитию исследований турбулентности в земной атмосфере по наблюдениям мерцаний звезд из космоса было положено серией визуальных наблюдений за звездами при их заходах, проведенных летчиком-космонавтом СССР Г.М. Гречко на борту орбитальной станции «САЛЮТ-6». Были проведены наблюдения с заходами звезд и планет, определены высоты перигея луча, когда звезды начинают мерцать и когда мерцания становятся сильными. Предложенные им гипотезы легли в основу разработки требований к приборному комплексу звездного фотометра ЭФО-2/ФБА-210. Для реализации этого и успешного проведения экспериментов по спутниковому мониторингу тонкой структуры атмосферы наиболее важным было обеспечить требования к динамическому диапазону прибора, чувствительности (отношению сигнал/шум), быстродействию (частотной полосе) прибора, полосе пропускания оптических светофильтров и величине поля зрения измерительного канала фотометра.

Для обеспечения необходимой чувствительности прибора диаметр главного зеркала приемного объектива был увеличен до 210 мм, а фотоумножитель и электронный блок вводились в режим счета фотонов. Основным источником шума оказался дробовый (квантовый) шум фотоумножителя. Статистика дробового шума определяется распределением Пуассона, свойства которого хорошо изучены, и вклад шума в статистические моменты измеряемого сигнала (дисперсию и частотные спектры мерцаний) оказалось возможным корректно учесть. Для работы с самыми яркими звездами («Сириус», «Канопус» и т. д.) верхняя граница динамического диапазона счета фотонов должна была обеспечивать не менее 50 млн. отсчетов фотоэлектронов за 1 сек. Нижняя граница динамического диапазона определялась темновым счетом фотоумножителя.

При изучении земной атмосферы с борта орбитальной станции «МИР», как уже отмечалось выше, пространственная разрешающая способность составляет примерно $r_F \approx 1$ м. Чтобы реализовать такое разрешение в измерениях, было обеспечено соответствующее быстродействие фотометра, которое определялось характерным временем r_F/V_{\max} , где V_{\max} – максимальное значение проекции скорости наблюдателя на лимб планеты. Для наблюдателя на орбитальной станции «МИР» $V_{\max} = 7,5$ км/с. Следовательно, верхняя граница полосы пропускания фотометра для исследования турбулентности в атмосфере была обеспечена не менее чем $f_{\max} = V_{\max}/r_F = 7,5$ кГц, а соответствующая частота выборки сигнала $\nu_{\max} = 2f_{\max} = 15,0$ кГц. Соответственно, при разработке прибора была реализована частота выборки фотоотсчетов переменной с коэффициентом 2 от 0,125 кГц до 16 кГц.

Важным с научной точки зрения является вопрос выбора оптических фильтров, ограничивающих спектральный диапазон принимаемого света. При наблюдении естественных источников света (звезды) свет всегда принимается в некоторой конечной полосе длин волн. Слабая дисперсия показателя преломления воздуха в оптическом диапазоне, т. е. зависимость показателя преломления от длины волны, приводит к хроматическим абберациям. Основной эффект хроматических аббераций связан с тем, что лучи на разных длинах волн, одновременно попадающие в приемный объектив, проходят в атмосфере по разным траекториям, разнесенным по вертикали на расстояние хроматического сдвига, который пропорционален ширине светофильтра. В зависимости от условий наблюдений и структуры атмосферных неоднородностей хроматический эффект может приводить как к сглаживанию высокочастотной компоненты мерцаний, так и к подавлению мерцаний во всем диапазоне частот. Выбор ширины светофильтров определялся двумя противоположными факторами: для уменьшения хроматического эффекта необходимо было уменьшать ширину фильтров; с другой стороны, уменьшение ширины

фильтров приводило к ослаблению принимаемого светового потока и, соответственно, к ухудшению чувствительности прибора. Для оптимизации работы прибора в различных условиях (звезды с различной яркостью, различный диапазон исследуемых высот, геометрия наблюдений) в приборе был предусмотрен набор светофильтров разной ширины, центрированных на максимум квантовой эффективности фотомножителя – от интерференционных светофильтров до режима работы без светофильтра.

Выбор размера углового поля зрения измерительного канала прибора продиктован двумя конкурирующими факторами: с одной стороны, поле зрения должно обеспечивать надежную, без сбоев, работу космонавта при ручном наведении и гидрировании выбранной звезды, с другой – отсементировать, до приемлемого уровня световые помехи, возникающие из-за фона ночного неба и других источников посторонней засветки. В качестве компромисса было выбрано поле зрения измерительного канала в 10 угловых минут.

Результаты анализа и обработки данных наблюдений мерцаний звезд на орбитальной станции «МИР» показали, что созданный приборный комплекс ЭФО-2/ФБА-210 отвечает всем требованиям, выдвинутым при его разработке. Технические характеристики прибора позволили надежно регистрировать мерцания звезд в заданном диапазоне высот с пространственным разрешением до долей метра. Разработанные методы решения прямой и обратной задач зондирования неоднородных структур позволили установить наиболее важные параметры атмосферной турбулентности и насыщенных внутренних волн в диапазоне высот 15-70 км. Характеристики прибора дали возможность исследовать и выявить потенциальные возможности метода дистанционного мониторинга случайного поля неоднородностей плотности атмосферы по спутниковым наблюдениям мерцаний звезд. В ходе экспериментов, проведенных с созданным приборным комплексом, были получены уникальные данные о структуре атмосферных неоднородностей. Эти результаты позволили закрепить приоритетное положение российской техники и науки в данной области исследований. В частности, было подтверждено наличие толстого, захватывающего верхние слои атмосферы пылевого слоя, состоящего из фрагментов метеоритов и различного космического мусора. Создание аналогичных фотометров, сконструированных для установки на автоматических спутниках, позволит перейти от экспериментальной стадии исследований к глобальному мониторингу структуры неоднородностей плотности атмосферы.

Учитывая высокую научную значимость исследований для развития космического мониторинга атмосферы Земли и приоритетность полученных данных, в 1989–1990 гг. было принято решение об установке прибора ЭФО-2/ФБА-210 на орбитальной станции «Мир» и продолжении наблюдений мерцаний звезд в рамках международного эксперимента, проводившегося по программе «ИНТЕРКОСМОС». Это решение было утверждено председателем Совета «ИНТЕРКОСМОС» при Академии наук СССР академиком В.А. Котельниковым и начальником ГЛАВКОСМОСА СССР А.И. Дунаевым («Решение об установке прибора ЭФО-2/ФБА-210 для продолжения проведения эксперимента «Экстинкция света звезд на аэрозолях космического происхождения» на ОКС «МИР» от 07.09.1990 г.).

Приборный комплекс – звёздный фотометр ЭФО-2/ФБА-210 был доставлен на борт орбитальной станции в 1996 г. Первые измерения были проведены в декабре 1996 – январе 1997 гг., следующие циклы измерений – в 1998–1999 гг. Всего было проведено более 30 успешно завершившихся сеансов наблюдений. Высота ОКС «МИР» в этих экспериментах составляла 350–370 км. Полученные результаты наблюдений нашли применение как в области фундаментальных исследований (в различных академических учреждениях, исследовательских центрах и т. д.), так и в прикладной области (при проведении экологических мониторингов, планировании космических полетов, проведении экспериментов в космосе, обеспечении безопасности полетов, решении ряда оборонных задач и т. д.).

Контактные измерения на зондах и ракетах, проводящиеся, в основном, в США, Франции, Германии и Японии, обеспечивают приемлемое пространственное разрешение, но имеют ограничения по исследуемому высотному диапазону. Измерения с помощью MST радаров, проводящиеся в Европе, Японии, США и Канаде, равно как и лидарные измерения, также ограничены по высоте и, кроме того, не разрешают мелкомасштабную структуру неоднородностей, в которой происходит основная диссипация энергии турбулентности в тепло. Кроме того, отсутствие достаточно широкой сети регулярно действующих станций контактных, радарных и лидарных наблюдений и сложность измерительной техники обуславливают недостаточно полную базу данных о тонкой структуре атмосферы и ее эволюции. В этих условиях применение звездного фотометра на борту МКС позволит исключить все эти очень дорогие методы и реализовать их устройства, что даст значительный технико-экономический эффект.

Основным научным достижением работы является создание на отечественной элементной базе приборного комплекса звездного фотометра ЭФО-2/ФБА-210, реализующего новый физический принцип исследования атмосферы Земли на основе регистрации мерцания звезд.

При создании указанного оптико-электронного комплекса впервые были разработаны:

1. Методика синтеза оптической системы с заданной чувствительностью, адаптированной к зондированию атмосферы Земли из космоса.

2. Программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий регистрацию мерцаний звезд, обработку и передачу полученной информации.

3. Конструкция системы ручного наведения, гидирования и селекции выбранного объекта наблюдения.

4. Программа автономной и наземной комплексной обработки приборного комплекса.

5. Комплекс технических требований к приборному комплексу звездного фотометра, реализующего новый физический принцип исследования атмосферы Земли на основе регистрации мерцания звезд и других объектов в космосе.

Конструирование и создание такого прибора, отвечающего к тому же специфическим требованиям, предъявляемым к космическим устройствам для работы в условиях невесомости на орбитальной станции, потребовало специальных опытно-конструкторских разработок с применением самой современной элементной базы, существовавшей на момент создания прибора. В таблице приведено сравнение характеристик прибора ЭФО-2 по отношению к его зарубежному аналогу ЭФО-1.

Как видно из приведенных данных, созданный комплекс звездного фотометра ЭФО-2/ФБА-210 по своим основным характеристикам в десятки – сотни раз превосходил аналоговый прибор. Следует отметить, что звездный фотометр ЭФО-2 в своем классе и по настоящее время по совокупности технических характеристик превосходит все известные в мировой научной практике подобные космические фотометры, несмотря на то, что разработка его была начата 15 лет назад. Так, например, быстрые фотометры аппаратуры GOMOS, установленные на платформе спутника ENVISAT Европейского космического агентства (этот спутник был выведен на орбиту в апреле 2002 г.), имеют близкие к ЭФО-2 характеристики по чувствительности и динамическому диапазону, но частота выборки сигнала у них составляет 1 кГц, что в несколько раз уступает по быстродействию. Создание прибора и проведение космических экспериментов основывалось на решении об установке прибора ЭФО-2 на орбитальной станции «МИР» и проведении наблюдений мерцаний звезд в рамках международного эксперимента по программе «ИНТЕРКОСМОС».

При создании звездного фотометра впервые были разработаны: устройство для его установки на иллюминаторе ОКС, высокоточный ручной привод для наведения и

слежения за наблюдаемыми звездами, уникальная система счета фотонов с передачей данных в бортовую ЭВМ станции. Правильность принятых решений подтверждена сохранением работоспособности прибора после длительного пребывания в условиях разгерметизации модуля «СПЕКТР» ОКС.

Для решения поставленных научных задач технические характеристики звездного фотометра обеспечили надежную регистрацию флуктуаций сигнала, вызванных мерцаниями звезд при наблюдениях с орбитальной станции «МИР», в диапазоне высот перигеев луча от 15 км до 70 км с пространственным разрешением долей одного метра. Созданный фотометр ЭФО-2 по своим основным характеристикам в десятки-сотни раз превосходит аналоговый фотометр ЭФО-1. По совокупности технических характеристик прибор ЭФО-2/ФБА-210 превосходит все известные в мировой научной практике аналогичные космические фотометры.

Таблица

Сравнение характеристик звездных фотометров

	ЭФО-1 (ЧССР)	ЭФО-2	ЭФО-2/ЭФО-1
Объектив	90 мм	210 мм	Спектральная плотность дробового шума в 20 раз меньше
Приемник	ФЭУ и аналоговый усилитель	ФЭУ цифровой и счет фото-электронов	
Полоса частот	До 100 Гц	До 8,0 кГц	Максимальная частота в 80 раз больше
Динамический диапазон	256 уровней телеметрии	Темновой счет – не более 300 Гц; максимальный счет – 50 МГц	Динамический диапазон в 500 раз больше

С помощью прибора ЭФО-2/ФБА-210 впервые в мировой практике космических наблюдений были получены уникальные новые данные о строении верхних слоев атмосферы земли. В целом создание звездного фотометра ЭФО-2/ФБА-210 закрепляет передовые позиции нашей страны в одном из приоритетных направлений науки и техники.

Высокие надежность и эксплуатационно-технические характеристики приборного комплекса ЭФО-2/ФБА-210 были подтверждены в процессе орбитальной работы. Так, когда вследствие потери герметичности модуля «СПЕКТР» ОКС, где наряду с данным комплексом была установлена американская исследовательская аппаратура, встал вопрос о переносе всей аппаратуры в другой отсек. Профессором В.А. Веселовым на основе глубокого анализа возможностей приборного комплекса ЭФО-2/ФБА-210 было принято техническое решение о продолжении его дальнейшего использования и проведении экспериментов, что и было выполнено. С этой целью приборный комплекс был перенесён в другой отсек, где, несмотря на длительное пребывание практически в открытом космосе, продолжал исправно функционировать при проведении дальнейших экспериментов. При этом американская и другая аппаратура иностранного происхождения практически вся вышла из строя. Тем самым на практике было блестяще подтверждено высокое качество разработанного в БГТУ приборного комплекса и его соответствие заданным техническим требованиям. К сожалению, данный комплекс вместе с ОКС «МИР» 22 марта 2001 г. был затоплен в Тихом океане.

Создание описываемого приборного комплекса показало возможности и научный потенциал российской высшей школы, когда учеными БГТУ и возглавляемой им кооперации ведущих научно-производственных организаций страны в трудные 90-е гг. в условиях крайне скудного и нерегулярного финансирования был создан измерительно-вычислительный комплекс мирового уровня, с помощью которого была произведена серия уникальных космических экспериментов.

Кафедра конструирования и производства систем управления

В 1959 г. на заведование кафедрой «Технология приборостроения» пришел к.т.н., доцент Майоров С.П., впоследствии получивший широкую известность как заведующий кафедрой вычислительной техники и проректор по науке ЛИТМО (д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники СССР, лауреат Государственной премии). Это был период начала развития хоздоговорных НИР, и С.П. Майоров сразу развернул самую большую в ЛМИ (в то время, Ленинградском механическом институте) НИР с Ленинградским конструкторским бюро, директором которого был Ф. Старос. Целью работы была конструкторско-технологическая разработка управляющей ЭВМ «УМ-1 НХ». Идеологом и куратором этого проекта был Ф. Старос, но и чертежи, и первая реализация были созданы в период 1959–1962 гг. на кафедре «Технологии приборостроения» приборостроительного факультета ЛМИ. Демонстрация машины на выставке 4 мая 1962 г. перед Н.С. Хрущевым оказалась решающим фактором для развития микроэлектроники в стране и создания зеленоградского центра микроэлектроники.

В 1962 г. С.П. Майоров перешел на работу в ЛИТМО и забрал с собой тематику и финансирование. Впоследствии за создание управляющей ЭВМ «УМ-1» коллектив авторов, включая С.П. Майорова, получил Государственную премию.

В 1966 г. в аспирантуру на кафедру «Технологии приборостроения» поступил Б.И. Бахтин, и начались хоздоговорные работы с ВНИИТ по автоматизации проектирования печатных плат. В 1969 г. Б.И. Бахтин защитил по этой тематике кандидатскую диссертацию и продолжил НИР с ВНИИРА по созданию САПР печатных плат. В рамках этих работ были созданы одни из первых в СССР САПР печатных плат «АВТОГРАФ» и «НЕВА». В 1982 г. Б.И. Бахтин защитил по итогам этих работ докторскую диссертацию.

Кафедра мехатроники и робототехники

С момента своего основания в 1951 г. (первоначально это была кафедра «синхронных следящих систем») кафедру возглавлял В.А. Бесекерский, впоследствии ставший одним из основоположников отечественной научной школы в области теории автоматического управления. Под его руководством на кафедре проводились одни из первых в стране исследования и разработки в области технической кибернетики, в области систем автоматического регулирования и управления различными техническими объектами.

Объём НИР и ОКР значительно возрос в 70-х–80-х гг., когда кафедру возглавлял сначала д.т.н., профессор Р.А. Сапожников, а с 1969 г. – профессор, д.т.н., заслуженный деятель науки и техники РФ А.М. Потапов. В этот период работали коллективы трёх отраслевых научно-исследовательских лабораторий. Ими исследовались:

- инвариантные следящие системы (профессор В.Н. Яворский);
- надёжность автоматических систем (профессор А.А. Бессонов и с.н.с. А.М. Мороз);
- статистический синтез оптимальных линейных и нелинейных корректирующих устройств САУ (профессор В.Т. Шароватов);
- параметрическая чувствительность и стабилизация качества САУ (доцент А.А. Пугач);
- методы и средства идентификации динамических объектов (профессор Ю.В. Загашвили, с.н.с. А.А. Маркелов).

По результатам исследований был опубликован ряд монографий.

По госзаказу совместно с ВНИИ телевидения сотрудники кафедры разработали и внедрили цифровые системы наведения и стабилизации телекамер для космических объектов (руководитель доцент Е.Б. Коротков). Были разработаны и изготовлены в ОНИЛ кафедры прецизионные автоматические задатчики давления для аттестации штатного авиационного оборудования (доцент Ю.Д. Иванов).

Под руководством профессора А.М. Потапова и доцента А.А. Ласточкина созданы опытно-экспериментальные образцы специальных исполнительных систем и приводов, а также образцы роботов для экстремальных сред. На отечественном и зарубежном уровне признаны оригинальными и перспективными ряд новых принципов и конструкций, а именно: концепция построения параметрических рядов мобильных, автономных, дистанционно-управляемых манипуляционных роботов типа РЭКС и ФЛЕМ на модернизированной конструкции пантографического типа для движения в среде с препятствиями. Макетно-экспериментальный образец робота РЭКС-5.01 использовался на Чернобыльской АС. Области возможного применения роботов: инспекция, разведка, выполнение аварийных и технологических работ; экстремальные условия и среды (природные и техногенные катастрофы, поисковые и спасательные работы, аварийно-восстановительные работы после пожара, взрыва, загазованности).

В 90-е гг. кафедра продолжала работы по теории и практике САУ и АСУ.

Фундаментальные результаты за последние 20 лет получены профессором А.М. Потаповым в теоретико-прикладных исследованиях методов проектирования и настройки динамических систем на базе типовых структур характеристических уравнений. В работах профессора Ю.В. Загашвили дальнейшее развитие получили методы проектирования систем управления с максимальной степенью устойчивости.

В условиях резко сократившегося финансирования выполнены исследования и разработки по созданию высокоточных элементов, узлов и систем позиционирования и стабилизации для высоких технологий (телекоммуникация через спутниковые ретрансляторы, субмикронная и нанолитография и др.). Были проработаны перспективные принципы построения и управления систем ориентации и динамической стабилизации механических объектов (опорно-поворотных устройств направленных антенн, лазерных лидаров мониторинга атмосферы, технологических платформ литографов с изменяемым положением центра масс и др.). Исследованы аспекты, обобщающие известные способы комбинированного управления и реализующие предложенные принципы нелинейного программно-компенсационного управления многозвенными и/или многомерными механическими объектами на подвижных носителях.

Во многом благодаря малым коммерческим предприятиям, которые возглавили инициативные преподаватели кафедры, основные исследования и разработки доведены до экспериментальных и серийных образцов. Под руководством доцентов Е.Б. Короткова, А.В. Мороза и Г.Л. Левинзона созданы:

– экономичные опорно-поворотные устройства направленных антенн для программно-цифрового слежения за орбитальными метеоспутниками с наземных пунктов приёма сигнала. На предприятии заказчика (во ВНИИ телевидения в Санкт-Петербурге) налажен серийный выпуск антенных установок, которыми ныне оснащены космодромы в Плесецке и Байконуре, военно-морские базы всех флотов РФ, центры ПВО и т. п.;

– мехатронная антенная установка на мобильном носителе с информационно-автономной прямой стабилизацией, наведением, поиском и автосопровождением принимаемого со спутника сигнала (для нужд ВМФ и маломерных гражданских судов). Экспериментальный образец был проверен в составе автономного мобильного комплекса спутникового телевидения на наземном носителе; аналоги успешного приёма спутникового ТВ-сигнала на движущемся автотранспорте не известны;

– пневмоэлектродинамическая система активно-пассивного виброгашения и пространственной стабилизации технологической платформы с позиционирующим оборудованием литографа. Экспериментальные образцы системы используются на предприятиях заказчиков (ВНИИ «Электронстандарт», в Санкт-Петербургском научном центре РАН и др.) в нанотехнологиях производства и контроля элементов электронной техники (БИС, СБИС и т. д.), могут использоваться в наукоёмких комплексах для проведения физических, биологических, медицинских и других исследований.

Группой под руководством профессора А.В. Логинова был разработан и серийно выпускается ЗАО «РИВАС» в Санкт-Петербурге параметрический ряд специализированных аналого-цифровых преобразователей сигналов вращающихся трансформаторов (АЦПВТ), преобразователи угол – код повышенной точности.

По направлению «информатика» с начала 70-х гг. на кафедре ведутся работы по разработке специализированного программного обеспечения для решения задач цифрового управления и автоматизации тестового контроля дискретных управляющих устройств. Под руководством профессора А.Д. Ледовского проводятся работы по созданию алгоритмического и программного обеспечения человеко-машинного управления в режиме реального времени сложными объектами, в том числе стационарными и подвижными оборонными комплексами. Сюда же примыкают и разработки программного обеспечения соответствующего тренажерно-имитационного оборудования как для обучения оператора, так и для решения ряда технологических задач. Коллектив разработчиков вышел на опытно-серийное производство.

Под руководством доцента Н.Г. Яковенко продолжается разработка алгоритмического и программного обеспечения бортовых вычислительных комплексов специального назначения.

В группе под руководством доцента Н.Т. Стешкович и с.н.с. Е.Д. Турчиной выполнены работы по созданию автоматизированных систем синтеза контролирующих тестов цифровых устройств САУ специального назначения.

В целом высокий научный потенциал коллектива научно-педагогических работников, научная значимость и практическая ценность результатов исследований, проводимых на кафедрах, были признаны на правительственном уровне. Приказом Министра обороны СССР от 25 декабря 1969 г. № 150 при ЛМИ была создана межкафедральная отраслевая научно-исследовательская лаборатория ОНИЛ 3-5-7, ориентированная на полунатурное моделирование движения автономных подвижных объектов и отработку их информационных координаторов, командных радиолиний, а также на оценку эффективности функционирования радиоэлектронных систем в сложной помеховой обстановке. Научными руководителями ОНИЛ 3-5-7 по направлениям являлись д.т.н., профессор Е.А. Куклев, д.т.н., профессор А.С. Шалыгин, к.т.н., профессор В.В. Смирнов и к.т.н., доцент В.П. Смолин.

Лаборатория ОНИЛ 3-5-7 стала общепризнанным центром решения сложных проблем отработки информационных координаторов автономных подвижных объектов в интересах Военно-морского флота и Военно-воздушных сил. Лаборатория обеспечила сокращение сроков отработки различных объектов вооружения, поскольку их реальное применение полностью моделировалось на испытательном стенде, что дало значительную экономию времени и средств, затрачиваемых на отработку перспективных образцов.

В заключение следует отметить, что важнейшим вкладом БГТУ в развитие информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге являются его выпускники, которые занимают достойное положение в организациях промышленности, научных учреждениях, высших учебных заведениях, органах управления. За период с 1949 по 2007 г. было подготовлено свыше 14000 высококвалифицированных инженеров, в том числе 250 кандидатов и 26 докторов технических наук.

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА В РАБОТАХ ЛЕНИНГРАДСКОГО ИНСТИТУТА ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ АН СССР (1974-1990 годы)

К началу 70-х г. еще не стало достаточно распространенным определением кибернетики как науки о процессах и системах управления, а информатики как науки об информационных процессах и системах. В то же время исследования и разработки в этих направлениях приняли широкий размах в стране, и стало очевидным определяющее значение ЭВМ и их математического обеспечения для дальнейшего развития науки, техники и управления. Наибольший эффект применение вычислительной техники обеспечивало в научных исследованиях, так как это позволяло ускорить поиск, накопление и обработку необходимой информации, что расширяло возможности исследования и моделирования все более сложных процессов. Использование автоматизированных и автоматических систем управления на основе ЭВМ повышало эффективность техники (особенно военной) и технических систем. Открывались новые пути управления процессами в экономике и народном хозяйстве.

Опыт использования вычислительной техники потребовал ее развития и совершенствования в таких направлениях как повышение быстродействия, увеличение объема машинной памяти, уменьшение стоимости устройств, упрощение технологии подготовки задач и взаимодействия человека с ЭВМ, формирование банков данных на машинных носителях, построение систем и сетей передачи данных. Для решения этих проблем необходимо было автоматизировать разработки в области электроники, телекоммуникации, систем обработки и преобразования информации, запоминающих устройств и аппаратуры для ввода и вывода информации. Успех таких разработок непосредственно зависел от решения фундаментальных проблем физики полупроводников, теории передачи, приема и обработки сигналов, теории алгоритмов, теории управления сложными системами, вычислительной математики, теории программирования и др. Необходимо сразу отметить, что эффективность исследований в этих областях (также как и эффективность научных исследований в других направлениях) существенно зависела от степени использования вычислительной техники как в теоретических, так и экспериментальных исследованиях. Все это привело к пониманию того, что научной основой автоматизации стали кибернетика и информатика.

В этих условиях отсутствие в Ленинграде, втором после Москвы научно-производственном центре страны, научного учреждения, ориентированного на разработку фундаментальных проблем информатики и кибернетики стало ощущаться как заметный недостаток. Наряду с этим требовалось своего решения и конкретная задача расширения применения ЭВМ и вычислительных методов в ленинградских учреждениях Академии наук СССР. В начале 70-х гг. этот большой научный комплекс, насчитывающий более 30 научных организаций, представляющих все отделения Академии наук СССР, испытывал постоянно возрастающий дефицит машинного времени для выполнения вычислительных работ, причем потребный объем вычислительных работ удва-

ивался каждые 2–2,5 года. Комплектация большинства имеющихся ЭВМ и используемое математическое обеспечение не позволяли решать сложные задачи и работать с большими информационными массивами. На имеющихся больших ЭВМ использовался пакетный режим обработки информации, характерный весьма непроизводительным расходом машинного времени ЭВМ и рабочего времени исследователей.

Отсутствие системы обучения и повышения квалификации научных сотрудников академических организаций в области вычислительных методов, программирования и методов использования ЭВМ привело к тому, что только 20% научных сотрудников могли самостоятельно пользоваться вычислительной техникой, причем 80% из них – специалисты в области физико-технических и математических наук.

Многие неакадемические научно-производственные организации разрозненно занимались разработкой и созданием систем управления и автоматизации различного назначения, поэтому специалистами этого профиля широко поддерживалась идея создания в городе научной организации, занимающейся теоретическими и методическими проблемами управления и автоматизации.

Достаточно длительное и всестороннее обсуждение сложившейся в Ленинграде ситуации привело к пониманию необходимости образования в городе Вычислительного центра и создания системы коллективного пользования вычислительной техникой для ленинградских научных учреждений АН СССР и проведения научных исследований по проблемам управления и автоматизации. С такой инициативой выступили Академик-секретарь Отделения механики и процессов управления АН СССР академик Б.Н. Петров и Уполномоченный Президиума АН СССР по городу Ленинграду, директор Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе академик В.М. Тучкевич. Президиум АН СССР своим постановлением № 87 от 17 января 1974 г. поручил академику В.М. Тучкевичу внести в Президиум АН СССР предложение о создании в городе Ленинграде такого Вычислительного центра.

На основании этого решения на первом этапе Ленинградский вычислительный центр АН СССР (ЛВЦ) был организован 7 октября 1974 г. на правах отдела Физико-технического института. Руководителем отдела был назначен доктор технических наук профессор В.М. Пономарев. Научно-методическое руководство отделом было поручено Отделению механики и процессов управления АН СССР.

К концу 1975 г. в ЛВЦ работали уже 32 сотрудника, объединенные в две группы в соответствии с основными направлениями работы ЛВЦ. Группой, занимавшейся информационно-вычислительными системами, руководил к.т.н. Ю.Б. Корнилов; группу, занимавшуюся системами автоматизации исследований и управления, возглавлял д.т.н. Ф.М. Кулаков.

Группа информационно-вычислительных систем за короткий срок выполнила большой объем работ по подготовке помещений для вычислительной техники, созданию систем электроснабжения и кондиционирования, развертыванию и настройке ЭВМ «БЭСМ-6», установке и отладке системного и прикладного математического обеспечения, формированию режима коллективного пользования.

В 1975 г. была введена в эксплуатацию первая ЭВМ «БЭСМ-6», в 1976 г. – вторая, а также ЭВМ «МИР-2» и «М-6000». Вычислительной техникой ЛВЦ к тому времени пользовались более 250 человек из 15 ленинградских академических институтов.

Уже в начальный период эксплуатации вычислительного комплекса ЛВЦ стало ясно, что этот комплекс, покрывая текущие потребности организаций-пользователей, не позволит в перспективе удовлетворить быстро растущие потребности в увеличении объема и повышении качества вычислительных работ.

Анализ отечественного и зарубежного рынка вычислительной техники показал, что наиболее перспективным следовало считать приобретение современной вычислительной системы высокой производительности, ориентированной на использование в

научных исследованиях и работу в системе коллективного пользования. На выпуск систем такого класса специализировалась фирма «Контрол Дейта Корпорейшн» (СиДиСи). После ряда встреч и переговоров контракт на поставку фирмой СиДиСи ЭВМ «САЙБЕР-172-6» был подписан в мае 1977 г.

Сотрудниками группы систем автоматизации исследований и управления необходимо было на основе мнений научных работников ленинградских учреждений АН СССР, НИИ и вузов определить наиболее актуальные направления совместной научно-исследовательской работы. В ходе проведенной работы были начаты исследования в области управления сложными комплексами (системы народно-хозяйственных объектов, робототехнические системы и др.), обработки больших массивов результатов экспериментов, методов решения особо сложных и трудоемких задач, искусственного интеллекта. Для разработки новых методов ускоренного внедрения результатов научных исследований в народное хозяйство и процесс подготовки специалистов Ленинградское научно-производственное объединение «Красная заря», Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ) и ЛВЦ организовали совместный Учебно-исследовательский центр (УИЦ). Был организован постоянно действующий семинар по автоматизации исследований и проектирования и базовая кафедра ЛЭТИ в ЛВЦ.

К новой ленинградской научной организации начали проявлять интерес зарубежные ученые. Первое Международное совещание по искусственному интеллекту было проведено в поселке Репино под Ленинградом в апреле 1977 г. под председательством заместителя Академика-секретаря Отделения механики и процессов управления члена-корреспондента АН СССР Г.С. Пospelова. В работе совещания приняли участие известные зарубежные ученые. Среди них были: Л. Заде (США), Э. Фредкин (США), М. Арбиб (США), Ж. Симон (Франция) и другие. На совещании обсуждались проблемы распознавания естественной речи, управления роботами, решения творческих задач и др. Большой интерес вызвал доклад Р.Х. Зарипова из Казани о разработанной им программе создания на ЭВМ музыкальных мелодий. В качестве примера докладчиком был продемонстрирован сочиненный им «Гимн искусственному интеллекту».

Объем работ по созданию в ЛВЦ вычислительного комплекса коллективного пользования непрерывно возрастал. Перевод ЭВМ «БЭСМ-6» на круглосуточный режим работы был необходим и потребовал увеличения численности персонала. Целесообразно было существенно расширить прикладное программное обеспечение в соответствии с потребностями специалистов различных научных направлений. Ленинградский Обком КПСС настаивал на расширении участия ЛВЦ в научно-методическом обеспечении управления экономическим и социальным развитием Ленинграда и области. Поэтому Президиум АН СССР своим постановлением № 38 от 20 января 1977 г. принял решение о целесообразности организации на базе ЛВЦ Ленинградского научно-исследовательского вычислительного центра АН СССР (ЛНИВЦ).

Совет Министров СССР своим Распоряжением № 2643р от 19 декабря 1977 г. постановил организовать в городе Ленинграде на базе отдела Физико-технического института имени А.Ф. Иоффе АН СССР вычислительный центр АН СССР. Во исполнение этого распоряжения Президиум АН СССР своим постановлением № 194 от 19 января 1978 г. создал в составе Отделения механики и процессов управления АН Ленинградский научно-исследовательский вычислительный центр АН СССР. Вычислительный центр был создан на правах научно-исследовательского института. Директором центра был назначен доктор технических наук профессор Валентин Михайлович Пономарев.

Президиумом АН СССР были утверждены следующие основные направления научной деятельности центра:

– разработка и создание многоуровневого информационно-вычислительного комплекса коллективного пользования, включающего сеть ЭВМ, систему передачи

данных, банки данных, аппаратуру КАМАК, экспериментальное и технологическое оборудование;

– выполнение вычислительных работ для институтов АН СССР;

– разработка методов автоматизации научных исследований, проектирования и управления экспериментом на базе многоуровневого информационно-вычислительного комплекса коллективного пользования применительно к исследованиям в области физики, механики, процессов управления, химии, биологии, цитологии, геофизики, астрономии и технической кибернетики;

– разработка пакетов прикладных программ, операционных систем и методов автоматизации программирования применительно к научным исследованиям, проектированию и управлению;

– разработка принципов управления сложными комплексами (систем народно-хозяйственных объектов, робототехнических систем и др.);

– оказание помощи ленинградским институтам АН СССР в подготовке кадров в области автоматизации научных исследований.

На Отделение математики АН СССР было возложено научно-методическое руководство исследованиями центра, относящимися к компетенции этого Отделения. Центру была разрешена подготовка научных кадров через аспирантуру по специальностям 01.01.10 – «Математическое обеспечение вычислительных комплексов АСУ» и 05.13.01 – «Техническая кибернетика и теория информации».

Для нормального функционирования ЛНИВЦ как самостоятельной организации необходимо было сформировать структуру организации, соответствующую заданным основным направлениям и набрать специалистов, способных выполнить эту работу на высоком научном и профессиональном уровне. До конца 1979 г. была определена структура центра, в соответствии с которой в составе ЛНИВЦ были организованы лаборатории:

– системных исследований;

– информационных проблем;

– автоматизации исследований;

– планирования и информационного обеспечения;

– специализированных микропроцессорных устройств;

– робототехники;

– вычислительных комплексов;

– вычислительных сетей;

– математического обеспечения;

– систем передачи данных.

Несколько позже были созданы лаборатория вычислительных структур для разработки ЭВМ с динамической архитектурой и отдел проблем управления научными исследованиями для обеспечения работы Межведомственного координационного совета АН СССР в Ленинграде.

На ЛНИВЦ были возложены обязанности базовой организации Ленинградской секции Научного совета АН СССР по проблемам управления движением и навигации. Председателем этой секции был В.М. Пономарев. К концу 1980 г. в ЛНИВЦ работали уже более 240 сотрудников, в том числе 6 докторов и 28 кандидатов наук.

Эффективность использования вычислительной техники ЛНИВЦ научными сотрудниками ленинградских организаций АН СССР в значительной степени снижалась общепринятым тогда пакетным режимом обработки информации. В соответствии с этой технологией каждый пользователь представлял программу решения своей задачи в форме пакета перфокарт. Операторы ЛНИВЦ собирали из пакетов общую очередь, которая вводилась в ЭВМ. При обнаружении ошибки в программе пакет возвращали пользователям для внесения исправлений, после чего процесс повторялся. Так как ко-

личество ошибок зависело от опыта пользователя, а причиной возврата могли быть также сбои ЭВМ, то конфликты между пользователями и операторами ЛНИВЦ были достаточно частым явлением. Но самым нерациональным оказывалось то, что большие потери рабочего времени пользователей были связаны с их неизбежными частыми поездками из своей организации в ЛНИВЦ и обратно. Поэтому переход от пакетного режима к режиму телеобработки информации стал в тот период одной из основных задач ЛНИВЦ.

Решением проблем, связанных с созданием для ленинградских организаций АН СССР сети передачи данных, связывающей вычислительный комплекс ЛНИВЦ с удаленными терминалами, занимался коллектив под руководством Г.М. Лосева. К этому времени уже было ясно, что по ряду причин разработанная ранее программа создания Государственной сети вычислительных центров не может быть выполнена в намеченные сроки, поэтому необходимо было разработать новый подход к созданию вычислительных сетей, основанный на анализе потребностей и возможности его реализации.

В таких условиях первоочередной задачей стало создание системы теледоступа организаций-пользователей к вычислительному комплексу ЛНИВЦ. Задача осложнялась тем, что единственная из существующих сетей передачи информации – телефонная сеть с коммутируемыми каналами – плохо подходила для скоростной передачи данных в цифровом формате. Поэтому на первом этапе коллективу под руководством Г.М. Лосева пришлось проложить специальную кабельную сеть, обеспечивающую требуемое количество и качество каналов для подключения ряда академических организаций и обеспечения теледоступа к нашим ЭВМ через терминалы, установленные в этих организациях. При этом для части пользователей сам терминальный комплекс коллективного пользования был организован в наших помещениях. Режим теледоступа заметно упростил процесс отладки задач и повысил пропускную способность комплекса. К тому же прокладка кабеля, соединяющего ЛНИВЦ с городским телефонным узлом, открыла выход на междугородние и международные линии связи.

К концу 1980 г. ЛНИВЦ завершил работу по созданию первой очереди информационно-вычислительной сети для ленинградских учреждений АН СССР (ЛИВСАН). В неё входила сеть некоммутируемых телефонных каналов, охватывавшая 30 ленинградских учреждений АН СССР и других ведомств (ЛПЭО «Электросила», НПО «Ленинец», НПО «Красная заря», ведущие вузы и отраслевые НИИ), а также иногородние академические организации (города Таллин, Москва, Петрозаводск). Входящий в состав ЛИВСАН комплекс терминалов, размещенных в организациях-пользователях, обеспечивал использование вычислительных ресурсов ЛНИВЦ в режиме теледоступа.

В 1978 г. была испытана и введена в эксплуатацию линия передачи данных Ленинград–Будапешт, связывающая ЛНИВЦ и Исследовательский институт вычислительной техники и автоматизации Венгерской Академии наук (ИИВТА).

Комиссия по вычислительным центрам коллективного пользования и сетям ЭВМ Координационного комитета АН СССР по вычислительной технике в 1979 г. предложила разработать программу создания вычислительной сети академий наук СССР и союзных республик (АКАДЕМСЕТЬ) для коллективного использования исследователями и разработчиками вычислительных ресурсов научных центров страны. При этом АКАДЕМСЕТЬ рассматривалась как совокупность связанных в общую сеть Региональных вычислительных комплексов. В то же время для ЛИВСАН предусматривался особый статус Экспериментальной зоны АКАДЕМСЕТИ для отработки вопросов построения региональных сетей. Первая очередь АКАДЕМСЕТИ должна была включать узлы в Москве, Риге, Киеве, Ленинграде, Свердловске, Новосибирске и Ташкенте. В состав Совета руководителей АКАДЕМСЕТИ от Ленинграда был включен В.М. Пономарев. В соответствии с программой разработки АКАДЕМСЕТИ ее ле-

нинградская часть получила название «Региональная вычислительная подсеть (РВПС) «СЕВЕРО-ЗАПАД». Ее главным конструктором был назначен А.Н. Домарацкий.

Несмотря на практическое отсутствие дополнительных целевых ресурсов, работа по дальнейшему расширению и совершенствованию ЛИВСАН успешно продолжалась. К концу 1985 г. сеть охватывала уже 44 организации. Одновременно с вводом в эксплуатацию новых линий выполнялись исследования возможностей каналов передачи данных с высокой пропускной способностью. В марте 1984 г. была введена в опытную эксплуатацию волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС) для передачи данных со скоростью 10 Мбит/сек между программно-управляемым устройством ввода-вывода изображений «ФОРМАТ-110», расположенным в ЛАЭМ ПГО «Аэрогеология», и вычислительным комплексом ЛНИВЦ. Как показал опыт эксплуатации ВОЛС, использование этой линии для телеобработки изображений существенно сокращало время обработки аэрофотоснимков, повышало качество обработки и уменьшало затраты. Использование мощного вычислительного комплекса также открывало возможность применения при обработке фотоснимков новейших методов распознавания образов.

В 1985 г. была введена в эксплуатацию первая очередь РВПС «СЕВЕРО-ЗАПАД». К этому времени общее количество терминалов в сети возросло до 95, причем 62 из них были размещены в организациях-пользователях.

В Отделе информационно-вычислительных систем и сетей под руководством Д.И. Волгина выполнялись работы по дальнейшему развитию аппаратных средств вычислительного комплекса. Для повышения надежности работы в сетевом режиме обе ЭВМ «БЭСМ-6» были объединены в двухмашинный вычислительный комплекс. В 1983 г. в состав вычислительного комплекса была включена еще одна ЭВМ «ЕС-1052», что сделало наш комплекс самым мощным в стране информационно-вычислительным комплексом коллективного пользования.

К 1980 г. наши системные программисты во главе с В.И. Воробьевым и В.Н. Коноплевым наладили систему обучения пользователей работе на ЭВМ «БЭСМ-6» и системе «САЙБЕР 172-6», организовали выпуск методической литературы и инструкций по математическому обеспечению, системам программирования, пакетам прикладных программ и работе на терминальных устройствах ЛИВСАН. Разработанные ими диалоговые системы и пакеты прикладных программ создали условия для существенного повышения эффективности использования вычислительной техники в научных исследованиях, сокращения в 3–5 раз времени подготовки и отладки программного обеспечения научно-исследовательских задач и в целом сокращения цикла выполнения научных исследований и проектирования.

В те годы под редакцией В.М. Пономарева была подготовлена серия специализированных тематических изданий, вышедших в свет издательстве «Наука»: «Автоматизация исследований и проектирования» (1978); «Алгоритмические модели в автоматизации исследований»; «Алгоритмы и системы автоматизации исследований и проектирования» (1980); «Системы и методы автоматизации научных исследований» (1981); «Вычислительные системы и методы автоматизации исследований и управления» (1982); «Проблемы интегральной автоматизации производства» (1988).

Вычислительные и программные ресурсы ЛНИВЦ становились все более и более востребованными. В 1985 г. вычислительными и программными ресурсами ЛНИВЦ пользовались уже около 2000 специалистов из 82 организаций-пользователей. Заметно возрастала эффективность комплекса. Так, например, если в 1978 г. средняя продолжительность решения задач на ЭВМ «БЭСМ-6» с учетом времени на подготовку и отладку составляла 30 минут, то уже в 1982 г. она сократилась до 5 минут. Так ЛНИВЦ стал городским информационно-вычислительным центром коллективного пользования, специализированным на решении сложных научно-исследовательских и проектных задач. В список организаций-пользователей вошли не только

академические организации, но и ведущие вузы города (Ленинградский государственный университет, Ленинградский политехнический институт, Ленинградский электротехнический институт, Ленинградский механический институт, Лесотехническая академия, Ленинградский технологический институт, Ленинградский гидрометеорологический институт, Ленинградский кораблестроительный институт и др.); отраслевые научно-производственные и научно-исследовательские организации (НПО «Пластполимер», Главная геофизическая обсерватория, Ленинградское оптико-механическое объединение, ВНИИ «Электромашиностроение», НТО «Центральный котлотурбинный институт», НИИ электрофизической аппаратуры, НПО «Буревестник», НПО Ижорский завод, Государственный институт прикладной химии, НПО «Красная заря», Государственный оптический институт, НПО «Ленинец» и др.). Экономическая эффективность ЛИВСАН (эффективность в рублях на рубль затрат) уже в 1982 г. превысила 4,0. По этому показателю деятельности ЛИВСАН значительно превышал среднюю экономическую эффективность деятельности научных исследований, составлявшую в то время около 2,5.

В эти годы появилась возможность организовать разработку основных задач общей проблемы автоматизации исследований. В общем случае научное исследование включает этапы общего изучения информации по теме исследования, создание модели исследуемого процесса или явления, проведение физического или вычислительного эксперимента, обработку результатов эксперимента, формирование выводов и принятие решения о завершении или продолжении исследования.

На этапе сбора и обработки информации вычислительная техника нужна была для обеспечения выхода на информационно-поисковые системы и банки данных. Эта задача решалась в ходе реализации программы АКАДЕМСЕТИ и создания совместно с другими организациями информационно-поисковых систем и банков данных.

Задача моделирования традиционно решалась путем создания математической модели рассматриваемого процесса или явления с последующим решением возникающих при этом математических задач известными или специально разрабатываемыми методами. Такой подход трудно было использовать при исследовании очень сложных процессов или при решении задач, которые принято называть плохо формализуемыми. Большинство задач, имеющих большое прикладное значение, относятся именно к этим двум категориям. Но и в случае задач, поддающихся математическому описанию, переход к программам для ЭВМ не является формальной операцией. Сложилась практика, когда для моделирования нужны три специалиста. Специалист в предметной области на профессиональном языке однозначно описывает подлежащие моделированию процесс или явление. Специалист по прикладной математике, используя язык математики, разрабатывает математическую модель. И, наконец, специалист по программированию, используя языки программирования, разрабатывает комплекс программ для решения задачи на ЭВМ.

В ЛНИВЦ В.М. Пономаревым и В.В. Александровым было разработано понятие алгоритмической модели. (В 1978 г. издательство «Наука» выпустило книгу «Автоматизация исследований и проектирования» под редакцией В.М. Пономарева.) Используя это понятие, специалист-предметник должен был довести описание объекта моделирования до комплекса алгоритмов, позволяющих получить результат моделирования. Коллективом под руководством В.В. Иванищева был разработан графический язык, позволяющий изобразить такой алгоритм в виде алгоритмической сети. Разработанная этим же коллективом программная система, заложенная в ЭВМ, представляла возможность специалисту-предметнику осуществлять на ЭВМ моделирование в диалоговом режиме. В 1982 г. была завершена разработка первого варианта программной системы автоматизации представления проблемной области, формирования алгоритмов программ и решений «САПФИР». Эта система широко использовалась

при построении моделей экологических систем, транспортных систем и региональных моделей экономического и социального развития. Укрупненная региональная модель прошла успешную проверку на примере Ленинградской и Московской областей, Армянской ССР и Карельской АССР. Эти вопросы нашли отражение в целом ряде публикаций: Александров В.В., Шеповальников А.Н., Шнейдеров В.С. «Машинная графика электроэнцефалографических данных» (Л.: Наука, 1979); Кулаков Ф.М. «Супервизорное управление манипуляционными роботами» (М.: Наука, 1980); «Информационно-вычислительные проблемы автоматизации научных исследований» / Под ред. В.М. Пономарева (М.: Наука, 1983); «Методы и системы автоматизации в задачах науки и производства» / Под ред. В.М. Пономарева (М.: Наука, 1986); Иванищев В.В., Михайлов В.В., Флегонтов А.В. и др. «Имитационное моделирование природной системы «ОЗЕРО-ВОДОСБОР» (Л.: ЛИИАН, 1987); «Базовые принципы создания метода практической реализации экологической безопасности» / Под ред. В.К. Донченко (Л.: ЛИИАН, 1989).

Необходимым этапом научного исследования является обработка данных. Это широкое понятие включает обработку исходных данных, обработку результатов наблюдений или эксперимента (как физического, так и вычислительного), выделение требуемой информации, классификацию, распознавание образов, принятие решений и др. При этом обрабатываемая информация может включать не только количественные, но и качественные характеристики. Разработку этой проблемы выполнял коллектив под руководством В.В. Александрова.

В качестве первого этапа была предпринята работа по упорядочению математического обеспечения для статистической обработки данных. Необходимость такой работы была вызвана тем, что пользователи, как правило, либо разрабатывали для этого собственные программы, либо использовали пакеты, выбранные достаточно произвольным образом. Был разработан пакет прикладных программ, ориентированный на применение в научных исследованиях в академических учреждениях, который был рекомендован для использования в ЛИВСАН. Этим вопросам посвящена монография Александрова В.В., Алексеева А.И. и Горского Н.Д. «Анализ данных на ЭВМ (на примере системы СИТО)», вышедшая в свет в 1990 г. (Москва, «Финансы и статистика»).

Важным результатом стало создание большой программной системы для обработки разнотипных данных, в основу которой был положен разработанный В.В. Александровым структурный подход к обработке данных эксперимента. В рамках этого структурного подхода необходимо было решить задачу отображения многомерного пространства признаков на пространство меньшей размерности или на одномерное пространство, в частности, на числовую ось. Разработанный для этой цели рекурсивный метод отображений, основанный на использовании кривых, заполняющих пространство (ЗПК), был оценен специалистами как важный фундаментальный результат, имеющий весьма широкую область применения. Разработанная программная система позволяла выявлять взаимозависимость признаков и, кроме статистического анализа, решать задачи автоматической классификации и распознавания образов и прогнозирования. Как показали дальнейшие исследования, одним из самых перспективных направлений использования рекурсивных отображений является организация ассоциативного хранения и поиска информации в памяти ЭВМ. Этот подход был использован при разработке диалоговой системы медицинской диагностики, а также в процессе создания совместно с сотрудниками Русского музея музейных баз данных. Использовался он и при создании диалоговых информационно-поисковых систем различного назначения. Материал об этих работах можно найти в следующих публикациях: Александров В.В., Булкин Г.А., Поляков А.О. «Автоматизированная обработка информации на языке предикатов» (М.: Наука, 1982); Александров В.В., Арсентьева А.В. «Информация и развивающиеся структуры» (Л.: ЛНИВЦ, 1984); «Проблемно-ориенти-

рованные информационные системы» / Под ред. В.В. Александрова и Ю.С. Вишнякова (Л.: ЛИИАН, 1984); Александров В.В., Горский Н.Д. «Представление и обработка изображений. Рекурсивный подход» (Л.: Наука, 1985); Пономарев В.М., Герст В.С., Домарацкий А.Н. и др. «Интегрированные производственные комплексы. Концепция. Методические материалы» (Л.: ЛИИАН, 1986).

Использование последовательности самоподобных структур на основе ЗПК позволило построить эффективные системы для обработки и распознавания изображений.

Для научных учреждений, выполняющих большой объем теоретических и экспериментальных исследований, в составе ЛИВСАН необходимо было размещать не просто терминалы, а достаточно сложные терминальные комплексы на основе мини-ЭВМ. Такой комплекс должен был не только брать на себя выполнение простых вычислительных работ и связь с вычислительным комплексом ЛНИВЦ, но и обеспечивать управление экспериментами. Разработка такого типового комплекса осуществлялась под руководством А.Н. Домарацкого. Созданный терминальный комплекс имел гибкую структуру и представлял совокупность аппаратных и программных средств, построенных по модульному принципу. Аппаратные средства включали блоки КАМАК для связи с периферийными устройствами и экспериментальной аппаратурой, микро-ЭВМ для управления передачей данных и межмодульным обменом и мини-ЭВМ в качестве коммуникационной ЭВМ. Такой терминальный комплекс мог работать как в режиме обмена информацией с центральным вычислительным комплексом ЛНИВЦ, так и автономно. На основе типового терминального комплекса к 1985 г. в четырех ленинградских академических институтах (Институт физиологии имени И.П. Павлова, Институт эволюционной физиологии и биохимии имени И.М. Сеченова, Институт химии силикатов имени И.В. Гребенщикова и Институт высокомолекулярных соединений) были созданы автоматизированные системы научных исследований (АСНИ), включающие системы управления экспериментом.

В составе РВСКП под руководством Г.М. Лосева был создан приемно-передающий центр спутниковой информации. Совместно с Институтом экспериментальной медицины Академии медицинских наук была организована лаборатория моделирования механизмов деятельности мозга во главе с С.В. Медведевым. Под его руководством была создана система автоматизации исследования биоэлектрической активности мозга. В связи с этим следует упомянуть две вышедшие в свет монографии: Бехтерева Н.П., Гоголицын Ю.Л., Кропотов Ю.А., Медведев С.В. «Нейрофизиологические механизмы мышления. Отражение мыслительной деятельности в импульсивной активности нейронов» (Л.: Наука, 1985) и «Проблемы автоматизации научных и производственных процессов» / Под ред. В.М. Пономарева (М.: Наука, 1985). В дальнейшем лаборатория стала базой для создания Института мозга АН СССР, который возглавил С.В. Медведев.

При создании АСНИ возникла проблема общения с управляющей ЭВМ в процессе проведения эксперимента. Для облегчения работы экспериментатора наиболее естественным было бы научить ЭВМ понимать профессиональный язык экспериментатора, используемый им для выдачи словесных управляющих команд. Для этого в АСНИ необходимо было включить систему распознавания речи. Принципы построения такой системы и ее первый образец были разработаны под руководством Ю.А. Косарева. Эти вопросы представлены в следующих публикациях: Косарев Ю.А. «Естественные формы диалога с ЭВМ» (Л.: Машиностроение, 1989) и «Проблемы обработки информации и интегральной автоматизации производства» / Под ред. В.М. Пономарева (Л.: ЛИИАН, 1990).

Оригинальные принципы построения систем приема и обработки оптической информации были разработаны под руководством О.И. Смоктя. Эти работы нашли отражение в следующих монографиях: Кондратьев К.Я., Смоктий О.И., Козодеров В.В.

«Влияние атмосферы на исследование природных ресурсов из космоса» (М.: Машиностроение, 1985); Смоктий О.И. «Моделирование полей излучения в задачах космической спектродетекции»; Смоктий О.И., Фабриков В.А. «Методы теории систем и преобразований в оптике» (Л.: Наука, 1985; 1989).

Для автоматизации теоретических исследований совместно с сотрудниками других институтов разрабатывались программные системы для решения особо сложных задач. Совместно с сотрудниками ФТИ Л.В. Чернышева разработала автоматизированную систему АТОМ для моделирования структуры атомов. Система АТОМ позволяла решать на ЭВМ широкий класс задач атомной физики, связанных со структурой атомов и их взаимодействием с внешними полями.

В 70-х гг. наметилось прогрессирующее отставание отечественной вычислительной техники, особенно по таким важным показателям как быстродействие и надежность ЭВМ. При сравнимой численности работников, занятых производством и эксплуатацией ЭВМ в 1982 г. СССР отставал по сравнению с США по суммарной производительности парка универсальных ЭВМ в 150 раз, по максимальному быстродействию ЭВМ – в 30 раз, по надежности ЭВМ – в 30 раз. Причины такого отставания были связаны как с медленным развитием отечественной элементной базы, так и с механическим воспроизведением одной и той же (с несущественными изменениями) архитектуры ЭВМ с уже закрепившимся названием «традиционная». Попытки воспроизвести на отечественной почве новые модели американских ЭВМ могли только увеличить отставание.

Одним из возможных выходов из этого положения был переход к созданию вычислительных систем с перестраиваемой структурой, реализующих распределенные вычисления. Для разработки такой системы в ЛНИВЦ в 1980 г. была организована лаборатория вычислительных структур под руководством В.А. Торгашева. Разрабатываемой этой лабораторией вычислительной системе было дано название ЭВМ с динамической архитектурой (МДА).

Основная идея МДА заключалась в том, что в ней вычислительная среда воспроизводит динамическую автоматную сеть, а вычислительный процесс реализуется в виде последовательности преобразований структуры сети. В качестве языка программирования используется специально созданный для такой системы язык высокого уровня РЯД. Динамическая сеть МДА состоит из операционных автоматов, образующих операционную сеть, и коммутационных автоматов, осуществляющих динамическое изменение структуры сети. Таким образом, архитектура МДА изменяется в ходе реализации вычислительного процесса, а сами изменения автоматического формируются на каждом шаге этого процесса. Это означает, что операции, подлежащие выполнению в ходе вычислительного процесса, распределяются по всем ресурсам ЭВМ по мере их освобождения, что принципиально невозможно в ЭВМ с традиционной архитектурой. Этим достигается значительное повышение быстродействия и надежности МДА по сравнению с обычной ЭВМ, выполненной на той же элементной базе. В наших условиях это означало, что можно построить на отечественной элементной базе МДА, имеющую такое же быстродействие что и американская ЭВМ, построенная на элементах с более высоким уровнем интеграции, причем надежность МДА будет значительно выше.

В 1984 г. были проведены испытания макетного образца МДА, созданного совместно ЛНИВЦ и Научно-исследовательским центром электронно-вычислительной техники (НИЦЭВТ) Министерства радиопромышленности СССР (МРП). Результаты испытаний показали необходимость продолжения разработки, признанной перспективной этим министерством. В 1984 г. было принято совместное решение АН СССР и МРП о проведении в 1984-1987 гг. совместной работы ЛНИВЦ и НИЦЭВТ по созданию опытного образца проблемно-ориентированного процессора с динамической архитектурой.

Актуальность работ ЛНИИАН в области информатики и кибернетики и его активное участие в ряде внутрисююзных и международных научных мероприятий, большое научное и прикладное значение результатов выполняемых ведущими специалистами ЛНИИАН разработок обеспечили им известность в широких кругах специалистов, тем более что в конце 70-х гг. стала очевидной необходимостью коренного изменения складывающейся в СССР ситуации с развитием вычислительной техники и эффективностью ее использования в народном хозяйстве. Важным этапом на этом пути должно было стать создание в конце 1978 г. Координационного комитета АН СССР по вычислительной технике (ККВТ) под председательством академика Г.И. Марчука, занимавшего в то время должность Председателя Государственного Комитета СССР по науке и технике (ГКНТ).

По замыслу Координационный комитет по вычислительной технике создавался для координации исследований в области архитектуры вычислительных систем и комплексов, системного математического обеспечения, организации банков данных и информационно-поисковых систем, сетей ЭВМ и центров коллективного пользования, новой элементной базы, требований к ЭВМ, математическому обеспечению и периферийному оборудованию. В состав ККВТ, кроме ученых Академии наук и союзных республик, должны были войти представители Госплана, Военно-промышленной комиссии, Министерства электронной промышленности, Министерства радиопромышленности, Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления, Министерства высшего и среднего специального образования. В проблемные комиссии ККВТ были включены практически все ведущие ученые страны, известные своими работами в соответствующих областях. От ЛНИИАН в состав пяти проблемных комиссии ККВТ (из девяти) были включены В.М. Пономарев, А.Н. Домарацкий и В.В. Александров.

Создание ККВТ, как показала практика, было очень удачным и своевременным мероприятием, позволившим начать ликвидацию разобщенности специалистов, параллелизма разработок и отсутствия работ в некоторых принципиально важных направлениях. Авторитет ККВТ определился тем, что в его состав вошли практически все министры и руководители ведомств, отвечающие за состояние проблемы. Одним из результатов работы ККВТ была организация в 1984 г. в составе АН СССР Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации, в которое вместе с рядом академических институтов был переведен ЛНИИАН.

Для ученых ЛНИИАН работа в проблемных комиссиях ККВТ имела большое значение. Она позволила более полно оценить значимость и перспективность нашей работы и подтвердила правильность выбранных нами основных направлений деятельности, способствующих решению общей задачи повышения эффективности использования вычислительной техники в науке и в народном хозяйстве.

Такая установка нашла полную поддержку у нового Уполномоченного Президиума АН СССР по Ленинграду академика И.А. Глебова. Одним из первых его действий на новом посту была подготовка решения Президиума АН СССР об организации Междуведомственного координационного совета АН СССР в Ленинграде (МКС). В состав МКС вошли специализированные советы по основным научным направлениям ленинградского научно-производственного комплекса, возглавляемые известными ленинградскими учеными. Постановлением Президиума АН СССР от 24.05.1979 г. № 539 на МКС была возложена задача координации фундаментальных и прикладных исследований в Северо-Западном регионе. Председателем МКС был назначен академик И.А. Глебов. На ЛНИИАН было возложено обеспечение работы МКС и его специализированных советов. Аппарат МКС вошел в штатный состав организованного в 1979 г. Отдела проблем управления научными исследованиями во главе с Н.Ф. Федоровым. Информационная поддержка МКС осуществлялась Лабораторией планирования и информационного обеспечения, возглавляемая В.Ф. Бизяновым.

В 1980 г. Ленгорисполком своим решением утвердил ЛНИВЦ головной организацией по методологии и методике разработки программного обеспечения и машинного моделирования для управления комплексным экономическим и социальным развитием Ленинградского народно-хозяйственного комплекса. В порядке выполнения этого решения ЛНИВЦ совместно с МКС должен был разработать региональную целевую комплексную программу (РЦКП) «Наука», обеспечивающую совершенствование планирования и управления отраслью «Наука и научное обслуживание» и использование ее достижений в народном хозяйстве Ленинграда и Ленинградской области. Кроме того, необходимо было формировать региональную программу научно-технического прогресса.

В 1980 г. была разработана РЦКП «Совершенствование планирования и управления отраслью «Наука и научное обслуживание» и использование ее достижений в народном хозяйстве Ленинграда и Ленинградской области. (Основные задания на 1982–1985 гг. и на период до 1990 г.). Программа предусматривала создание автоматизированной системы информационного обеспечения планирования и управления отраслью «Наука и научное обслуживание», а также процессами формирования и реализации программ научных исследований. Такая система была разработана в ЛНИВЦ под руководством В.Н. Ханенко и использована при формировании региональной программы научно-технического прогресса и других региональных программ. Эта система описана в работе В.М. Пономарева и В.Н. Ханенко «Диалоговая система координации исследований и разработок» (Л.: Наука, 1985).

Большое значение для Ленинграда в этот период приобрело решение вопроса о строительстве комплекса сооружений для защиты города от наводнений (в просторечии «ДАМБЫ»). Проект строительства защитных сооружений встретил много критических замечаний, связанных, в частности, с прогнозом влияния дамбы на загрязнение акватории Невской губы и Финского залива. Так как ответить на этот вопрос можно было только на основе количественных исследований, в ЛНИВЦ в инициативном порядке В.И. Воробьевым и С.В. Афанасьевым были разработаны машинные модели, позволившие исследовать влияние дамбы на акваторию. Как показывало моделирование, появление дамбы должно привести к появлению больших застойных зон вдоль северного и южного берегов Финского залива, а количество выпадающих на дно осадков должно возрасти на 15–20%. Для уменьшения влияния дамбы на ухудшение экологической обстановки в Ленинграде необходимо было существенно улучшить очистку промышленных и бытовых стоков, построив новые очистные сооружения. Хотя это обстоятельство формально было признано, финансирование было открыто только под строительство «Дамбы». Последствия этого, к сожалению, подтвердили выводы, полученные на основе моделирования.

Анализ послевоенных пятилетних планов показал, что в СССР постоянно снижаются темпы роста объема промышленного производства. Разработанные в ЛНИВЦ региональные модели экономического и социального развития показали, что причиной этого является непрерывное уменьшение эффективности капиталовложений. Если в 50-х гг. на 1 рубль дополнительных капиталовложений увеличение объема производства превышало 4 рубля, то к 80-м гг. эта величина стала меньше одного рубля. Анализ ситуации в Ленинградском регионе показал, что здесь увеличение объема производства достигается, в основном, за счет увеличения числа работающих, а не за счет повышения производительности труда. По поручению Ленинградского обкома КПСС в ЛНИВЦ было проведено исследование возможностей повышения производительности труда в ленинградской промышленности.

Как показал мировой опыт, попытка существенно увеличить производительность труда на производстве за счет использования автоматического технологического оборудования не дала ожидаемого результата. Выяснилось, что такое оборудо-

вание дает эффект только в условиях крупносерийного и массового производства. Наибольшее повышение производительности труда обеспечивали изобретенные в СССР А.Н. Кошкиным роторно-конвейерные линии. Но область их эффективного применения относилась также только к массовому производству. Оба эти пути не подходили для Ленинградского региона, где преобладало мелкосерийное производство, для которого основным путем повышения производительности труда могло быть широкое внедрение новых прогрессивных технологий и создание гибких автоматизированных производств (ГАП). Но первый путь требовал не только создания новых технологий, но и производственного выпуска нового технологического оборудования. Такая задача не могла быть быстро решена в условиях одного региона.

Что касается второго пути, то в основе ГАП, опыт создания которого уже появился в Японии и США, заложен метод групповых технологий, разработанный С.П. Митрофановым в Ленинграде для условий мало- и среднесерийного производства. По ряду причин эффективное применение этого метода стало возможным после появления ЭВМ, пригодных для управления технологическим оборудованием и расчета управляющих программ.

Накопленный в ЛНИВЦ опыт создания и эксплуатации АСНИ и ЛИВСАН позволил ставить более широкую задачу комплексной автоматизации путем создания интегрированных производственных комплексов (ИПК), в которых автоматизируется весь процесс от разработки новой продукции до ее выпуска, а вся цепочка автоматизированных систем объединена в общую информационно-вычислительную сеть. Если до этого использование вычислительной техники на производстве ограничивалось главным образом созданием автоматизированных систем управления (АСУ) предприятием, что мало сказывалось на производительности труда, то переход к ИПК означал широкое внедрение вычислительной техники непосредственно в производственные процессы. Как показали первые исследования, выполненные в ЛНИВЦ, реализация такого подхода должна была повысить производительность труда в 2,5–4 раза, увеличить выпуск продукции примерно в 2 раза, сократить производственные площади, необходимые для выпуска продукции, на 30–50%, а длительность производственного цикла сократить на 20–60%. В ЛНИВЦ была создана научно-методическая группа, которая разработала соответствующие методические документы. На их основе был подготовлен проект Государственной территориально-отраслевой программы развития народного хозяйства Ленинграда и Ленинградской области на основе автоматизации и широкого использования вычислительной техники на 1984–1985 и до 1990 г. (программа «Интенсификация-90»).

Программа «Интенсификация-90» принципиально отличалась от других государственных и отраслевых программ. Чтобы достичь максимального эффекта в данном регионе, использовать возможности многоотраслевой кооперации и обмена разработками и технологиями, исключить параллелизм разработок, ускорить и расширить внедрение результатов исследований, программа была построена по территориально-отраслевому принципу. Разработанная в регионе программа являлась государственной, и ее задания в обязательном порядке включались в годовые и пятилетние планы предприятий и организаций. Впервые в практике планирования контрольные показатели должны были вытекать из мероприятий, которыми эти показатели обеспечивались. Это не допускало мнимого роста производительности труда за счет исключения из плана трудоемкой продукции или повышения стоимости выпускаемой продукции. Программа охватывала весь научно-производственный комплекс региона и состояла из разделов «Фундаментальные и прикладные исследования», «Промышленность», «Транспорт», «Связь», «Строительство», «Городское хозяйство», «Агропромышленный комплекс», «Подготовка кадров». Позже в программу вошел еще раздел «Международное сотрудничество». Впервые в практике планирования программа «Интенсификация-90»

была утверждена совместным Постановлением Госплана СССР, ГКНТ и Президиума АН СССР в 1984 г. Руководителем программы был назначен Первый секретарь Ленинградского Обкома КПСС Л.Н. Зайков, научным руководителем академик И.А. Глебов. На ЛНИВЦ были возложены научно-методическое обеспечение и информационное сопровождение программы. Кроме того, ЛНИВЦ был определен головной организацией по первому разделу программы.

Теоретические и методические основы комплексной автоматизации промышленного производства, соответствующие информационные и методические материалы разрабатывались в ЛНИВЦ, начиная с 1982 г. На основе этих разработок с участием специалистов ЛНИВЦ в 1983 г. в ПО «Завод имени М.И. Калинина» было создано и введено в эксплуатацию ГАП механообработки.

Ход реализации программы «Интенсификация-90» показал, что найден способ преодоления недостатков сложившейся системы централизованного планирования и остановки благодаря этому падения эффективности капиталовложений. В результате реализации программы по сравнению с предыдущей пятилеткой среднегодовые темпы роста производительности труда в промышленности увеличились в 1,5 раза. Коэффициент сменности в основном производстве возрос почти на 30%.

Активная научная деятельность ученых ЛНИВЦ в ряде важных и перспективных направлений способствовала привлечению сотрудников ЛНИВЦ к участию в работе таких организаций АН СССР как ККВТ, Совет по автоматизации научных исследований, Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», Комиссия по системному анализу, Научный совет по проблемам управления движением и навигации, Научный совет по искусственному интеллекту. Появилась и возможность участия в работе международных организаций, таких как Международная федерация по автоматическому управлению (ИФАК) и Международная федерация по обработке информации (ИФИП), Международный институт прикладного системного анализа и др. При их содействии ЛНИВЦ подготовил и провел ряд международных научных мероприятий.

После успешного проведения в 1977 г. Первого международного совещания по искусственному интеллекту учеными из разных стран было предложено регулярно проводить встречи, посвященные этой тематике и, в более широком плане, проблемам автоматизации на основе вычислительной техники; тем более, что Ленинград, по общему мнению, отлично подходил как место для проведения подобных встреч.

В октябре 1980 г. в поселке Репино под Ленинградом было проведено Второе международное совещание по искусственному интеллекту. В работе совещания приняли участие 64 ученых из 13 стран (США, Франция, Италия, Англия, Бельгия, Финляндия, Индия, ГДР, ЧССР, ВНР, ПНР, СФРЮ и СССР). Участниками было сделано и заслушано 65 докладов. Основным интерес представляли доклады по проблемам общения с ЭВМ на естественном языке, распознавания образов, принятия решений и управления роботами. На этом совещании с рядом докладов выступили сотрудники ЛНИВЦ.

В соответствии с планами работы международных организаций в мае 1982 г. впервые в нашей стране в Ленинграде была проведена Пятая Международная конференция ИФИП/ИФАК по программируемым системам для автоматизации проектирования и технологических процессов в производстве («ПРОЛАМАТ-82»). Тематика конференции способствовала участию в ней более 400 специалистов из 15 стран (США, Швеция, Франция, Финляндия, Италия, Англия, Япония, ВНР, ГДР, НРБ, ЧССР, СССР и др.). Было сделано 62 доклада по направлениям: «Геометрическое моделирование», «Автоматизированный процесс планирования», «Разработка и применение интегрированных систем проектирования и производства», «Искусственный интеллект в проектировании и производстве», «Прикладные проблемы».

В связи с возросшим интересом к применению в промышленности разработок в области искусственного интеллекта в октябре 1983 г. в Ленинграде был проведен

Первый международный симпозиум ИФАК по искусственному интеллекту (промышленное применение). В работе симпозиума приняли участие около 150 специалистов из 13 стран (Франция, Италия, ФРГ, Швеция, Португалия, Англия, ВНР, ГДР, ПНР, ЧССР, НРБ, СФРЮ и СССР). На симпозиуме было сделано 85 докладов по направлениям: «Представление знаний и промышленные экспертные системы», «Роботы и гибкие автоматические производства», «Системы принятия решений в автоматизированном планировании, проектировании и управлении», «Прикладные системы искусственного интеллекта».

Реализация программы «Интенсификация-90» требовала проведения большого объема фундаментальных исследований в ряде ленинградских научно-исследовательских организаций. Кроме того, в ЛНИВЦ нужно было организовывать сопровождение программы и участвовать в управлении ее реализацией. Все это потребовало корректировки научных направлений ЛНИВЦ и название института перестало отражать основное содержание его деятельности. Президиум АН СССР своим Постановлением от 23 мая 1985 г. переименовал ЛНИВЦ в Ленинградский институт информатики и автоматизации АН СССР и утвердил следующие основные направления его деятельности:

- разработка и создание многоуровневых информационно-вычислительных комплексов, включающих сети ЭВМ, системы передачи данных, банки данных, персональные ЭВМ, автоматизированные рабочие места, экспериментальное и технологическое оборудование;

- разработка методов автоматизации научных исследований, проектирования и управления;

- разработка программного обеспечения, методов и систем автоматизации программирования применительно к научным исследованиям, проектированию и управлению;

- разработка теории управления сложными системами (экономическими, техническими, биологическими и др.);

- разработка, испытание и внедрение информационного, программного и аппаратного обеспечения автоматизированных интегрированных производственных комплексов;

- создание, накопление и хранение баз данных автоматизированных интегрированных производственных комплексов;

- выполнение вычислительных работ для институтов АН СССР;

- оказание методической помощи институтам Ленинградского научного центра АН СССР по вопросам автоматизации научных исследований.

По поручению Совета Министров СССР для исследования и разработки автоматизированных функциональных блоков технических систем экологической безопасности по обеззараживанию и обезвреживанию сточных вод, а также для разработки вопросов утилизации и переработки осадков городских очистных сооружений Президиум АН СССР своим постановлением (от 13.10.1987 г. № 940) организовал в ЛИИАН Отдел технических систем экологической безопасности – Научно-исследовательский центр экологической безопасности (НИЦЭБ). Руководителем НИЦЭБ был назначен В.К. Донченко.

В мае 1989 г. на должность заместителя директора по научной работе был назначен доктор технических наук Р.М. Юсупов, который возглавил проведение исследований в интересах ОПК.

С ростом объема работ возрастала численность ЛИИАН. Если в 1985 г. она составляла 415 человек, то к началу 1990 г. плановая численность возросла до 590 человек. К этому времени в структуру ЛИИАН входили 30 лабораторий (из них 10 – в составе НИЦЭБ), в которых работали 232 научных сотрудника, в том числе 19 докторов и 92 кандидата наук. Продолжалась работа по дальнейшему развитию

информационно-вычислительной сети. В соответствии с планом работ по созданию РВПС «СЕВЕРО-ЗАПАД» АКАДЕМСЕТИ были выполнены комплектование технических средств, адаптация программного обеспечения, а также комплексная отладка и ввод в эксплуатацию центра коммутации пакетов (ЦКП), который был связан выделенными телефонными каналами с ЦКП РВПС «ЦЕНТР» (город Москва) и ЦКП РВПС «ПРИБАЛТИКА» (город Рига). В 1980 г. была создана экспериментальная линия передачи данных Ленинград – Хабаровск. В дальнейшем в институте был создан и введен в эксплуатацию многофункциональный приемно-передающий центр. Было разработано оборудование для передачи данных по УКВ каналам. Эта система была рекомендована для связи Ленинграда с районными центрами в процессе управления реализацией программы «Интенсификация-90». Для приемно-передающего центра было создано оборудование для приема и обработки спутниковой информации. Основным назначением центра был обмен цифровой информацией по радиоканалу с аналогичными центрами в других районах. Продолжалась работа по освоению и отладке сетевых протоколов.

В связи с расширением использования средств вычислительной техники, особенно микро-ЭВМ, большое практическое значение приобрели работы института в области локальных вычислительных сетей (ЛВС). Под руководством А.Н. Домарацкого были разработаны концепция, архитектура, технология и методы реализации ЛВС на основе техники, выпускаемой отечественной промышленностью. Была введена в эксплуатацию первая версия экспериментальной ЛВС, предназначенной для использования в АСНИ и ИПК.

Как показали исследования, выполненные под руководством А.Н. Домарацкого, основные сложности, препятствующие широкому распространению АСНИ, были связаны, прежде всего, с недостаточным объемом и неудовлетворительными характеристиками имеющегося программного обеспечения для АСНИ, сложностью и высокой стоимостью его разработки и сопровождения. Для решения этой проблемы был разработан новый подход к построению АСНИ, обеспечивающий повышение эффективности как АСНИ, так и самих исследований, облегчающий разработку и проектирование АСНИ и их математического обеспечения, способствующий переходу к интегрированной обработке данных в научных исследованиях и других сферах деятельности человека. На основе этого подхода была разработана и создана система алгоритмических и программных модулей, обеспечивающая повышение качества программного обеспечения и уменьшение затрат на его разработку и сопровождение. Двумя основными компонентами системы являлись функциональные и базисные модули. Были определены иерархия функциональных процессов, спецификация соглашений по иерархическим уровням, средства синхронизации вычислительных процессов, способы построения операционной среды для программных систем реального времени. Использование этой системы при разработке АСНИ позволило создать фонд типовых алгоритмических и программных модулей и версий программных систем для многократного использования их в последующих разработках, что существенно снижало трудоемкость таких разработок. Очень важным было то, что система и фонд модулей могли быть использованы при разработке программного обеспечения компьютерных систем реального времени. Для повышения уровня унификации в АСНИ технических средств комплексирования и сопряжения систем программного обеспечения были разработаны способы адаптации к АСНИ существующих элементов техники микро-ЭВМ, средств КАМАК, международного стандартного интерфейса, аппаратных и программных средств ЛВС. Была определена структура аппаратных и программных средств базовой АСНИ, обеспечивающей возможность программирования на ограниченном подмножестве профессионального языка исследователя.

Необходимость разработки теоретических основ информатики потребовала углубленной проработки вопросов теории алгоритмов. Эти исследования выполнялись

под руководством А.О. Слисенко. Одной из первоочередных проблем, требующих решения, была проблема оценки сложности алгоритма. Решив эту проблему, можно было более строго подойти к оценке объема или длительности вычислений, необходимых для решения данной задачи с помощью имеющейся вычислительной техники. Вопрос был актуальным, так как для часто встречающихся комбинаторных задач наиболее очевидным алгоритмом являлась процедура перебора возможных вариантов, что практически исключало возможность решения задач большой размерности. Поэтому важно было, например, выделить классы задач, для решения которых можно использовать алгоритмы полиномиальной сложности вместо уже известных алгоритмов экспоненциальной сложности. Важным теоретическим результатом было построение алгоритма полиномиальной сложности для разложения многочленов на множители (А.Л. Чистов). Учитывая, что такая задача имеет прямое отношение к решению систем алгебраических уравнений, этот результат имеет большое практическое значение. В ходе дальнейших исследований были найдены подходы к построению оценки сложности алгоритма или сложности задачи.

В работах, выполненных под руководством В.В. Иванищева, уже было показано, что построение алгоритмической модели во многих случаях может быть сведено к построению алгоритмической сети, используемой как входная информация для системы автоматизированного моделирования. Следующим этапом была разработка теории алгоритмических сетей, позволяющая с новых позиций подойти к исследованию вычислительных процессов и вычислительных структур. Результаты этих исследований позволили существенно расширить возможности автоматизации моделирования. Был разработан комплекс методов, осуществляющих программную поддержку каждого из этапов автоматизированного моделирования. В их число входили методы программной поддержки процесса формирования предметной области на основе идеографического языка, методы автоматизации программирования на основе сетевого представления, методы программной поддержки диалоговых и оптимизационных процедур принятия решений, метод планирования вычислений на алгоритмических сетях.

Были разработаны новые версии системы автоматизации моделирования САПФИР. Система совершенствовалась за счет выделения типовых макроэлементов алгоритмической сети, учета особенностей предметной области и включения диалоговой системы принятия решений. Для облегчения процесса построения модели в виде сети было предложено на первом этапе представлять модель в форме, близкой к рисунку, фрагменты которого постепенно усложняются. (Этот алгоритм описан в книге Иванищева В.В., Михайлова В.В. и Тубольцевой В.В. «Инженерная экология», выпущенной в свет издательством «Наука» в Ленинграде в 1989 г.)

Доктором технических наук В.В. Александровым был разработан метод рекурсивной структуризации информационных процессов. Этот метод был использован не только для описания и реализации хранения, поиска и обработки различных классов данных (таблиц данных, сигналов, черно-белых и цветных изображений и т.п.). С его помощью оказалось возможным создавать интегрированные системы анализа данных, совмещающие в себе функции баз данных, систем обработки данных и систем принятия решений. Исследование структур данных и особенностей предметных областей дало возможность применять метод при построении проблемно-ориентированных информационных систем. Совместно с сотрудниками Русского музея была создана первая очередь музейной базы данных. В международной практике получила широкое применение разработанная под руководством В.В. Александрова система для автоматизированного распознавания рукописных текстов. Материалы этих работ можно найти в публикациях: Александров В.В., Горский Н.Д. «Алгоритмы и программы структурного метода обработки данных» (Л.: Наука, 1983); Александров В.В., Бариллов А.А., Белякова И.П. и др. «Интегрированные производственные комплек-

сы» (Л.: Машиностроение, 1987); Александров В.В., Алексеев А.И., Семенков А.И. «ЭВМ: игра и творчество» (Л.: Машиностроение, 1989).

Под руководством В.В. Александрова были разработаны также основы теории развивающихся структур для общего подхода к исследованию процессов в системах с изменяющейся структурой. Была разработана динамическая модель дискретного пространства и рассмотрены возможности использования этой модели для построения баз знаний. Результатам этих работ посвящены публикации: «Представление знаний и экспертные системы» / Под ред. В.В. Александрова. (ЛИИАН, 1989) и «Проблемы обработки знаний» / Под ред. В.М. Пономарева. (ЛИИАН, 1989).

Разработка теоретических проблем и работа по созданию баз данных выявила необходимость углубленной проработки теоретических основ экспертных систем и процедур принятия решений, то есть, в конечном счете, проблем представления и обработки знаний и баз знаний. Различные аспекты этой проблемы рассматривались В.В. Александровым (экспертные системы), Н.Н. Ляшенко (алгоритмы индуктивного вывода), В.И. Городецким (системы накопления и обработки знаний) и возглавляемыми ими коллективами. По этой проблематике вышла в свет публикация Н.Н. Ляшенко «Методы и алгоритмы индуктивного вывода» (ЛИАН, 1989).

В процессе разработки АСНИ мы уже столкнулись с проблемой создания больших объемов программного обеспечения. Еще более острой эта проблема стала в связи с ускорением процессов автоматизации производства и, тем более, с начавшимся процессом информатизации общества. Американский журнал «Дейтамейшен», внимательно следящий за состоянием и развитием вычислительной техники в СССР, в 1988 г. констатировал, что в Союзе, в отличие от других развитых стран, нет промышленного производства математического обеспечения ЭВМ. В 1984 г. мы имели в стране отношение затрат на разработку к затратам на сопровождение программного обеспечения равное 1 к 5 и коэффициент повторного использования программных средств равный 1,5 (в США этот коэффициент был более 20). В этих условиях промышленное производство программных средств было бы неэффективным.

Некоторые пути уменьшения затрат на сопровождение программного обеспечения уже были найдены и проверены в институте. Это – обучение пользователей применению отлаженных программ, имеющихся в РВСКП; модульный принцип построения программного обеспечения для систем автоматизации исследований, проектирования и производства и автоматизация моделирования. Широкое исследование вопросов технологии программирования было проведено под руководством А.О. Слисенко. Эти аспекты отражены в выпущенных в свет под его редакцией ЛИИАН публикациях: «Вопросы технологии программирования», «Инструментальные средства поддержки программирования» (1988) и «Актуальные вопросы технологии программирования» (1989).

В работах специалистов ЛИИАН были оценены возможности использования языков программирования высокого уровня, в том числе языка ФОРТ (руководитель С.Н. Баранов), способы обеспечения мобильности программ (руководитель В.И. Воробьев), способы тестирования, верификации и сертификации программного обеспечения, достижения высокой надежности программного обеспечения, пути построения инструментально-технологических систем автоматизации программирования. Этим вопросам посвящены, например, публикации: Баранов С.Н., Ноздруков Н.Р. «Язык ФОРТ и его реализация» и Воробьев В.И. «Математическое обеспечение ЭВМ в науке и производстве» (Л.: Машиностроение, 1988).

Под руководством В.И. Шкиртиля была начата разработка двуязычных программных систем. Для доведения этой разработки до конечного продукта Институт и американская фирма «ASHTON-TATE» создали совместное предприятие. Результаты работы были представлены на международной выставке в городе Ганновере.

Большое значение для координации в Северо-Западном регионе исследований и разработок в области вычислительной техники и ее применения имели работы созданного в 1983 г. в составе МКС Научного совета по информатике, вычислительной технике и автоматизации с ЛНИВЦ/ЛИИАН в качестве базовой организации. Председателем Совета был назначен В.М. Пономарев. В состав Совета вошли представители 30 ленинградских организаций (всего 61 человек, из них 2 члена-корреспондента АН СССР, 37 докторов наук и 18 кандидатов наук).

Работа Совета проводилась по трем основным направлениям:

– организация и проведение научной экспертизы отдельных фундаментальных, поисковых и прикладных исследований и разработка на этой основе предложений по их внедрению и тиражированию в регионе;

– пропаганда актуальных и значимых научно-технических достижений;

– определение приоритетных научных направлений и разработка предложений по формированию научно-исследовательских и научно-технических программ.

При Совете работали постояннодействующие городские семинары:

• Технология программирования;

• Автоматизированные системы технологической подготовки производства;

• Автоматизация проектирования;

• Автоматизированное проектирование и инженерия знаний в машиностроении;

• Организация группового производства;

• Автоматизация проектирования, исследования и управления производственными процессами и установками с применением ЭВМ;

• Автоматизация научных исследований;

• Системы автоматизации научного эксперимента;

• Биотехнические системы;

• Базы данных и экспертные системы.

Материалы семинаров систематически публиковались в сборниках и коллективных монографиях, издаваемых ЛИИАН.

В 1989–1990 гг. Советом были подготовлены предложения по концепциям программ «Интенсификация-95» и «Информатизация Ленинградского региона».

Предложения были основаны на сформулированном Советом заключении, что решение основных задач социально-экономического развития Ленинградского региона может быть достигнуто путем перехода на новые информационные технологии и инфраструктуры с целью создания на их основе систем автоматизированных производств, систем административно-хозяйственного управления, систем экологического, медицинского и социального мониторинга, систем удовлетворения культурных и бытовых информационных потребностей населения. По инициативе Совета для информационной поддержки программы информатизации региона был создан Региональный информационный центр «ЛЕНИНФОРМАТИКА».

В 1985 г. была, в основном, сформулирована и проверена на практике общая концепция интегральной автоматизации цикла «Исследование – Производство». В соответствии с общей концепцией цикл базируется на результатах работ, осуществленных в ходе научно-технического прогресса. Они включают разработки новых технологий и технологического оборудования, способов и систем механизации и автоматизации, разработки новых видов сырья и материалов, разработки новых источников энергии, разработки мероприятий по охране окружающей среды и здоровья, методы совершенствования организации труда и управления производством. На этой основе выбираются такие составляющие обеспечения цикла как оборудование, технологии, материалы, энергия и кадры. Сам цикл состоит из управления предприятием, научно-исследовательских работ, опытно-конструкторских работ, подготовки производства, производства, контроля и испытаний. Эти этапы, реализуются различными подразде-

лениями предприятия и поддерживаются последовательностью систем автоматизации, состоящей из автоматизированной системы управления предприятием (АСУП), системы автоматизации научных исследований (АСНИ), системы автоматизации проектирования (САПР), системы автоматизации технологической подготовки производства (АСТПП), системы управления гибким автоматизированным производством (СУ ГАП) и системы автоматизации контроля и испытаний (САК). Эта последовательность систем автоматизации объединена в общую информационно-вычислительную сеть интегрированного производственного комплекса (ИВС ИПК). Обеспечение систем автоматизации и сети состоит из информационного обеспечения (ИО), программного обеспечения (ПО) и аппаратного обеспечения (АО). Научное обеспечение интегральной автоматизации складывается из системных исследований, разработки информационного обеспечения, разработки программного обеспечения и разработки аппаратного обеспечения.

В ЛИИАН проводились исследования и разработки по ряду направлений, связанных с проблемой создания ИПК. Результаты этих работ отражены в трудах ЛИИАН и целом ряде публикаций: «Системы автоматизации в науке и производстве» / Под ред. В.М. Пономарева (М.: Наука, 1984); Лескин А.А., Пономарев В.М., Раков Ю.Е., Халкиопов С.Н. «Методические основы проектирования интегрированных производственных комплексов» (Л.: ЛДНТП, 1985); Александров В.В., Вишняков Ю.С., Горская Л.М. и др. «Информационное обеспечение интегрированных производственных комплексов». (Л.: Машиностроение, 1986); Домарацкий А.Н., Лескин А.А., Пономарев В.М., Раков Ю.Е., Халкиопов С.Н., Ханенко В.Н. «Системное проектирование интегрированных производственных комплексов» (Л.: Машиностроение, 1986); Пономарев В.М., Герст В.С., Колпышев Ю.Н. и др. «Эскизное проектирование интегрированных производственных комплексов. Методические материалы» (Л.: ЛИИАН, 1986); Пономарев В.М., Голубева С.В., Колпышев Ю.Н. и др. «Проектирование информационного обеспечения интегрированных производственных комплексов. Методические материалы» (Л.: ЛИИАН, 1986); Пономарев В.М., Козловский В.А., Лескин А.А. и др. «Проблемы внедрения гибких производственных систем» (Л.: ЛИИАН, 1988); «Проблемы информационной технологии и интегральной автоматизации производства» / Под ред. В.М. Пономарева (Л.: Наука, 1989); «Моделирование в задачах проектирования автоматизированных производств» / Под ред. В.М. Пономарева и А.А. Лескина (Л.: ЛИИАН, 1990).

Коллектив исполнителей под руководством В.М. Пономарева разрабатывал вопросы системного проектирования ИПК. При этом был создан аппарат для описания гибкого автоматизированного производства, включающий алгебраические модели, сети Петри, диаграммы Ганта (А.А. Лескин), оптимизации технологической последовательности и состава оборудования и ПО для автоматизации проектирования ГАП (А.В. Смирнов). В 1986 и 1989 гг. ленинградское издательство «Наука» выпустило в свет монографии: Лескин А.А. «Алгебраические модели гибких производственных систем» и Лескин А.А., Мальцев П.А., Спиридонов А.М. «Сети Петри в моделировании и управлении», в которых представлены результаты этих работ.

Автоматизированная система технологической подготовки производства «Текран» была создана под руководством А.О. Полякова. Информация об этих работах представлена в публикации «Информационные проблемы автоматизации», выпущенной в свет ЛИИАН в 1988 г. под редакцией В.В. Александрова (1988).

Под руководством А.Н. Домарацкого и Ф.М. Кулакова был создан инструментальный комплекс для разработки ПО систем управления ГАП и разработаны структуры аппаратных и программных средств многомашинных систем управления участками ГАП, включающими в свой состав станки с числовым программным управлением (ЧПУ), автоматические склады, транспортное оборудование и роботы, а также

архитектура ИВС ИПК. Информация об этих работах представлена в публикации «Проблемы локального и распределенного управления программируемым оборудованием гибких автоматических производств», выпущенной в свет ЛИИАН в 1987 г. под редакцией Ф.М. Кулакова (1987).

Разрабатывавшиеся под руководством В.В. Александрова и В.Н. Ханенко проблемы информационного обеспечения ИПК нашли свое отражение в публикации «Информационное обеспечение систем автоматизации», выпущенной в свет ЛИИАН под редакцией В.В. Александрова (1986).

Под руководством А.Е. Бор-Раменского были разработаны принципы унификации технологических и технических модулей автоматизированных производств и систем автоматизации. Были предложены новые принципы построения ПО ИПК, включающего базы знаний, экспертные системы, диалоговые системы принятия решений, алгебраические модели и интеллектуальный интерфейс. Результатам этих работ посвящена монография А.Е. Бор-Раменского «Технологические и технические модули автоматизированных производств» (Наука, 1989) и ряд изданий, подготовленных в ЛИИАН и вышедших в свет под его редакцией: «Проблемы унификации технологических и технических модулей автоматизированных систем» (1986); «Системный подход к исследованию и проектированию сложных объектов» (1989).

Проблемы проектирования роботов для ИПК и, в том числе, сборочных роботов и их систем управления разрабатывались под руководством д.т.н. Ф.М. Кулакова. По проблемам ИПК и программе «Интенсификация-90» был подготовлен и в 1987 г. издан в ЛИИАН комплект методических материалов: Тарбеев Ю.В., Окрепилов В.В., Пономарев В.М. и др. «Гибкие производственные системы. Типовые формы документов».

В связи с тем, что программа «Интенсификация-90» предусматривала изменение структуры научно-технического комплекса региона, необходимо было исследовать проблемы региональных технологий, их внедрения и перспектив их развития, а также общие вопросы стратегии развития производства и предприятий. Эта работа выполнялась под руководством Е.К. Овсянникова. Материалы этой работы ЛИИАН отражены в публикации: Иванова Г.Е., Овсянников Е.К. «Система поддержки решений в стратегии развития предприятий» (1990).

Разработке методологических основ автоматизации региональных технологий посвящена выпущенная в свет издательством «Наука» работа «Автоматизация региональных технологий / Под ред. Е.К. Овсянникова» (1989).

Продолжалась традиция организации международных научных мероприятий. Так, в октябре 1987 г. ЛИИАН совместно с Международным научно-исследовательским институтом проблем управления организовал и провел в Ленинграде IV Международную конференцию по гибким производственным системам. В соответствии с планом международных мероприятий ИФИП в апреле 1990 г. институт подготовил и провел Международную конференцию ИФИП «Искусственный интеллект – промышленное применение», в которой приняли участие около 250 специалистов из 13 стран (США, Франция, Италия, ФРГ, Япония, Австрия, ГДР, ПНР, СФРЮ, НРБ, ЧССР, КНР, СССР). На конференции было сделано 90 докладов по широкому спектру проблем: экспертные системы, интеллектуальные производственные системы, системы принятия решений.

К 1990 г. СПИИРАН стал ведущей научно-исследовательской организацией в области информатики, управления и автоматизации Северо-Запада России.

© Гончаревский В.С., Калинин В.Н.,
Кромский Б.В., Полетаев А.М.,
Рыбаков И.В.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КИБЕРНЕТИКИ И ИНФОРМАТИКИ В ВОЕННО-КОСМИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ им. А.Ф. МОЖАЙСКОГО (1941–2006 годы)

Большой вклад в становление и развитие кибернетики и информатики внес коллектив ученых Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, которая стала высшим военно-учебным заведением в канун Великой Отечественной войны в марте 1941 г. Уже в первые годы существования академии в ее недрах зародился и продолжает в настоящее время функционировать ряд признанных в стране научных школ, основоположниками которых были такие известные ученые как академик РАН Е.П. Попов, член-корреспондент АН СССР В.И. Сифоров, С.А. Дробов, Л.Д. Гольдштейн, Ф.М. Килин, В.Е. Дулевич, Н.И. Буренин, Л.Т. Тучков и ряд других.

Выдающийся ученый, академик РАН Евгений Павлович Попов стоял у истоков школы автоматического управления авиационными и ракетно-космическими средствами. Сразу же после прибытия в академию в 1943 г. им были начаты научные исследования в области систем автоматического управления, и уже в скором времени по его инициативе была образована первая среди военных вузов страны кафедра, призванная сформировать научные основы создания и применения автоматических систем в авиации. Именно с образованием кафедры авиационной автоматики и телемеханики началось зарождение школы автоматического управления в академии.

В этот период Е.П. Попов ставит перед собой задачу создания фундаментального курса общей теории автоматического регулирования, которого в то время фактически не было ни в одном вузе страны, и одновременно приступает к написанию фундаментального учебника «Теория автоматического регулирования», который был издан в типографии академии в 1952–1953 гг. А в следующем году «Гостехиздат» выпускает в свет его труд «Динамика систем автоматического регулирования», который стал настольной книгой нескольких поколений специалистов в данной области и вскоре был издан в Англии, Германии и США.

Кроме систематического изложения линейной теории автоматического регулирования, Е.П. Попов решил осветить и вопросы динамики систем с нелинейностями. При этом он всегда стремился совместить строгость теоретических исследований с прикладным характером использования их результатов в инженерной практике. Поэтому он обратил внимание на приближенные методы исследования нелинейных систем и вскоре пришел к идее метода гармонической линеаризации, которая подробно была описана в книге «Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем», опубликованной в 1960 г. в издательстве «Физматгиз» и затем переизданной в Германии, США и Польше.

Признание заслуг Е.П. Попова в развитии прикладной теории исследования нелинейных систем было отмечено избранием его в 1960 г. членом-корреспондентом

АН СССР по Отделению механики и управления движением, а также получением Государственной премии. Результатом дальнейшего развития теоретических и прикладных результатов в области анализа и синтеза нелинейных систем стали опубликованная в издательстве «Машиностроение» серия из десяти книг по нелинейным системам автоматического управления и его монография «Прикладная теория процессов управления в нелинейных системах», опубликованная издательством «Наука» в 1973 г.

По результатам научных исследований по общей теории автоматического управления и на основе опыта учебно-методической работы Е.П. Поповым была подготовлена и опубликована монография «Автоматическое регулирование и управление», выдержавшая в период 1956–1966 гг. пять изданий. В соавторстве с В.А. Бесекерским им была написана книга «Теория систем автоматического регулирования», ставшая на долгие годы одним из лучших учебных пособий по данному направлению и переизданная на сегодня уже в четвертый раз под названием «Теория систем автоматического управления».

В 1992 г. Е.П. Попов был избран действительным членом Российской академии наук по Отделению механики и процессов управления. Сформированная им школа систем автоматического управления продолжала развиваться и после его ухода из ВКА им. А.Ф. Можайского, благодаря заложенным традициям и усилиям его многочисленных учеников и последователей. В ее недрах зарождались новые научные направления.

На посту начальника кафедры автономных систем управления Е.П. Попова сменил его ученик – профессор В.М. Пономарев. Он плодотворно руководил научной школой оптимизации процессов и систем управления движением ракет и космических аппаратов, результаты которой широко использовались в организациях промышленности при создании новых образцов ракетно-космической техники. Выполненные под его (В.М. Пономарева) руководством исследования оформились в самостоятельное научное направление – теорию синтеза оптимальных систем управления с приложениями в области управления космическими аппаратами (КА). Его монография «Теория управления движением космических аппаратов» явилась одной из первых в стране фундаментальных работ в этой области.

В конце 50-х гг. Е.П. Попов поставил своему сотруднику А.М. Половко, работавшему на кафедре, задачу заняться проблемой надежности систем управления – областью науки, в то время абсолютно не исследованной. Основы аналитической теории надежности технических систем были сформированы к 1964 г. и опубликованы в монографии А.М. Половко «Основы теории надежности», вышедшей в издательстве «Наука».

Ученик академика Е.П. Попова Р.М. Юсупов выполнил глубокие исследования в области самонастраивающихся систем управления и теории чувствительности. Результатом этих исследований стал ряд научных монографий в издательствах «Энергия», «Высшая школа», «Наука», «Машиностроение». Р.М. Юсупов активно участвовал в работе организационных комитетов симпозиумов по теории адаптивных систем и теории чувствительности, проведенных в городе в 70-е гг. По его инициативе в академии была открыта подготовка специалистов по кибернетике, а под его редакцией и при личном участии издан цикл учебных пособий по изучаемым по этой специальности дисциплинам.

В начале 70-х гг. в ВКА им. А.Ф. Можайского под руководством профессора Л.И. Каргу сформировалось самостоятельное научное направление командно-измерительных приборов систем управления КА. Труды Л.И. Каргу и его учеников по этой тематике завоевали широкую популярность среди специалистов. Будучи талантливым экспериментатором, он сделал более 120 изобретений в области гироскопических устройств автономных систем управления ракетами и КА.

В последующие годы широкомасштабные исследования школы Е.П. Попова по дальнейшему совершенствованию автономных систем управления объектами ракетно-космической техники (РКТ) проводились под руководством профессоров Л.А. Майбороды, В.И. Миронова, А.Д. Голякова, В.В. Ефимова и В.Н. Арсеньева, научные труды которых также внесли существенный вклад в развитие отечественной кибернетики.

Профессор Л.А. Майборода руководил комплексными научными исследованиями возможностей создания систем терминального управления для ракет и КА. Им разработаны методы решения задач динамики с разрывными функциями и функционалами. За вклад в развитие научных основ и практические приложения принципов терминального управления в 1985 г. Л.А. Майборода и А.И. Холопов были удостоены звания лауреатов Государственной премии. Получили заслуженное признание и результаты в этой области, достигнутые М.Ф. Яфраковым.

Значительные результаты при решении задач оптимального управления движением ракет и КА были получены В.И. Городецким, В.И. Мироновым и Ф.М. Захариним. В 80-е гг. В.И. Городецкий инициировал проведение в академии научных исследований в области искусственного интеллекта и опубликовал первое учебное пособие (в трех частях) по прикладной алгебре и дискретной математике.

Научная работа коллектива, которым сегодня руководит профессор Ефимов В.В., направлена на создание интеллектуальных систем автономного управления функционированием КА на основе применения нейросетевых технологий обработки данных и исследование возможностей использования малых КА в интересах экспериментальной отработки комплексов и систем информационного обеспечения двойного назначения.

Активно и плодотворно в 60-е гг. проводились в Академии теоретические и экспериментальные работы, направленные на широкое применение цифровых вычислительных машин в системах автоматического управления. В.А. Бесекерским, С.М. Федоровым, С.В. Лучко и А.П. Литвиновым были получены важные научные результаты, положенные в организациях промышленности в основу проектирования автономных систем управления летательных аппаратов с бортовыми ЦВМ. Разработкой конкретных конструктивных технических решений были завершены глубокие научные исследования перспектив создания высокоэффективных систем ориентации КА, проведенные А.Н. Герасимовым и Е.А. Фабрикантом.

Важные исследования были выполнены научной школой автономной навигации КА, основанной и руководимой профессором Порфирьевым Л.Ф. Профессора В.В. Смирнов, В.И. Кузнецов и А.Д. Голяков внесли существенный вклад в разработку методов автономной навигации КА на базе использования бортовых измерительных и вычислительных средств. Они же внесли заметный вклад в разработку методов аналитического оценивания точности определения координат и скорости КА по избыточным бортовым измерениям.

Известным специалистом в области математических методов кибернетики, моделирования динамических и стохастических систем профессором Чернецким В.И. был получен ряд фундаментальных научных результатов для анализа точности нелинейных систем управления. Разработанная им новая форма представления случайных функций в виде неканонического разложения дает в пределах корреляционной теории точное представление при использовании конечного числа вспомогательных случайных величин.

Важные научные результаты в теории управления запасами и теории очередей получены профессором Ю.И. Рыжиковым – автором первой отечественной монографии в этой области, разработчиком численных методов анализа эффективности вычислительных процессов и методов автоматического синтеза программ, их верификации и сертификации.

Под руководством профессора А.П. Лысенко молодые профессора В.Б. Кудрявцев и В.В. Кудрявцев провели цикл научных исследований, направленных на создание высокоточных преобразователей информации, повышение эффективности систем связи, разработку теории диспетчеризации цифровых автоматов, оценивание достоверности результатов контроля и диагностирования технического состояния ракет и КА. Разработку теоретических основ создания магнитометрических систем автономной навигации и ориентации КА и геомагнитных средств управления объектами ракетно-космической техники ведет И.С. Гурьев.

Существенные научные результаты были получены профессорами Н.К. Зайнашевым, И.В. Панфиловым, В.Н. Кустовым, И.А. Барановым, А.Г. Ломако и А.Д. Хомоненко при исследовании путей повышения функциональных и надежности характеристик бортовых и наземных вычислительных систем и их программного обеспечения.

Неоценим вклад в становление и развитие кибернетики и информатики в Академии, внесенный доктором физико-математических наук профессором Х.Л. Смолицким. В Академии не найдется ни одного доктора, да и кандидата наук в этой области, кто бы не обращался к Х.Л. Смолицкому за консультацией как при поиске путей исследования, так и при решении сложных математических задач. Он дал путевку в научную жизнь многим десяткам молодых ученых. Им впервые в академии поставлен курс вычислительной математики, издано учебное пособие по теории выбора оптимального поведения.

Профессора Ф.М. Килина можно, без сомнения, назвать одним из основных создателей в Академии научной школы радиоуправления летательными аппаратами. Еще в военные годы им в содружестве с Государственным оптическим институтом были разработаны методы автоматического наведения бомбардировщиков на цель с помощью радиосредств. Продолжая и далее интенсивную научную работу в этом направлении, Ф.М. Килин уже к началу 50-х гг. стал весьма известным специалистом в области теории и методов исследования систем радиоуправления. В его работах получили значительное развитие методы проектирования этих систем с учетом динамики полета управляемых летательных аппаратов и характеристик радиоэлектронной аппаратуры. Им были предложены эффективные методы анализа и синтеза комплексных систем радиоуправления. Ф.М. Килин является автором теории импульсных автоматических систем с временными селекторами и дискретно изменяющимися параметрами. По его инициативе в 1952 г. в Академии была создана одна из первых в нашей стране кафедра радиоуправления, он же был назначен ее первым начальником.

Под руководством Ф.М. Килина специалисты научной школы радиоуправления выполнили в 50-е гг. важные исследования по разработке перспективных методов и законов радиоуправления авиационным реактивным управляемым вооружением (АРУВ). Особенно интересные результаты по моделированию динамики радиоуправляемого полета крылатых ракет были получены в работах Б.Е. Рудницкого, который разработал методы синтеза линейных систем радиоуправления с переменными параметрами на основе интегральных параметрических преобразований. Эти результаты были реализованы в ведущих авиационных ОКБ и НИИ при создании новых образцов АРУВ.

В 60-е гг. в научной школе, возглавляемой Ф.М. Килиным, велись исследования по двум основным научным направлениям: проблемам радиоуправления межконтинентальными баллистическими ракетами (МБР) и проблемам радиоуправления космическими аппаратами. В рамках первого из этих направлений в работах Ф.М. Килина, А.М. Жакова, Б.Е. Рудницкого, Б.А. Резникова, В.С. Гончаревского, В.Н. Калинина и других сотрудников были обоснованы принципы построения радиотехнических систем управления МБР, разработаны новые методы радиоуправления этими объектами на активном участке траектории их движения, даны рекомендации по составу и точности измерения параметров движения исходя из обеспечения требуемой точности

попадания головной части ракеты в заданную цель. Результаты этих исследований использовались в ракетно-космической промышленности и оказали серьезное влияние на развитие данной отрасли военной науки и техники.

Второе научное направление школы Ф.М. Килина было связано с исследованиями в области радиоуправления космическими аппаратами. В работах Ф.М. Килина и Н.И. Посохина были предложены и обоснованы принципы построения бортовых систем и комплексов радиоуправления КА. Б.А. Резников и В.Н. Калинин разработали теорию и методы оптимизации этих систем и комплексов. С.Г. Зубкович разработал методы определения статистических характеристик отраженных от земной поверхности радиосигналов, что было необходимо, в частности, для создания бортовых радиовысотомеров КА. Гончаревский В.С. разработал основы теории радиоуправления встречей КА на орбите.

Одной из основных прикладных областей исследований в рамках второго научного направления школы Ф.М. Килина являлась в эти годы разработка системы радиоуправления сближением и стыковкой КА. Уже в 1961 г. специалистами школы (В.С. Гончаревским, Н.И. Посохиним, А.В. Четковым и другими) по заданию академика С.П. Королева был разработан и предложен один из первых в нашей стране вариант такой системы. В период с 1961 по 1967 г. эти же специалисты приняли активное участие в создании бортового измерительного комплекса сближения «ИГЛА», с помощью которого 30 октября 1967 г. впервые в мире была осуществлена автоматическая стыковка космических аппаратов «КОСМОС-186» и «КОСМОС-188». В дальнейшем результаты исследований школы в данной области были реализованы заказывающими и промышленными организациями при проектировании существующих систем радиоуправления относительным движением КА (систем обеспечения сближения, стыковки и группового полета космических кораблей «СОЮЗ», «ПРОГРЕСС» и орбитальных станций «САЛЮТ», «МИР» и др.). Специалисты школы участвовали в реализации совместной советско-американской программы ЭПАС (экспериментальный полет «АПОЛЛОН-СОЮЗ»).

Научные достижения школ автоматического и радиоуправления объектами ракетно-космической техники были бы невозможны без серьезной теоретической и практической базы исследований в области космической баллистики. В этой области своеобразной кузницей научных кадров в академии и нашем городе стала научная школа, сформированная профессором А.Е. Доновым. Дальнейшее развитие и известность эта школа получила, когда ее возглавляли К.Н. Баринов и П.А. Мамонов. Этими учеными, совместно с их многочисленными учениками, с позиций структурного анализа были разработаны общие принципы построения орбитальных систем КА и способы их создания. Ими же были решены проблемы, связанные с синтезом оптимальных структур и анализом структурной изменчивости орбитальных систем в процессе функционирования. Ими также были решены сложные маршрутные задачи и задачи инспекции орбитальных объектов. Результатом плодотворной работы школы явилась первая в мире монография по этой проблематике «Динамика и принципы построения орбитальных систем космических аппаратов», выпущенная в издательстве «Машиностроение» в 1975 г.

Всего около трехсот научных и учебно-методических трудов, посвященных решению задач космической баллистики, издано А.Е. Доновым, К.Н. Бариновым и П.А. Мамоном. Ученики созданной ими школы (М.С. Сергеев, С.К. Слезкинский, В.П. Насонов, Е.П. Минаков, В.И. Половников, Н.Ф. Аверкиев, Ю.В. Миронов и др.), которая успешно функционирует и по сегодняшний день, уже выпустили более 1500 печатных трудов. Научные достижения этой школы нашли применение при баллистическом обосновании многих образцов космической техники.

Одним из пионеров в области информационных аспектов кибернетики и в области радиоинформатики являлся талантливый педагог и видный ученый, профессор

Л.Д. Гольдштейн, который в момент образования Академии был назначен начальником кафедры радиотехники, а затем стоял у истоков зарождения кафедры радиолокации и радионавигации, а затем и кафедры технической кибернетики. Л.Д. Гольдштейн внес весомый вклад в развитие отечественной радиолокации, статистических методов анализа и синтеза радиотехнических средств. Под его руководством произошло становление новых дисциплин по кибернетике, а сам он впервые в стране подготовил и издал в 1963 г. учебник «Основы технической кибернетики». Л.Д. Гольдштейн был также инициатором образования в 1946 г. в Академии факультета радиоэлектроники, на котором С.А. Дробовым было основано научное направление по проблемам генерирования и управления гармоническими и разрывными колебаниями. В 1946 г. С.А. Дробов издал один из лучших в стране учебников по радиопередающим устройствам, по которому многие годы учились во всех отечественных вузах. Кроме того, в число научных интересов С.А. Дробова входило управление колебаниями лазеров и построение передатчиков оптического диапазона. Его учеником С.И. Бычковым были разработаны теория управления колебаниями и теория стабилизации частоты СВЧ-генераторов.

Выдающийся ученый в области авиационной и космической радиоэлектроники, теории информации и статистической теории связи, автор одного из лучших в стране учебников по радиоприемным устройствам, член-корреспондент АН СССР В.И. Сифоров, работая в академии с 1941 г., был основателем и руководителем научного направления в области повышения помехоустойчивости приема сигналов. Он являлся автором теории детектирования и преобразования радиосигналов, разработал теорию и предложил методы расчета основных элементов приемных устройств различного назначения. В 1951 г. вышел в свет фундаментальный труд С.А. Дробова, Н.А. Железнова, В.И. Сифорова и Я.Д. Ширмана «Теория импульсной радиосвязи», заложивший основы теории и практики дискретной передачи непрерывных сообщений. В.И. Сифоров и Я.Д. Ширман также одними из первых исследовали процесс выделения радиолокационных сигналов на фоне флюктуационных шумов.

Классическим учебником по элементам радиоэлектронных систем (РЭС) стала монография Н.В. Зернова и В.Г. Карпова, которая сохраняет этот статус вплоть до настоящего времени.

В этот же период в рамках сформировавшихся в Академии научных школ, связанных с радиоинформатикой, впервые в отечественной радиотехнике начались исследования по развитию статистических методов обнаружения радиолокационных сигналов на фоне помех и методов синтеза радиолокационных систем. На базе результатов этих исследований были обоснованы новые принципы построения радионавигационных систем и систем радиосвязи.

Первое научно обоснованное предложение об использовании КА для навигации родилось еще до запуска первого ИСЗ в результате исследований В.С. Шебшаевича, который стал в дальнейшем руководителем научного направления спутниковой радионавигации. Им была разработана общая теория нелинейной навигации на основе обобщения понятия навигационной информации и теории навигационных решений в искривленных пространствах, а также основы теории спутниковых навигационных систем. Эти результаты легли в основу создания отечественной системы спутниковой навигации первого поколения. В рамках указанного научного направления был подготовлен учебник по радионавигационным системам и устройствам, в котором впервые систематически излагались теоретические основы и принципы построения этих систем и устройств.

Научная школа радиолокационного наблюдения началась складываться еще с 1944 г. Ее первым руководителем был Л.Д. Гольдштейн, а затем во главе ее стал выдающийся ученый, педагог и организатор В.Е. Дулевич. В рамках этой школы в конце 50-х гг. началось формирование научного направления, связанного с применением методов

математической статистики и теории информации к решению проблемы выделения радиолокационной информации и синтезу радиолокационных систем различного назначения. Важную роль в становлении этого направления сыграла группа Ю.А. Мельника (автора знаменитой монографии «Радиолокационные методы исследования Земли»). В состав группы входили талантливые исследователи А.А. Коростелев, Н.И. Буренин, Н.Ф. Клюев. В их научных работах решалась проблема выделения радиолокационных сигналов из аддитивной смеси сигнала с некоррелированным гауссовым шумом.

А.А. Коростелевым и его учениками были выполнены оригинальные исследования по вопросам моноимпульсной радиолокации, оптико-голографическим методам обработки радиолокационных сигналов, по вопросам построения следящих измерителей навигационных параметров. Им был впервые в нашей стране сформулирован принцип синтеза антенной апертуры и поставлена научная проблема о необходимости пространственно-временной обработки радиолокационного сигнала. Н.Ф. Клеуевым была разработана теория оптимизации обзора и обработки сигналов в радиолокационных системах. В рамках этой же школы В.Ф. Фатеевым были выполнены фундаментальные исследования по прикладным вопросам теории относительности и на этой основе определены новые пути построения автономных бортовых приборов координатно-временного обеспечения космических объектов. В дальнейшем В.Ф. Фатеев стал руководителем научной школы разработки систем сверхмалых КА и применения их в интересах обороны и народного хозяйства.

А.А. Веретягиным были рассмотрены вопросы обработки радиолокационных сигналов в присутствии коррелированных помех, а затем впервые в СССР сформулированы основные положения теории обнаружения точечных движущихся целей на фоне поверхности Земли с помощью орбитальных радиолокационных систем.

Одной из новых отраслей радиоинформатики, разработанных в Академии, явилась сверхширокополосная радиолокация, связанная с формированием и излучением мощных импульсов наносекундной длительности и обработкой отраженных сигналов. Здесь необходимо отметить работы Л.Ю. Астанина, А.А. Костылева и других сотрудников. А.А. Костылев является автором и соавтором опубликованных в нашей стране и за рубежом (США, Великобритания, Китай) монографий по основам сверхширокополосных измерений.

На базе всех этих исследований научной школой радиолокационного наблюдения были опубликованы фундаментальные учебники по теоретическим основам радиолокации, по космическим траекторным измерениям и по основам радионавигационных измерений.

Большое внимание в Академии было уделено развитию телеметрии как одной из важных отраслей радиоинформатики. Телеметрические радиоэлектронные средства (РЭС), относящиеся к системам передачи информации, можно рассматривать как техническую реализацию особого рода обратной связи при управлении подвижными объектами. Результаты исследований в области этих систем легли в основу первого в стране учебника по радиотелеметрии, подготовленного авторским коллективом: Н.Н. Буга, Р.Т. Сафаров, Р.И. Зверев и И.В. Шитов. В дальнейшем, исследованиями в этой области руководил В.И. Белицкий. Его работы были связаны с созданием нового класса информационно-управляющих систем – автоматизированных испытательных комплексов, базирующихся на современных информационно-вычислительных средствах. Под руководством В.И. Белицкого были сформированы два новых научных направления: теоретические основы автоматизации процессов управления и испытаний бортовой аппаратуры и теоретические основы построения иерархических магистрально-модульных информационно-телеметрических систем, исследования по которым продолжаются по настоящее время.

В начале 60-х гг. в области радиоинформатики по инициативе С.И. Бычкова начались исследования по лазерной тематике. В работах Д.П. Лукьянова, Г.И. Полякова, В.В. Клейменова и других исследователей разрабатывались методы управления колебаниями лазеров, способы их применения в военной аппаратуре и т. д. И уже в 1963 г. они привели к выдающемуся результату – созданию первой в стране системы передачи телевизионного изображения по лучу лазера: 7 октября 1963 г. состоялась передача изображения из Академии в ГОИ имени С.И. Вавилова.

Наиболее существенные теоретические результаты школы радиоинформатики, достигнутые в области оптимальной фильтрации случайных и неопределенных процессов (особенно применительно к решению задач слежения за интенсивно маневрирующими объектами) были получены в работах Б.Е. Рудницкого, Б.Г. Мельникова, А.А. Мусаева, М.Г. Степанова, А.П. Алешкина и др. Достижения научной школы оптимальной фильтрации позволили развернуть широкие научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке методов и алгоритмов комплексного использования спутниковых навигационных систем, которые выполнялись творческим коллективом под руководством Е.А. Ткачева.

Значителен вклад сотрудников школы радиоинформатики в области исследований и разработки космических радиотехнических комплексов, которые являются ключевыми звеньями в организации применения ракетно-космических средств. Уже в 1964 г. под редакцией С.И. Бычкова и П.В. Олянюка был выпущен первый в стране учебник по космическим радиотехническим комплексам, в котором с системотехнических позиций даны теоретические основы построения РЭС управления КА с описанием их применения в составе наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ) КА. В дальнейшем большой вклад в развитие теории этих комплексов внесли работы Г.В. Стогова, А.А. Корниенко, Л.М. Романова, Г.Н. Мальцева, М.Г. Степанова и других сотрудников.

В области радиоинформатики учеными Академии также велись интенсивные исследования по разработке средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ), которыми руководили Л.Т. Тучков и Н.И. Посохин. По результатам этих исследований было рекомендовано использовать в качестве средств создания пассивных помех ложные цели, которые по своим радиолокационным характеристикам (РЛХ) должны быть подобны РЛХ боевых блоков ракет вероятного противника.

Наибольший вклад в исследование РЛХ внесли В.А. Потехин, М.Е. Варганов, Д.Б. Канарейкин. Для экспериментальных исследований РЛХ под руководством Л.Т. Тучкова был создан уникальный измерительный комплекс на базе безэховой камеры, который по своим техническим параметрам был одним из лучших в стране. В дальнейшем развитие этого научного направления привело к созданию научно-исследовательского центра по фоноцелевому обеспечению средств вооружений.

Большой вклад в дальнейшее развитие теории электромагнитного поля и прикладной электродинамики внесли А.И. Сташкевич, В.М. Шкиль, С.С. Щесняк, А.Ф. Крячко, В.М. Лихачев и их ученики.

На созданном в Академии в 1967 г. факультете автоматизированных систем управления (АСУ) и связи был также сформирован ряд научных школ, связанных с развитием кибернетики и информатики. Среди них следует назвать научную школу АСУ, основанную в конце 60-х гг. профессорами Н.И. Бурениным и Ф.М. Килиным. Первый из них возглавил исследования в области АСУ сложными организационными системами, прежде всего войсками, второй – в области АСУ техническими средствами, стоящими на вооружении этих войск. В последующем в развитие этой научной школы весомый вклад внесли В.Н. Калинин, Б.А. Резников, Ю.Г. Ростовцев, В.С. Гончаревский, С.П. Присяжнюк, Д.В. Бакурадзе, Б.В. Соколов, Ю.С. Мануйлов и ряд других сотрудников.

В.Н. Калинин являлся руководителем исследований в области космической кибернетики. Он обосновал концепцию активного подвижного объекта и на ее базе разработал методологические основы теории управления орбитальными системами и средствами наземного комплекса. С именем Б.А. Резникова связано проведение фундаментальных системно-кибернетических исследований, формирование методологических основ системного подхода и системного анализа.

Ю.Г. Ростовцев предложил субъектно-объектный подход к процессам моделирования, а средством решения возникающих при этом прикладных задач стал разработанный им принцип вложенности моделей.

В.С. Гончаревский – автор теории программного управления относительным движением космических аппаратов. Им разработаны методы управления групповым полетом КА, включая такие его разновидности как зависание, облет и барражирование.

С.П. Присяжнюк руководил исследованиями в области информационных технологий управления РКТ и войсками, разработал теорию оперативного управления наземно-космическими сетями обмена информацией. С именем Б.В. Соколова связано проведение системных исследований по совершенствованию технологии автоматизированного управления, развитию теории комплексного планирования и управления космическими средствами. Ю.С. Мануйлов разработал теорию негладкой динамической оптимизации и теорию оптимального управления пространственным угловым маневрированием КА с упругими элементами конструкции.

На базе этих научных результатов специалистами школы АСУ был подготовлен и издан целый ряд фундаментальных учебников. Это, прежде всего, учебники: «Теория систем и оптимального управления» (В.Н. Калинин, Б.А. Резников, Е.И. Варакин); «Системный анализ и методы системотехники» (Б.А. Резников); «Автоматизированные системы управления войсками» (В.С. Гончаревский и С.П. Присяжнюк) и др.

Следующей научной школой, которую необходимо упомянуть, является школа по теории передачи информации, основанная в конце 50-х гг. Н.Н. Бугой, который в своих работах обобщил теоретические основы статистической теории связи в направлениях разработки моделей электрических сигналов и информационных каналов. В этой области в дальнейшем вели свои исследования Е.В. Митряев, В.В. Деев, А.В. Кузичкин, В.А. Григорьев, К.Ю. Цветков и их ученики.

Е.В. Митряевым разработана теория и методы повышения качества передачи информации в системах связи, телеметрии и управления подвижными объектами. В заслугу А.В. Кузичкина входит создание теории, принципов, моделей, методов поиска и синхронизации сигналов с использованием акустооптических и акустоэлектронных устройств для космических систем связи. В.А. Григорьев предложил методы адаптивной комбинированной обработки сигналов в этих системах для обеспечения требуемого уровня их помехозащищенности, а К.Ю. Цветков разработал теорию оптимальных систем передачи сложных дискретных сигналов.

Важные исследования выполнены научной школой автоматизированной обработки и анализа информации о состоянии космических объектов, основанной В.Б. Мальцевым и А.К. Дмитриевым. Основным научным направлением школы являлась разработка унифицированных программных комплексов обработки и анализа измерительной информации на базе перспективных вычислительных средств для всех этапов жизненного цикла ракет и КА. Созданный на базе этих исследований конкретный комплекс позволяет в течение одного-двух месяцев поставить на автоматизированное обслуживание любой из находящихся на вооружении объектов РКТ.

Научная школа по проблемам надежности и эксплуатации средств связи и АСУ была основана в начале 60-х гг. Н.М. Седякиным. Разработанная им теория случайных импульсных потоков явилась базой для многих прикладных вопросов радиотехники. Он сформулировал закон сохранения ресурса, открывший широкие возможнос-

ти по повышению эффективности и снижению затрат на испытания элементов радиоэлектроники. В дальнейшем ведущая роль в развитии этой школы принадлежала Г.И. Владимировичу, А.Я. Маслову, В.А. Смагину, В.А. Зеленцову, А.Н. Миронову и их ученикам. В исследованиях Г.И. Владимировича основное внимание было уделено экономическим аспектам эксплуатации, оптимизации систем управления запасами, синтезу систем материально-технического обеспечения, снижению затрат на эксплуатацию. С его активным участием была создана секция по проблемным вопросам теории надежности при Ленинградском Доме ученых, бессменным председателем которой он был в течение многих лет.

Н.М. Седакиным и Г.И. Владимировичем был издан один из первых в нашей стране учебник по надежности радиоэлектронной аппаратуры. В заслугу А.Я. Маслова входит разработка теории оптимизации бортовой аппаратуры КА по критерию максимума надежности, а также методов совершенствования эксплуатации РКТ на основе применения гибких стратегий технического обслуживания.

Основное направление исследований В.А. Смагина связано с анализом и обеспечением надежности вычислительных средств систем РКТ, а В.А. Зеленцова – с разработкой теоретических основ синтеза систем эксплуатации комплексов связи и управления КА.

В ходе работ по данной проблематике специалистами школы внедрены в практику проектирования и эксплуатации КА перспективные методы построения электронных схем и устройств, оптимизации аппаратуры по критериям надежности. За время сотрудничества школы с предприятиями-разработчиками сроки активного существования КА увеличились с нескольких месяцев до 3–5 лет, а отдельных образцов – до 7–10 лет.

В 1968 г. в Академии была создана кафедра боевой эффективности и прикладной математики, коллектив которой имел свою плеяду талантливых ученых в области военной кибернетики и математических методов исследования операций. Большой вклад в развитие этой области внесли профессора кафедры Р.М. Юсупов, А.Я. Иоффе, Г.Б. Петухов, Р.Н. Ефремов и другие сотрудники.

Члену-корреспонденту РАН Юсупову Р.М. принадлежит ведущая роль в разработке методов теории чувствительности, теории идентификации, теории испытаний. Он является основателем и руководителем научных школ «Методы создания систем искусственного интеллекта» и «Теория моделирования применения ракетно-космической техники и чувствительности военных информационно-управляющих систем». Труды Р.М. Юсупова по теории чувствительности широко известны в нашей стране и за рубежом.

А.Я. Иоффе разработал теоретические основы и модели исследования эффективности двусторонних военных действий с применением военно-технических систем. Им получены важные результаты по аналитическому оцениванию векторных показателей эффективности боевых действий, оптимизации состава сил и средств с учетом влияния случайных факторов.

Известный ученый в области прикладной кибернетики Г.Б. Петухов основал и возглавил научную школу «Системные исследования качества целенаправленных систем и эффективности целенаправленных процессов», которая получила широкое признание научной общественности и составила научные основы прикладных методов проектирования и совершенствования систем вооружения и космической техники. Внедрение этих методов позволило разработать концепции и методологические основы внешнего проектирования систем информационного и операционного геофизического обеспечения войск. Р.Н. Ефремову принадлежит заслуга в разработке пространственно-временных математических моделей функционирования больших военных систем в конфликтной ситуации.

Масштаб исследований в области кибернетики и информатики существенно расширился в связи с созданием в Академии факультета сбора и обработки информации. Первым начальником факультета в 1977 г. был назначен профессор Р.М. Юсупов. В этот период получили дальнейшее развитие и были созданы новые научные школы профессоров Е.Г. Логачева, С.И. Давыдова, Б.В. Титкова, Ю.Г. Ростовцева, доцента А.А. Яковлева.

А.Ф. Мелькановичем разработаны теоретические основы анализа и синтеза средств космического наблюдения оптического диапазона, методы компьютерного моделирования трехмерных сцен и автоматического распознавания объектов по их изображениям.

А.И. Замарин активно и плодотворно руководит научной школой анализа цифровых информационных потоков в условиях структурной и параметрической неопределенностей. Им разработана теория преобразования псевдослучайных сигналов и принципы их структурной идентификации. Важные для практики научные результаты получены И.М. Левкиным при исследовании процессов комплексной обработки космической информации и поиске путей повышения качества оптико-электронных и радиолокационных изображений.

А.Г. Сайбель в ходе исследования процессов радиоэлектронного контроля вскрыл новые закономерности в связях разностно-временных характеристик излучений с параметрами пространственного положения их источников, что позволяет повысить оперативность выполнения процедур параметрического синтеза систем контроля. Им предложено эквивалентное представление систем нелинейных уравнений в форме, позволяющей повысить эффективность инженерных расчетов.

Большой вклад в развитие технической базы радиоинформатики внесен трудами доцента В.И. Дикарева, заслуженного изобретателя РСФСР, автора более 700 изобретений, защищенных авторскими свидетельствами и патентами.

В исследованиях ученых Академии нашел отражение и эксплуатационный аспект развития кибернетики и информатики. Здесь обращают на себя внимание работы А.Н. Жигарева, В.К. Деткова, И.В. Лысенко и А.И. Птушкина, в которых получили дальнейшее развитие сетевые методы планирования и управления (СПУ) на основе как детерминированных, так и стохастических моделей. Эти работы были посвящены оптимизации структуры и параметров эксплуатационных процессов. Методика оптимизации сетевых моделей на основе метода динамического программирования была распространена и на многопроцессорные вычислительные системы.

На основе результатов научно-практических исследований, выполненных совместно с ведущими предприятиями космической отрасли, Академия активно участвовала в разработке концепции управления техническим состоянием космических стартовых комплексов и внедрении новой ресурсосберегающей технологии их эксплуатации. В 2000 г. представители научной школы мониторинга жизненного цикла и современных технологий эксплуатации ракетно-космических комплексов профессора В.Е. Прохорович, В.Л. Гузенко, А.Н. Миронов, М.М. Пеньков и В.И. Горюнов в составе авторского коллектива, руководимого Генеральным конструктором КБОМ профессором Барминым И.В., были удостоены премии Правительства РФ в области науки и техники.

В результате обобщения многолетнего опыта педагогической деятельности и научных работ, направленных на совершенствование содержания и методики подготовки специалистов для эксплуатационных подразделений, в Академии создан цикл научных и учебно-методических трудов «Разработка и реализация концепции подготовки специалистов по эксплуатации комплексов космических средств в образовательных учреждениях высшего профессионального образования». В 2006 г. авторский коллектив цикла трудов в составе профессоров Гранкина Б.К., Звягина В.И., Полякова А.П., Птушкина А.И.,

доцентов Савченко В.И., Шаповалова Е.Н., Жигилея В.С., Сечкина А.С., Румянцева Б.И. и Трудова А.В. удостоен премии Правительства РФ в области образования.

Работы системно-кибернетического характера в области управления эксплуатацией явились основой открытия в Академии ряда новых специальностей подготовки и внедрения современных информационных технологий в практику эксплуатации космической техники.

За шесть десятилетий ученые Академии внесли существенный вклад в становление и развитие научных исследований в области кибернетики и информатики. Многие из полученных в академии научных результатов были положены в основу решения актуальных проблем создания и совершенствования авиационной, ракетной и космической техники. Внедрение научно обоснованных технических решений в практику проектирования, производства и эксплуатации информационно-кибернетических систем обеспечило повышение обороноспособности страны и содействовало развитию народного хозяйства.

Плодотворные результаты научных работ в области кибернетики и информатики существенно повлияли на развитие образовательного процесса Академии. Были открыты новые специальности подготовки, сформированы новые структурные подразделения и кафедры, изданы десятки востребованных учебников и учебных пособий по информационно-кибернетическому профилю подготовки специалистов для Военно-воздушных сил, Ракетных войск стратегического назначения и Космических войск.

Выдающиеся ученые в области кибернетики и информатики, работавшие в Академии в 40-е–90-е гг. прошлого столетия, в дальнейшем возглавляли ведущие научные учреждения страны. Академик Е.П. Попов был Председателем Секции прикладных проблем при Президиуме АН СССР; член-корреспондент АН СССР В.И. Сифоров руководил Институтом проблем передачи информации; член-корреспондент АН СССР С.С. Лавров был директором Института теоретической астрономии РАН; доктор технических наук, профессор В.М. Пономарев был первым директором основанного в 1978 г. Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН, которым с 1991 г. руководит член-корреспондент РАН Р.М. Юсупов.

В настоящее время в рамках научно-педагогических школ кибернетики и информатики сотрудники Академии продолжают вести исследования по актуальным проблемам развития и совершенствования процессов управления и информационного обеспечения орбитальных и наземных комплексов.

* * *

© Михайлов Б.Г., Петухов В.Е.,
Александров А.М.

ФГУП «НПО «ИМПУЛЬС» И ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

В нашей стране 24 апреля 1961 г. произошло событие, которое в потоке грандиозных событий, имевших место в то время у нас и за рубежом, казалось столь незначительным, что на него практически никто не обратил внимания. Но именно оно позднее оказало огромное и даже, в некотором смысле, решающее влияние на обеспечение стратегической безопасности нашей страны и мира во всем мире. Именно в этот день вышло Постановление Правительства РСФСР № 1862-РС об организации Опытного-конструкторского бюро в недрах Ленинградского политехнического института имени М.И. Калинина. Долгое время это Опытно-конструкторское бюро именовалось кратко: ОКБ ЛПИ; позже оно было преобразовано в научно-производственное объединение «ИМПУЛЬС», известное сегодня во всем мире.

То были годы, когда Советский Союз, благодаря огромному прогрессу в ракетной технике, стал пионером в области освоения космического пространства, создав первые искусственные спутники Земли и первым запустив человека в космос. Достижения в ракетной технике и технологиях заложили также основу для создания Ракетных войск стратегического назначения (РВСН), которые обеспечили надежную ракетно-ядерную защиту нашей страны. Эффективное управление такими сложными объектами было бы невозможно без использования достижений современных информационных технологий в области автоматизации управления. Для разработки таких технологий и создания систем автоматизированного управления сложными объектами и было организовано ОКБ ЛПИ.

ОКБ образовалось не на пустом месте. Еще в 1949 г. в Политехническом институте была создана не совсем обычная для того времени кафедра «Математические и счетно-решающие приборы и устройства», которую в 1952 г. возглавил профессор, доктор технических наук Тарас Николаевич Соколов. Под его руководством были выполнены научные, технические и конструкторские работы по созданию первых в стране оригинальных цифровых вычислительных машин (ЦВМ), на базе которых была создана система измерения траекторных параметров первых искусственных спутников Земли, а в дальнейшем и пилотируемых космических аппаратов. Триумфом этих работ было обеспечение полета первого космонавта Ю.А. Гагарина. (Очень интересная информация об этих и других пионерских работах была собрана В.С. Тарасовым и опубликована в его книге «Стремительный взлет: Становление и развитие научной школы профессора Т.Н. Соколова», вышедшей в свет в издательстве СПбГПУ в 1995 г.)

Одна из основных особенностей разработанных в Ленинградском политехническом институте ЦВМ состояла в том, что для их построения была использована оригинальная элементная база на основе ферритовых элементов, разработанная на кафедре. А главным преимуществом этой элементной базы была ее уникальная надежность. Устройства и системы, разработанные и изготовленные с ее применением, отличались

высокими надежностными показателями и успешно эксплуатировались в течение многих лет. Это обстоятельство явилось основой дальнейших успехов коллектива.

Другой составной частью успехов коллектива кафедры было активное привлечение к работам талантливой молодежи, студентов старших курсов и выпускников кафедры. Их молодой задор, талант, знания, дополненные энтузиазмом и самоотверженностью, вместе с опытом старших товарищей обеспечили претворение в жизнь результатов научно-технических исследований, полученных на кафедре.

На базе именно этого творческого коллектива, сформировавшегося в рамках проблемной лаборатории, и было организовано Опытно-конструкторское бюро Ленинградского политехнического института имени М.И. Калинина. Днем рождения ОКБ считается 26 декабря 1961 г., когда министр 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 Т.Н. Соколова.

Все прошедшие годы ОКБ постоянно развивалось и совершенствовалось, адекватно реагируя на задачи, которые ставились перед ним. С течением времени предприятие превратилось из сравнительно небольшого на начальном этапе своей деятельности вузовского ОКБ в мощное Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное объединение «ИМПУЛЬС». А задачами, успешное выполнение которых служило мощным стимулом для развития предприятия, явились проблемы автоматизации управления только что родившимися Ракетными войсками стратегического назначения.

Именно создание АСУ РВСН нескольких поколений определило и определяет профиль предприятия. С точки зрения принципов технической реализации можно выделить два принципиальных этапа создания этих систем: системы, в основе которых лежат аппаратные методы построения звеньев на базе надёжных ферритовых элементов (60–70 гг. XX в.) и системы, в основе которых лежат аппаратно-программные методы построения звеньев на базе интегральных микросхем различной степени интеграции и программного обеспечения (80–90 гг. XX в. – начало XXI в.). На всех этапах создания каждого поколения системы проводились широкие системные исследования, в ходе которых был решен большой комплекс сложных научно-технических и организационных проблем. В результате сформировалась особая отечественная научно-техническая школа в области больших систем, многие результаты которой намного опередили свое время. Одним из «побочных» результатов этой школы, в частности, было несколько десятков кандидатских и докторских диссертаций, успешно защищённых сотрудниками предприятия.

Полученные исследователями и разработчиками решения обеспечили:

- практически абсолютную надежность системы;
- сохранение ее работоспособности при частичных отказах (свойство, которое в дальнейшем получит название «отказоустойчивость»);
- гарантированную защиту информации от различных воздействий;
- уникальные вероятностно-временные характеристики передачи информации;
- способность развития системы;
- высокие эксплуатационные характеристики системы.

Многолетняя эксплуатация систем показала высокую эффективность принятых технических решений. В течение всего срока непрерывной эксплуатации системы не было зафиксировано ни одного случая её отказа. Например, даже внезапное отключение центрального командного пункта (ЦКП) РВСН от сети электропитания (о таком факте сообщалось в СМИ) не привело к остановке управленческого звена, которое автоматически перешло на резервное электропитание с сохранением всей информации и вычислительного процесса.

К настоящему времени НПО «ИМПУЛЬС» совместно с кооперацией разработало и сдало в эксплуатацию несколько поколений автоматизированных систем управления стратегическими ядерными силами страны, обеспечивших надёжное управление этими силами, гарантирующими надёжный ракетно-ядерный щит страны. Полученные результаты ставят разработчиков АСУ РВСН в один ряд с разработчиками стратегических ракетных комплексов, эффективное управление которыми оказалось возможным лишь с помощью указанной системы.

За заслуги в создании, освоении производства этих систем предприятие награждено орденом Трудового Красного Знамени, Тарасу Николаевичу Соколову было присвоено звание Героя Социалистического труда; около 500 сотрудников предприятия награждены орденами и медалями, некоторые из них стали Лауреатами Ленинской и Государственной премий. Много интересных сведений об истории, становлении и сегодняшнем дне предприятия собрано в выпущенных в свет издательством СПбГУ публикациях: Петухов В.Е., Жуков В.А. и др. «К истории становления «ядерной кнопки» России» (2003); Яшин А.М., Жуков В.А. «АСУ ракетных войск – дитя ОКБ Ленинградского политехнического института» (2006).

Накопленный научно-технический потенциал НПО «Импульс» успешно использовался для выполнения работ не только в интересах Министерства обороны страны. В разные годы коллектив объединения активно участвовал в решении задач и для других отраслей народного хозяйства, в достаточно крупных размерах развернул конверсионную деятельность. В настоящее время НПО «ИМПУЛЬС» включает в себя ОКБ, в котором работает большой коллектив высококвалифицированных специалистов в области информационных технологий; опытный завод, способный выпускать продукцию по полному циклу производства; стендовое оборудование; современную вычислительную технику и другое оборудование. Деятельность предприятия охватывает сегодня широкий круг научно-технических исследований в области автоматизированных систем управления различными объектами, разработку и реализацию системных проектов, технических средств и программного обеспечения, испытания и ввод оборудования в эксплуатацию, авторский и гарантийный надзор (На рубеже тысячелетия или «Импульс» вчера, сегодня, завтра / Ред. Михайлов Б.Г., Шпагин С.В., Петухов В.Е. СПб., 2001).

Отличительной особенностью объединения являются создаваемые им оригинальные системные, технические и программные решения, обеспечивающие уникальную надёжность и безопасность функционирования территориально-распределённых информационных и управляющих систем, их высокие вероятностно-временные характеристики и эксплуатационные показатели. Накопленный десятилетиями на предприятии опыт разработок привёл к созданию собственной технологии разработки систем, обеспечивающей максимальную унификацию системных аппаратных и программных средств.

Сегодня НПО «ИМПУЛЬС» – одно из немногих государственных предприятий, которое в сложных социально-экономических условиях остаётся ведущим в области создания глобальных информационных и управляющих систем.

* * *

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОАО «НПП «РАДАР ммс»

В зарубежном науковедении уже давно используется очень хорошее понятие невидимый (виртуальный) колледж или университет, объединяющий разнесенных во времени и по пространству специалистов, связанных единой исследовательской программой. Чаще всего, в качестве объединяющего начала для такого колледжа выступают какое-либо авторитетное научное периодическое издание или яркие специалисты – основатели соответствующих научных школ и школ-разработчиков. Организаторы подготовки настоящего сборника попросили написать историю разработок и исследований, выполненных в рамках исследований по кибернетике, проводимых на предприятиях, которые имели отношение к нынешней холдинговой компании «Ленинец». Задача эта для меня – заместителя Генерального директора по научной работе Открытого акционерного общества «Научно-производственное предприятие «РАДАР ммс» (ОАО «НПП «РАДАР ммс»), насчитывающего сегодня около 1500 человек и успешно функционирующего в наше непростое для «оборонки» время – не подъемна, если требовать полного освещения соответствующих событий. Нет просто тех временных ресурсов, которые требуются на проведение такого серьезного исторического исследования, а, кроме того, разрушительные для отечественного оборонного комплекса пертурбации, свершившиеся с ним за последнее время, практически исключили сегодня всякую возможность работы с когда-то закрытыми (причем, очень!) материалами, сопровождавшими проведение разработок в то время, когда мир в военном отношении был двуполярным. А в том, что мы тогда могли успешно парировать вызовы в гонке вооружений, не последнюю роль сыграла отечественная кибернетика.

И вот тогда я и вспомнил о виртуальном колледже, в опять же виртуальных «стенах» которого я фактически все свои зрелые годы работал, в том числе и в «Ленинце». Этот колледж формировался, конечно, всей мировой кибернетикой. Естественно, «Введение в кибернетику» У. Росс Эшби, сборник статей К. Шеннона «Работы по теории информации и кибернетике» и многие другие «импортные» книги и статьи (особенно в «Кибернетическом сборнике» старой и новой серии) были многими из нашего поколения прочитаны от корки до корки, да еще и по нескольку раз. Конечно, мы знали, что делалось в то время в ведущих научных школах по кибернетике Москвы, Киева, Минска, Томска, Новосибирска, Риги и других городов поистине необъятной тогда нашей страны. Однако, учитывая тематику настоящего издания, придется сузить пространство виртуального колледжа до Ленинграда–Санкт-Петербурга. (Автор убежден, что петербургская наука как общественный феномен имеет очень привлекательную специфику.¹) Речь в настоящей статье пойдет только о тех его «подразделениях» и о том сопутствующем его существованию информационном пространстве (из материалов статьи будет видно, что ОАО «НПП «РАДАР ммс» стремится быть далеко не последним на «кибернетическом» информационном пространстве), с которыми имен-

¹ Сарычев В.А. Станет ли петербургская наука петербургской // Труды Санкт-Петербургской инженерной Академии. Вып. 1. СПб, 1996.

но я в процессе своей трудовой деятельности взаимодействовал. Итак, к величайшему моему сожалению, вместо серьезного исторического, очень нужного нашей стране да и мировой кибернетической науке, исследования, получатся всего лишь воспоминания, априори страдающие субъективизмом в отношении отбора материала и источников. Вместе с тем, я попытаюсь в рамках доступных мне материалов все-таки провести мало-мальски серьезный и объективный анализ полученных «вокруг меня» результатов кибернетических исследований, а также значимых, на мой взгляд, публикаций в этой области. Дабы не перегружать изложение, буду стараться, по-возможности, не касаться деятельности тех учреждений кибернетического профиля, история которых, наверняка, будет серьезно представлена в настоящем издании, включая, конечно, прежде всего вузы нашего города.

Начну с «кибернетического» анализа предприятия ОАО «НПП «РАДАР ммс», на котором я сейчас работаю и которое долгое время до 2000 г. было одним из подразделений холдинговой компании «Ленинец». Подробные исторические материалы о предприятии можно найти в двух томах подготовленного к его 55-летию юбилейного издания (вышло в свет под редакцией Генерального директора – Генерального конструктора предприятия Г.В. Анцева), а также почерпнуть из ряда публикаций в других изданиях.²

ОАО «НПП «РАДАР ммс» ведет свое начало с 1950 г., когда 17 января Приказом МПСС на основании Постановления Совета Министров СССР от 11 января 1950 г. было организовано ОКБ-275. Задачей этого вновь созданного ОКБ было доведение до серийного производства систем ближней навигации и слепой посадки самолетов, а также монтаж и наладка указанных радиосистем на гражданских и военных аэродромах СССР и зарубежных стран, куда поставлялись отечественные самолеты. Вся эта продукция была характерной в те годы при реализации результатов, полученных в рамках кибернетических исследований.

В период с 1950 по 1970 г. были смонтированы, построены и введены в эксплуатацию свыше 155 систем слепой посадки на аэродромах СССР и зарубежных стран. Опыт массовой эксплуатации систем слепой посадки самолетов позволил осуществить разработку наземных систем нового поколения, таких как «Корректор», «Кросс», «Нефрит», «Нефрит-М» «ИП-3Г-4», «КПК-3». Эти системы серийно выпускались на заводе «Россия» в Ленинграде. Внедрение этих систем посадки в эксплуатацию обеспечило автоматическую стабилизацию положения и ширины зон глиссадного и курсового радиомаяков, автоматическое переключение основного работающего комплекта радиомаяка на запасной при аварии, соответствующую индикацию и управление с командного диспетчерского пункта, работу радиомаяков без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

За период с 1953 по 1964 г. на предприятии разрабатывались также автоматические УКВ радиопеленгаторы различного назначения, которые были размещены на всех гражданских и военных аэродромах СССР. В этот же период в ОКБ была разработана и аппаратура документирования, контроля и тренажа для автоматизированных систем управления командных пунктов, а также ряд автоматизированных пультов контроля бортового оборудования для различных типов летательных аппаратов.

Вплоть до 1988 г. основной номенклатурой продукции ОКБ и тех предприятий, для которых ОКБ было «системообразующим» в процессе проведения всевозможных реорганизаций, являлись автоматизированные системы контроля (АСК), причем, как наземных (НАСК), так и бортовых (БАСК) комплексов. Для НАСК «Готовность», «Плутон» была разработана специализированная помехоустойчивая ЭВМ и унифици-

² 55 лет на службе Отечеству и По пути прогресса – к новым достижениям. СПб.: ОАО «НПП «РАДАР ммс», 2005.

рованный набор низкочастотных и высокочастотных автоматических измерительных и стимулирующих устройств. С помощью АСК «Дон», например, проводился контроль и регламентные работы крылатой ракеты. Затем были «Уран-Т», «НАСК 1-1», «Готовность-1» и «НАСК-1-3». Подобные канонические для кибернетики разработки впоследствии были продолжены в «Ленинце», где были созданы «БАСК-124МУ» – бортовой информационной системы «БИС-70» для среднего транспортного самолета АН-70, «БАСК-124» и «БАСК-225» для транспортных самолетов АН-124 и АН-225. Сформированный научно-технический задел позволил впоследствии создать также систему контроля за работой АЭС. В последние годы в ОАО «НПП «РАДАР ммс» создание систем самонаведения для высокоточного оружия всегда сопровождается разработкой и изготовлением соответствующей системы контроля, в том числе, в сигнальном «исполнении» имитирующей полет.

В целом, названные работы находились в русле развития радиоэлектроники. Благодаря микроминиатюризации и внедрению процессорной и микропроцессорной техники системы контроля становились более компактными (в смысле комплексирования, когда одна система «поглощала» в своей структуре большое число прежде самостоятельных устройств) и более унифицированными. Росла степень глубины контроля, принятие решений базировалось все больше на технологиях искусственного интеллекта, причем исходные данные для контроля получались при «обследовании» информационного канала в целом у контролируемой системы. Последнее обстоятельство и накопленный научно-технический задел заставили «Ленинец», а в наши дни и ОАО «НПП «РАДАР ммс» развертывать мощные комплексы для проведения разнообразных испытаний и проверок создаваемых радиоэлектронных информационных комплексов и систем. По существу, основные трудности при создании автоматизированных систем контроля состояли тогда, как раз в плоскости практической реализации «в железе и алгоритмах» идей кибернетики. Самым тяжелым было решение организационных задач, поскольку контрольная аппаратура создавалась несколькими организациями параллельно с основными разработками соответствующих изделий, а, кроме того, требовалось в единое целое сопрячь аппаратуру, созданную в различных организациях той огромной страны. К сожалению, опыт создания подобных систем автоматизированного контроля, успешно и долгое время эксплуатировавшихся в нашей стране и за рубежом, никак не зафиксирован «монографически» прежде всего, поскольку тогда контролируемая авионика (защищаемая определенными службами от чрезмерного любопытства) и соответствующая АСК представляли по существу неразрывное целое. Однако в те годы *«АСКи породили достаточно большое число успешно защищенных кандидатских диссертаций».*

В 1972 г. предприятие, правопреемником которого, является ОАО «НПП «РАДАР ммс», решением Министерства радиопромышленности было введено в состав института, ныне головного предприятия холдинговой компании «Ленинец». Поскольку на долгие годы история этого предприятия была тесно связана с объединением «Ленинец», более того, ОАО «НПП «РАДАР ммс» себя во многом считает продолжателем славной истории этого объединения, то рассмотрим теперь историю ОАО также с «кибернетических позиций». Здесь будут использованы материалы публикаций авторов Н.А. Кочешкова и А.А. Турчака, в частности, их книга «Очерки по истории холдинговой компании «Ленинец» (СПб., 2001).

Предприятия, вошедшие впоследствии в холдинговую компанию «Ленинец», переориентировались на радиолокационный профиль в соответствии со знаменитым Постановлением Государственного комитета обороны СССР (ГОКО) от 4 июля 1943 г. «О создании Совета по радиолокации при ГОКО». С образованием этого Совета была выработана стратегическая линия в области разработки радиолокационной техники для всех видов Вооруженных Сил страны. В промышленности для реализации

Постановления началось создание или перепрофилирование заводов, КБ и научно-исследовательских институтов. Именно в это время родились в Москве институты под известными теперь названиями НИИ-17, ЦНИИ-108, КБ-1 и другие, сыгравшие весьма значительную роль в развитии радиолокации в стране. Воплощение некоторых разработок таких институтов «в серию» положили начало деятельности заводов, вошедших потом в «Ленинец» как именно радиолокационных предприятий.

В рамках реализации названного Постановления ГОКО были созданы заводы, которые стали в будущем базовыми для «Ленинца», и при образовании холдинговой компании имели названия «Ленинец», «Радиоприбор» и «Новатор». При каждом из этих заводов существовали ОКБ, задачей которых вначале было сопровождение разработок радиолокационной техники, передаваемой на заводы для серийного изготовления. В 1959 г. на базе ОКБ этих заводов был создан научно-исследовательский институт радиоэлектроники, который загрузил их своими самостоятельными разработками.

К концу 50-х гг. в оснащении ВВС страны наступил новый этап, связанный с дальнейшим развитием реактивной авиации и вооружением ее ракетами различного назначения и дальности действия. Это потребовало создания более совершенных бортовых радиоэлектронных комплексов и систем для дозвуковых, и особенно сверхзвуковых самолетов различного назначения, с возложением на такие комплексы все более сложных задач. Понятно с высоты сегодняшнего дня, что без кибернетического обеспечения бортовые радиолокационные системы никогда бы не смогли выполнить стоящие перед военной авиацией задачи. Фактически вся история «Ленинца» как радиолокационной фирмы состояла как раз в кибернетизации авиационных радиолокационных систем, а сегодня еще и в оснащении их искусственным интеллектом. На конец прошлого века холдинговая компания вела разработки авионики в интересах всех основных авиационных фирм страны. Радиоэлектронные, радионавигационные и радиолокационные комплексы и системы, разработанные компанией, размещались практически на всех отечественных гражданских и военных самолетах. Кроме того, разработки радиоэлектронных систем и комплексов велись и ведутся в интересах вертолетных и других фирм.

Компания «Ленинец» является сегодня также головным предприятием по созданию гиперзвуковых авиационных и космических систем. Практически любой обзор военной радиоэлектроники содержит сведения об изделиях предприятий, вошедших или находившихся в составе холдинговой компании, что говорит о правильности курса развития, определенного Постановлением ГОКО от 1943 г.

Вся многолетняя очень плодотворная деятельность предприятий, впоследствии объединившихся в холдинговую компанию «Ленинец», и самой этой компании говорит о том, что за последние 60 лет в нашей стране созрело мощное направление радиоэлектроники – радиолокационной кибернетики. Правда, такого названия нет в научно-технических публикациях – оно фактически растворилось в названии «радиолокационная системотехника». Такая замена слова кибернетика на системотехнику или системологию в названии той или иной синтетической научной дисциплины является весьма характерной, если только основные трудности в реализации полученных результатов связаны с воплощением кибернетической системы «в железе» (но – экономическая кибернетика, медицинская кибернетика и т. п.).

Наверное, все-таки не случайно история распорядилась так, что у истоков отечественной радиолокации стоял ученый, по существу еще и создатель отечественной кибернетики, ее преданный апологет – академик АН СССР, инженер-адмирал, Герой Социалистического труда, Лауреат Золотой медали имени А.С. Попова Аксель Иванович Берг.

Следуя логике члена-корреспондента АН СССР С.М. Рытова (который в отношении также синтетической науки радиофизики выделил два направления сформирован-

ной им научной дисциплины – «радио для физики» и «физика для радио»³), в радиолокационной кибернетике можно также определить два направления – «кибернетика для радиолокации» и «радиолокация для кибернетики». В рамках этой дихотомии и будут в этой статье классифицироваться выполненные в холдинговой компании «Ленинец» и в ОАО «НПП «РАДАР ммс» исследования и разработки по радиолокационной кибернетике (системотехнике или системологии).

Напомню также, что отечественная радиолокация зарождалась именно в Ленинграде. Первоначально радиолокация как научная идея была сформулирована академиком Абрамом Федоровичем Иоффе. В начале 30-х гг., работая в Ленинградском физико-техническом институте (ЛФТИ) – знаменитом физтехе – А.Ф. Иоффе сумел организовать научную разработку и реализацию идеи импульсной радиолокации. Эти идеи было выдвинуты в 1932 г. научным сотрудником Ленинградского электрофизического института П.К. Ощепковым. Идея овладела военными, и 16 января 1934 г. в ЛФТИ под председательством А.Ф. Иоффе состоялось совещание, на котором представители ПВО РККА поставили задачу обнаружения самолетов на высотах до 10 км и дальности до 50 км в любое время суток и любых погодных условиях. К исследованию была привлечена небольшая группа специалистов. В их число входили член-корреспондент АН СССР Дмитрий Апполинариевич Рожанский и будущий академик АН СССР Юрий Борисович Кобзарев, получившие за свои выполненные исследования только что введенную тогда Сталинскую премию. И уже в 1936 г. было начато оснащение советских Вооруженных Сил импульсными радиолокаторами. Успех ленинградских физиков позволил нашей оборонной промышленности в 1936–1938 гг. наладить выпуск первых радиолокаторов, не отставая в этом от своих конкурентов в Германии, США и Великобритании. Созданная под руководством Ю.Б. Кобзарева в 1939 г. по заказу ПВО импульсная РЛС «РЕДУТ» была успешно испытана под Севастополем и летом 1940 г. принята на вооружение войск ПВО. Станция получила название радиоприемно-управляющая самолетов (РУС). ВМФ в апреле 1940 г. выдал задание на разработку ее корабельного варианта «РЕДУТ-К», единственный экземпляр которой был изготовлен к началу Великой Отечественной войны и установлен на крейсере «Молотов». Войну наша страна встретила с несколькими РЛС «РУС-1» и «РУС-2» и этой корабельной станцией. В массовом количестве радиолокаторы (радары) появились в 40-х гг. и обязаны своему появлению военным, прежде всего авиации и морскому флоту, и далеко не последнюю роль в таком массовом появлении сыграли предприятия «Ленинца».

Вплоть до 1960 г. в нашей стране был период создания собственной радиолокационной индустрии, как впрочем, и кибернетики. В этот период развития очень трудно в выполненных разработках выделять два отмеченных выше направления «кибернетика для радиолокации» и «радиолокация для кибернетики». Имевшаяся компонентная база и достигнутый уровень радиоэлектроники не позволяли тогда в рамках радиолокационных систем проявляться структурно независимо кибернетике и радиолокации, да и роль программного обеспечения еще тогда всерьез не проявлялась. Радиолокационная специфика полностью определяла тогда проблематику и характер задействованных приложений кибернетики – было достаточно трудно разглядеть в тех или иных реализуемых в радиолокационной системе процедурах собственно «кибернетический фундамент». Однако сами созданные радиолокационные системы сразу же без каких-либо натяжек могли называться каноническими объектами кибернетики. Так, в этот период предприятиями, впоследствии объединенными в холдинговую компанию «Ленинец», были созданы бомбоприцел «РБП-4» (Главный конструктор Лауреат Сталинской премии В.С. Дехтярев); радиолокационно-оптическая навигационно-бомбардировочная система «Рубин» (Главный конструктор впоследствии Лауреат Ленинской премии

³ Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Ч. 1. Случайные процессы. М.: Наука, 1976.

и дважды Лауреат Сталинской премии В.И. Смирнов); радиолокационная система управления ракетами класса воздух-поверхность «Рубикон» (Главные конструктора В.И. Смирнов и Лауреат Ленинской и Государственной премий А.Н. Амромин); радиовзрыватели «Е-801» и «Е-802» (Главные конструкторы В.С. Дехтярев и впоследствии Герой Социалистического труда А.М. Громов); радиолокационная система тактического бомбометания «Сигнал» для самолетов фронтовой авиации (Главный конструктор Лауреат Сталинской премии В.С. Шунейко); радиолокационная система точного бомбометания «Лотос» для самолетов фронтовой авиации (Главный конструктор В.А. Гудков); семейство радиолокационных станций предупреждения столкновений и навигации РПСН «Эмблема» для самолетов гражданской и транспортной авиации (Главный конструктор впоследствии Герой Социалистического труда, Лауреат Государственной премии В.Л. Коблов); система тактического бомбометания «Сигнал» (Главный конструктор В.С. Шунейко); пассивные радиолокационные системы наведения воздух-воздух «РГС-7» и «РГС-8» (Главный конструктор Н.И. Маркелов). Конечно, кроме таких «кибернетических» радиосредств, на предприятиях в те годы создавались и классические радиолокационные системы (РЛС), которые входили в контур управления летательным аппаратом (самолетом или вертолетом), а также его оружием.

Хочется обратить внимание на тот факт, как щедро в то и в последующее время советское государство награждало работников оборонного комплекса, тем более, что Сталинские, Государственные и Ленинские премии сопровождалось, как правило, награждениями других участников разработок орденами и медалями. Такую практику оценки инженерного труда следует только всячески приветствовать. Если мы не можем сегодня в должной мере и правильно финансировать науку, то нужно, по крайней мере, повышать ее престиж, что не требует мощных капиталовложений. Необходимо, чтобы власть столь же полюбила научных работников и инженеров, как она сегодня обхаживает работников искусства и политиков. Очень умиляет нынешнее внимание властей к артистам, которые когда-то много лет назад снялись несколько раз в кино, к деятелям шоу-бизнеса, к политикам, но почему-то успешно работающие сегодня ученые, руководители производства фактически выпадают из «наградной обоймы». И уж, конечно, ведущий работник оборонного комплекса должен хоть как-то приблизиться к пенсионному обслуживанию госслужащих. Может быть, хоть это остановит сегодняшнюю фактически безудержную штамповку государством лиц с учеными степенями и званиями из среды чиновников и бизнесменов, когда их ежегодный «прирост» стал выше, чем в советские времена, когда отечественная наука реально развивалась и активно поддерживалась.

В те годы в Ленинграде одна из влиятельных научных школ по радиолокации, действующая причем именно на стыке с кибернетикой (в рамках отмеченного выше направления «кибернетика для радиолокации»), очень успешно функционировала в Военной инженерной краснознаменной академии им. А.Ф. Можайского. Указанный кибернетический характер обусловлен был тем, что ее создатели и апологеты в это время активно участвовали в разработке соответствующего радиолокационного обеспечения для авиации. Такие ученые «Можайки» как В.Е. Дулевич, А.А. Коростелев, Ю.А. Мельник, С.Г. Зубкович и другие неоднократно упоминаются в числе равноправных создателей тех или иных образцов военной техники. Венцом их деятельности стали книги, у которых и сегодня очень высокий индекс цитируемости. Это прежде всего вышедшие в свет в московском издательстве «Советское радио» работы: «Радиолокационные станции с синтетизированной антенной» Н.И. Буренина (1972); «Теоретические основы радиолокации» под редакцией В.Е. Дулевича (1978); «Космические траектории измерения» Агаджанова П.А., Дулевича В.Е. и Коростелева А.А. (1986); «Пространственно-временная теория радиосистем» А.А. Коростелева (1987) и «Радиолокационные мето-

ды исследования Земли» под редакцией Ю.А. Мельника (1980). Лидером этой школы В.Е. Дулевичем была сделана интересная попытка непосредственно вовлечь теорию информации в анализ радиолокационного канала; в 1970 г. в издательстве ЛВИКА им. А.Ф. Можайского вышла его монография «Информационные свойства радиолокационных систем». А один из ярких представителей школы Н.Ф. Клюев на несколько лет опередил западных ученых в создании технологии цифровой обработки и фильтрации. Его работа «Обнаружение импульсных сигналов с помощью накопителей дискретного действия» впервые была опубликована еще в 1963 г.

В 1984 г. А.В. Петровым и А.А. Яковлевым в рамках этой радиолокационной школы была выпущена сугубо кибернетическая книга: «Анализ и синтез радиотехнических комплексов» (М.: Радио и связь), в которой сделана интересная попытка, отталкиваясь от опыта создания радиолокационных систем, распространить его на любые сложные радиоэлектронные комплексы (усилие в рамках направления «радиолокация кибернетике»).

Сегодня кафедра радиолокации Академии трансформировалась в кафедру космической радиолокации и радионавигации, она стала проводником космических технологий для управления войсками. Для проведения занятий со слушателями в этой Академии запущена система спутников «Можаяец». Здесь видится полная преемственность с «космической» деятельностью основателей этой кафедры и соответственно школы по радиолокации.

Многие работники «Ленинца» – выходцы из «Можайки». Я убежден, что в настоящей книге будут обязательно специальные материалы, отражающие вклад ученых Академии, ныне Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского, в развитие отечественной кибернетики, а потому здесь речь идет только о радиолокационном направлении.

Кроме этой научной школы, с предприятиями «Ленинца» очень активно сотрудничала другая научная школа по радиолокации – московская ВВИА им. Н.Е. Жуковского, возглавляемая лауреатом Государственной премии, Заслуженным деятелем науки и техники, генерал-майором авиации, одним из изобретателей синтезированного антенного раскрытия Г.С. Кондратенковым. Упоминание московской Академии в этой принципиально «питерской» статье связано с тем, что ОАО «НПП «РАДАР ммс» сегодня имеет в этой Академии функциональное подразделение, где работает Геннадий Степанович со своими учениками.

Работы школы Г.С. Кондратенкова и ОАО НПП «РАДАР ммс» позволяют сделать вывод о том, что направление «кибернетика для радиолокации», ориентирующееся на использование для задач управления только кинематической (координатной) информации о радиолокационных целях, достигло сегодня пика своего развития. Здесь под кинематическими (то есть связанными с движением) характеристиками объектов наблюдения понимаются: факт наличия цели, ее дальность, угловые координаты, угловые и линейные скорости и ускорения. Этим характеристикам противопоставляются некинематические, связанные с оцениванием типа, класса объекта, его размеров, электрофизических свойств поверхности, структурных свойств, динамики движения составляющих распределенной цели, степени опасности и т. п.

Из питерских вузовских кибернетических научных школ хотелось бы специально отметить те из них, которые в указанном виртуальном университете радиолокационной кибернетики были математическими «институтами». Начать хотелось бы с влиятельной научной школы члена-корреспондента РАН В.А. Якубовича (автора леммы Якубовича – Калмана) по адаптивным системам. Хочется также отметить, что один из представителей этой школы А.Л. Фрадков делает сегодня очень большое и нужное дело – организует Санкт-Петербургские олимпиады для школьников по кибернетике. Конкретные научные результаты этой научной школы позволили выделить класс

адаптивных систем из систем, которые относятся к канонической прерогативе теории автоматического управления и, вообще говоря, должны были остановить рассуждения типа «адаптация – это приспособление системы к изменяющимся внешним условиям». К несомненным достоинствам этой научной школы следует отнести пропаганду дискретных методов описания кибернетических систем – все публикации этой школы изначально были «цифровыми».

Направление систем автоматического управления и адаптивных систем (как в формулировке В.А. Якубовича, так и в «расширительном» смысле) долгое время имело достаточное большое число апологетов в Ленинграде.

Научно-исследовательский институт «Ленинца» в конце 70-х гг. очень заинтересовался работами ЛИАПа (ныне ГУАП) по пространственно-временной фильтрации, обеспечивающей помехозащищенность РЛС при комбинированном действии на нее источников помех. Для внедрения соответствующих результатов, полученных в рамках научной школы тогдашнего ректора института А.П. Лукошкина, на территории ЛИАПа была создана межотраслевая лаборатория от «Ленинца». Впоследствии директором института В.А. Потехиным, ученым секретарем «Ленинца» Г.Х. Бурдо и заведующим аспирантурой М.И. Селяковым вокруг этой лаборатории была создана комплексная система подготовки научных и инженерных кадров, включавшая, кроме самой этой лаборатории, диссертационный совет по присуждению степеней доктора и кандидата наук, докторантуру и аспирантуру, базовые кафедры в вузах, школы физико-математического профиля, Дом пионеров Московского района. Уже тогда на «Ленинце» понимали необходимость участия промышленных предприятий в подготовке для себя кадров, причем начиная со средней школы.

Именно в рамках этой комплексной системы подготовки кадров была начата подготовка для «Ленинца» инженеров-программистов. Хочется также отметить, что в последнее время стараниями уже Государственного электротехнического университета (СПбЭТУ) была обнаружена преемственность технологий, использующих нейронные сети, с методами пространственно-временной фильтрации. Кроме того, в том же университете удалось увидеть в алгоритмах дискретного и быстрого преобразований Фурье технологии нейронных сетей.

Разработчики сложных информационных систем прекрасно знают научную школу А.С. Шалыгина и Ю.И. Палагина, уже долгие годы занимающуюся моделированием многомерных сигналов и полей. Результаты, полученные этой научной школой, успешно использовались в холдинговой компании «Ленинец» и в ОАО «НПП «РАДАР ммс» при имитационном моделировании радиолокационного канала, формируемого подвижным носителем РЛС.

Создание как теории, так и систем радиовидения, проходило при непосредственном участии специалистов «Ленинца» и ОАО «НПП «РАДАР ммс». Своими многочисленными публикациями, как бы мы сейчас сказали, в ВАКовских изданиях и яркими выступлениями на научно-технических конференциях высокого уровня запомнились специалисты по радиовидению Б.Я. Фриде и Б.С. Муша. Если первый занимался исследованиями в рамках традиционного «фурьевского» направления синтеза антенного раскрытия, то второй пошел по совершенно оригинальному пути. Б.С. Муш представил процедуру синтеза антенного раскрытия как получение в рамках некорректно поставленной задачи А.Н. Тихонова оценки функции отражающей (рассеивающей) поверхности из соответствующего интегрального уравнения. Трагедией их жизни было то, что им не удалось дожить до торжества цифровых технологий обработки радиолокационной информации. Свои результаты они проверяли на принципиально аналоговой технике с записью сигналов на аналоговых носителях и очень долго обрабатывали полученные результаты в лабораторных условиях. Здесь, к сожалению, не подоспело развиваться должным образом (как сейчас) направление «кибернетика для

радиолокации», точнее «инфология для радиолокации» со своими мощными процессорами, объединенными через соответствующие интерфейсы в высокопроизводительную архитектуру. Сколько бы они тогда смогли сделать для радиолокационной науки при их замечательной инженерной интуиции и работоспособности! Однако им, подвизникам радиовидения, все равно удавалось уверенно получать значительное улучшение разрешающей способности по азимуту из-за эффектов синхронизации.

Как уже отмечалось, начиналось создание систем радиовидения на «Ленинце» с работ В.М. Глушкова. В 1965 г. возглавляемый им коллектив приступил к созданию когерентной радиолокационной станции бокового обзора с вдольюзеляжной антенной большого размера. Созданные системы «Торос» и «Игла» нашли применение для решения широкого спектра народно-хозяйственных задач – от оборонных до сельскохозяйственных. РЛС «Торос», устанавливаемые на самолетах АН-24, осуществляли ледовую разведку и использовались для проведения судов в Арктике, а также для геологического картирования месторождений.

Здесь только что прозвучала мысль, что благодаря очень продуктивной деятельности В.М. Глушкова на долгие годы холдинговая компания, а теперь и ОАО «НПП «РАДАР ммс» оказались связанными с ледовой разведкой, а значит, с Арктическим и Антарктическим научно-исследовательским институтом (АНИИ). Хотелось бы коротко осветить кибернетическую деятельность этого прославленного института. Прежде всего, в этом институте член-корреспондент АН СССР В.В. Богородский основал мощную, признанную во всем мире научную школу радиолокационного мониторинга Арктики и Антарктики. Была разработана и внедрена автоматизированная ледово-информационная система Арктики, предназначенная для сбора, обработки, анализа и обобщения натурной информации о состоянии ледового покрова Северного Ледовитого океана и обеспечения информацией, прогнозами и расчетами широкого круга потребителей – от отдельного судна до министерства. Разработана и реализована концепция создания сети геофизического мониторинга в Арктике на базе новейших технических и компьютерных достижений.

Сегодня, с целью обеспечения изыскательских и добывающих компаний, работающих на арктическом шельфе, в АНИИ организована и функционирует лаборатория «Арктик-шельф». Исследования АНИИ базируются на обширных массивах комплексных данных наблюдений за льдом, океаном, атмосферой, геофизическими и другими процессами, накопленными за многие десятилетия. Эти данные организованы в виде автоматизированных справочных систем, баз натурных данных, математических и физико-статистических моделей природных процессов, прогнозов и расчета состояния и изменения природных сред, научно-прикладных пособий (атласов, справочников и др.). В АНИИ функционирует центр полярной медицины (с элементами телемедицины).

Вернемся к рассмотрению достижений научной школы В.М. Глушкова. Комплекс радиолокационного оборудования «Игла», кроме РЛС бокового обзора, включал средства радиотехнической и фоторазведки, сопряженные с навигационным оборудованием самолета. Как и «Торос», комплекс «Игла» позволял получать детальное радиолокационное изображение, по качеству близкое к аэрофотосъемке в любых метеоусловиях, но мог еще вести радиотехническую разведку и аэрофотосъемку. Затем было разработано семейство обзорно-прицельных систем с автоматизированной контрольно-проверочной аппаратурой «Обзор» для ряда военных самолетов. За создание одной из систем этого семейства Главный конструктор Е.Ф. Бочаров, И.Г. Петров, Л.Т. Михеев и В.И. Тимофеев были удостоены Государственной премии СССР. Был также создан комплекс «Нить-К», состоящий из РЛС бокового обзора «Нить», устанавливаемой на самолете ледовой разведки АН-24Н и корабельной аппаратуры «Нить-4», дислоцированной на атомных ледоколах. Помимо ледовой разведки, РЛС «Нить» могла быть

использована для контроля и оценки состояния сельскохозяйственных угодий, исследования природных ресурсов, мониторинга окружающей среды и т.п., для чего был оборудован самолет ТУ-134СХ. За «Горос», «Иглу» и «Нить» Главный конструктор В.М. Глушков и С.Е. Конторов были удостоены Государственной премии. В дальнейшем работы по созданию мониторинговых авиационных систем вместе с ядром коллектива разработчиков во главе с Главным конструктором В.Г. Елфимовым были перемещены в ОАО «НПП «РАДАР ммс».

На путях комплексирования разнообразных информационных систем в единый комплекс управления следует отметить достижения очень высокой пробы у СКБ, входившего тогда в «Ленинец» и руководимого В.Л. Кобловым. За достаточно короткое время были созданы прицельно-навигационные пилотажные комплексы «Купол-22» для самолета АН-22 «Антей» и «Купол-76» для самолета ИЛ-76. В процессе создания этих комплексов была разработана идеология решения навигационных, а также задач воздушного десантирования грузов и людей применительно к требованиям выполнения полетов самолетами военно-транспортной авиации. Эти требования существенно отличаются от условий полета самолетов гражданской авиации, которые выполняют свои полеты по строго установленным трассам с навигационной поддержкой и управлением с земли системой УВД. Для самолетов военно-транспортной авиации требуется автономное выполнение полетов с минимальным взаимодействием с землей. Создание таких комплексов было тогда, да и сейчас, сложной научно-технической задачей, требующей разработки ряда сложных радиолокационных, вычислительных и других систем и устройств. Эти разработки дали «Ленинцу» сразу семь лауреатов Государственной премии: Р.Ю. Багдонаса, А.Н. Иванова, Е.М. Ляховича, В.А. Малышева, С.С. Челпанова и Л.Н. Янковского. В постперестроечное время продолжалась модернизация прицельно-навигационного пилотажного комплекса для самолетов военно-транспортной авиации, а также положено начало их модификации для коммерческих авиационных компаний России и компаний зарубежных стран.

Создание «Куполов» соответствовало тому периоду развития радиолокационной кибернетики, когда в структуре радиолокационных систем и обслуживаемых ими комплексов управления авиационным средством и его вооружением радиолокация и кибернетика стали «расходиться». Начали выделяться как самостоятельные компоненты структуры комплексов процессоры сигналов и данных, создатели радиолокационной техники стали «вовсю программировать» и в полной мере почувствовали, что теперь большую часть времени, затрачиваемого на разработку РЛС, занимает именно программное обеспечение. В это время ВВС стали оснащаться реактивной авиацией, вооруженной ракетами различного назначения и дальности действия. Это как раз и потребовало создания мощных бортовых радиоэлектронных комплексов и систем как для дозвуковых, так и сверхзвуковых самолетов различного назначения, действующих в реальных условиях со сложной метеобстановкой, в любое время суток и при радиопротиводействии.

В 1956 г. в институте была организована специальная лаборатория, созданная для эмигрировавших из США через Чехословакию специалистов по микроэлектронике Ф.Г. Староса и И.В. Берга. В последнее время жизнь этих выдающихся ученых и инженеров, ставших лауреатами Государственной премии СССР, получила после публикации книги Д. Гранина «Бегство в Россию» (Новый мир, № 7-9, 1994) достаточно широкое освещение в СМИ. Хочу только дополнить эти материалы следующими сведениями. В упоминавшемся выше сборнике «По пути прогресса – к новым достижениям» имеется статья Т.С. Егоровой «Как это было». Она там вспоминает: «В 1956 г. на предприятии прошел слух, что у нас появились 2 иностранца, фамилии их были Ф.Г. Старос и И.В. Берг, которые создают какой-то сверхсекретный отдел, и они объявляют конкурс для отбора сотрудников на работу. К этому времени напротив

завода был построен корпус, половину которого заняли столовая и клуб, а другую, с отдельным входом, отдали новому подразделению. Среди моих друзей многие проходили отборочный конкурс: примерно из 10-ти человек отбирались двое. Удивлял характер вопросов, задаваемых конкурсантам. Это не были вопросы, раскрывающие техническую эрудицию, а очень, я бы сказала, приземленные вопросы типа: умеете ли вы вышивать, а если да, то каким способом: гладью или по канве (для декушек), или умеете ли вы выпиливать по дереву (для молодых людей). Я не пошла на этот конкурс: мне моя работа нравилась, что меня ждет на новой работе – неизвестно, а мне надо было заканчивать институт. Встречаясь с друзьями, работавшими в новой конторе, мы никогда не интересовались характером их работы – в то время на этот счет существовало строгое «табу», но о системе оплаты сотрудников в начале деятельности этого отдела рассказывали с большим удивлением. Мало того, что оклады сотрудников были значительно выше наших, но, помимо этого, существовала очень оригинальная система премиальных: приходил И.В. Берг к группе сотрудников и говорил им, что надо настроить, например, какое-то устройство к определенному сроку. Выполните в срок – каждый получает премию, а за каждый день выполнения работы сверх назначенного срока определялась еще и дополнительная сумма. В результате ребята сутками не вылезали с работы, выполняли работу в срок (или раньше) и получали премиальные непосредственно от руководителя, причем общественные деньги выдавались прямо из кармана, минуя бухгалтерию и всякие ведомости. Такой «капиталистический» метод оплаты труда невероятно нас поражал, но просуществовал он не долго, не больше года, потом такая практика была им запрещена.

В многотиражке «Ленинца» в статье, посвященной Ф.Г. Старосу и И.В. Бергу, сообщалось, что они в период своей работы в «Ленинце» даже раньше американцев сделали персональный компьютер. Вероятно, речь там шла об управляющей машине «УМ-1», поскольку она потом получила самостоятельную жизнь как управляющая машина для народного хозяйства «УМ-1-НХ». На ее базе были созданы управляющие системы, применяемые в производственно-технологических линиях, например, на Белоярской АЭС. Следующая разработка была «УМ-2», где была предпринята попытка миниатюризировать большинство схем и устройств. Наверно, не последнюю роль здесь сыграла абсолютная правильная и справедливая их система оплаты труда сотрудников. В 1961 г. эти ученые были переведены на другое место работы.

Для систем «Купол» В.И. Смирнов и В.Л. Коблов поручили Е.М. Ляховичу создать бортовую ЦВМ. Такая задача была успешно выполнена. Эта ЦВМ помимо решения собственно навигационных задач (вплоть до астронавигации) осуществляла комплексирование курсирующих в комплексе достаточно мощных потоков цифровой информации, а также обеспечивала эффективный диалог с экипажем. Интересно отметить, что в это же время создаваемые системы управления ракетами со сверхзвуковой скоростью полета для авиационных ракетных комплексов в своей структуре имели аналоговые вычислительные системы «собственного производства». Вместе с тем, эти «аналоговые» системы управления обеспечивали активное самонаведение с захватом радиолокационной цели до пуска ракет, а также выбор траектории полета ракеты перед ее пуском (высотные со сверхзвуковой скоростью, наклонные, дозвуковые, на источник помех и т. п.).

А вот главный конструктор прицельно-навигационной системы «Пума» Е.А. Зазорин для своей системы выбрал ЦВМ «Орбита», разрабатываемую тогда Ленинградским ЦКБ «Электроавтоматика». Эта система создавалась для фронтовой авиации, а также для специализированных радиолокационных систем и комплексов самолетов гражданской и военно-транспортной авиации. В состав «Пумы» входили двухдиапазонная РЛС переднего обзора, радиолокатор предупреждения столкновений с естественными препятствиями, устройство ввода, вывода и управления разработки

Главного конструктора Д.Д. Коробова, радиокомандная линия, блоки управления и коммутации. Эта система обеспечивала всепогодное в любое время суток обнаружение наземных и надводных целей, определение их государственной принадлежности, выработку целеуказания и наведения управляемого и неуправляемого оружия, осуществление маловысотного полета. Большая часть программного обеспечения разрабатывалась в институте.

Первая отечественная авиационная бортовая ЦВМ «Пламя» разработки ОКБ В.И. Лапардина была включена в состав поисково-прицельной системы для самолетов и вертолетов авиации ВМФ, прежде всего, для самолетов противолодочной обороны. Эта система содержала РЛС, которая обнаруживала цели на морской поверхности, а информация от нее успешно комплексовалась с информацией, получаемой как от различных бортовых средств, так и от гидроакустических буев.

Итак, начиная с 60-х гг. комплексы управления авиационным средством и его вооружением по своей структуре становились комбинированными. Комбинированность есть одно из свойств архитектуры информационных радиоэлектронных систем, влияющая практически на все тактико-технические характеристики обслуживаемых такими системами авиационных средств. Сегодня это свойство комплекса стало достаточно тяжело выявлять и анализировать, что, в первую очередь, обусловлено успехами микроэлектроники, а теперь и микроэлектромеханики, развиваемой в рамках реализации нанотехнологий. Дело в том, что используемые в современных авиационных комплексах радиосредства все чаще в своем составе – да еще и в едином конструктиве – объединяют как однородные по принципам действия, так и совершенно разнородные средства, рассматриваемые даже в различных научных дисциплинах. Наконец, дело еще больше усложняет глобальная информатизация систем военной радиоэлектроники, когда многие каналы обработки информации виртуально формируются в разнообразных процессорных системах, входящих в состав авиационной системы управления.

Один из основных законов системологии гласит, что любая правильно организованная система развивается так, что ее усложнение за счет наращивания используемых средств сопровождается еще большим (экспоненциальным) возрастанием ее функциональных возможностей (реализуемых системой функций, обеспечивающих ее адаптацию к изменяющейся внешней среде). Отсюда непосредственно следует, что современные авиационные радиоэлектронные комплексы обязательно являются многофункциональными. Число функций у таких систем неуклонно растет, причем эти функции воплощаются в течение всего жизненного цикла летательного аппарата.

Возможность функционирования авиационного средства в условиях меняющейся внешней среды обеспечивается, помимо возрастания числа реализуемых функций, еще и повышением качественных показателей реализации каждой функции, а также переходом к динамическому режиму смены функций и варьированию их количественными характеристиками. Отмеченная многофункциональность влечет за собой соответствующее усложнение бортовых радиоэлектронных комплексов, обслуживающих функционирование авиационных средств как по составу, так и по структуре. Здесь следует указать на появление комплексных (комбинированных) и многоканальных радиоэлектронных информационных систем.

Создатели радиоэлектронных систем обычно заявляют об их многоканальности, если в структуре этих систем содержатся выделенные электрически и/или конструктивно подсистемы и устройства, реализующие сходные функции. С каждой такой подсистемой или устройством связывают появление в структуре системы соответствующего парциального канала обработки информации. Такое структурное разделение парциальных каналов четко обнаруживалось в авиационных радиоэлектронных военных системах первых поколений, где указанные каналы были, как правило, пространственно разнесены по конструктиву. Сегодня достижения технологии и програм-

много обеспечения размывают конструктивные и/или электрические границы между парциальными каналами. Можно дать следующее определение многоканальных радиоэлектронных систем: «Такие системы осуществляют обработку поступающей на их вход информации с помощью некоторой совокупности близких по своей структуре и характеристикам процедур, реализуемых соответствующими парциальными каналами, уменьшение числа которых приводит к обязательному ухудшению тактико-технических характеристик системы в целом, а также качества реализации тех или иных функций».

Комплексные (комбинированные) радиоэлектронные системы, в отличие от многоканальных, объединяют в своем составе разнородные системы как конструктивно, так и информационно. Если отмеченное комплексирование сопровождается тем, что некоторые устройства комплексной системы, прежде всего, антенны и процессоры сигналов и данных, обслуживают несколько разнородных систем, то в этом случае предпочитают говорить о появлении соответствующей интегрированной системы.

Успех в создании большого числа сложных авиационных комплексов на «Ленинце» был гарантирован еще и грамотной структурой проведения разработок. Фирма вышла на структуру типа «СКБ, разрабатывающие комплексы для заказчиков, плюс сектор научно-технических отделов (СНТО)». В СНТО разрабатывались для всех СКБ предприятия антенны, передающие и приемные устройства, индикаторы, высокоточные системы управления антеннами, источники питания, изделия функциональной электроники. Уже тогда были апробированы принципы грамотного проведения политики межпроектной унификации. Вместе с тем, тогдашний начальник СНТО Г.М. Месропов (с 1982 г. эту должность занимает Е.И. Нестеров) думал о том, чтобы сформированный в ходе оборонных разработок научно-технический задел шел и в гражданскую продукцию. Именно в тот период были созданы метеонавигационные РЛС «Гроза», «Градиент», «Контур», а также аппаратура автономной межсамолетной навигации «Звено» и «Роговица». Кроме того, в СНТО проводились поисковые НИР, в том числе и прогнозные, для того, чтобы «угадать» компоненты авиационных комплексов следующего поколения. Именно в СНТО, где трудился Б.С. Муш, был сформирован научно-технический задел для создания оптических (лазерных) локаторов. В.П. Пересадой был выполнен цикл работ по оценке наблюдаемости радиолокационных целей, по прогностике, бионике (эхолокации), радиолокационному распознаванию. Здесь следует отметить, что долгое время именно Ленинград был центром исследования по биоэхолокации. Наконец, в СНТО усилили В.П. Бибиновой, Е.Я. Бершадского и В.Г. Штанько зарождалось направление, связанное с созданием модуля активной фазированной решетки (АФАР) для РЛС. Модули АФАР, включающие в свой состав малогабаритные твердотельные передатчики и приемники с управляемыми характеристиками излучения и приема, позволяют создать антенные решетки, элементы апертуры которых усиливают излучаемый сигнал на передачу и прием, в отличие от пассивных антенных решеток, которые только управляют фазой сигнала, чаще всего сформированного неким общим передатчиком или приемником, а потом распределенного между модулями решетки. Необходимость эффективной отстройки от помех, стабилизации луча антенны в пространстве при эволюции авиационного носителя заставила управлять не только фазовым, но и амплитудным апертурным распределением в режиме передачи и приема. Сегодня время переброса луча (смена фазового и амплитудного распределения) в системах авионики составляет несколько микросекунд. АФАР представляет рассредоточенное по апертуре (точнее, по той поверхности, где размещаются модули – она может быть криволинейной), задаваться обводами конструкции авиационного носителя – получается интеллектуальное покрытие или умная обшивка летательного аппарата) приемно-передающее устройство с раздельным (независимым) управлением амплитудным и фазовым апертурным распределениями. Управление амплитудой и фазой

сигнала каждого такого приемо-передающего модуля, не имеющего высоковольтных цепей, осуществляется маломощными миниатюрными устройствами (коммутаторами и фазовращателями), обладающими быстродействием порядка единиц наносекунд. При этом все элементы регулировки амплитудно-фазового распределения по апертуре не должны ухудшать энергетический потенциал средств авионики. В последнее время в число управляемых параметров кроме фазы и амплитуды стали относить еще и частоту формируемых сигналов.

Кроме СНТО, еще объединяющим началом для всех СКБ стали комплекс моделирования и испытаний (летно-испытательная база), созданный гениальным организатором В.А. Шляпниковым, а также НИО-290, занимающееся созданием бортовых вычислительных систем, комплекс микроэлектроники, который был создан в подразделении, на базе которого впоследствии было образовано ОАО «НПП «РАДАР ммс», и, конечно, производство, размещенное на нескольких больших заводах. В НИО-290 создавалось семейство авиационных вычислительных систем «Интеграция», а также семейство вычислительных машин для народного хозяйства «Электроника НЦ». При создании «Интеграции» использовались самые передовые на то время концепции модульного построения аппаратных и программных средств, магистрального построения вычислительных систем и операционных систем реального времени.

Опыт «Ленинца» по созданию бортовых авиационных систем управления, архитектура которых обеспечивает многоканальность, комплексность и интегрированность был использован в ОАО «НПП «РАДАР ммс» при создании многофункциональных систем наведения высокоточных средств.

Как уже отмечалось, разработка мониторинговых РЛС стала одной из основной тематик для ОАО «НПП «РАДАР ммс», в результате чего удалось создать средство радиолокационного видения для дистанционного зондирования как поверхности Земли, так и подповерхностных структур. Уже достаточно длительное время ОАО «НПП «РАДАР ммс» выступает одним из соучредителей Всероссийского симпозиума «Радиолокационное исследование природных сред», где рассматриваются как мониторинговые системы, так и результаты мониторинговых исследований. Каждый год издаются труды этой конференции (в 2007 г. состоялась 25-я конференция), а также научно-технические сборники, где задачи мониторинга рассматриваются, в том числе, и в военно-прикладном значении, причем под сугубо кибернетическими названиями.

Мониторинговое средство, разработанное в ОАО «НПП «РАДАР ммс», представляет комплекс радиоэлектронного оборудования двухчастотной (2 см и 3 м) самолетной РЛС бокового обзора нового поколения, обеспечивающий получение высокоинформативного радиолокационного изображения земной поверхности и подповерхностных структур. Указанная РЛС создана с использованием серийных унифицированных модулей и блоков, вновь разработанных специальных вычислительных средств и современной сервисной аппаратуры отображения и регистрации радиолокационного изображения и сопутствующей информации. Предусмотрена трансляция радиолокационного изображения и сопутствующей информации на наземные и корабельные пункты. Разработана аппаратура приема и обработки информации для таких пунктов.

Режим синтезирования антенного раскрыва позволил получить высокую разрешающую способность по линии пути на больших дальностях и, следовательно, за счет расширения полосы обзора повысить производительность и экономическую эффективность радиолокационной съемки. Комплексное использование РЛС бокового обзора сантиметрового и метрового диапазонов волн дало возможность повысить информативность радиолокационной съемки за счет проникающей способности метровых волн через сплошной лесной массив, сухой грунт и различные ледовые образования. Благодаря высокой детальности радиолокационного изображения, большому динамическому диапазону радиолокационных сигналов, различной поляризации, высокой

радиометрической чувствительности в сочетании с широкими возможностями цифровой обработки радиолокационных сигналов в разработанной РЛС обеспечивается высокая вероятность обнаружения различных объектов и классификации различного рода аномальных явлений на земной и водной поверхностях, высокоэффективное ведение мониторинга. При этом обеспечиваются:

- представление на экране монитора радиолокационного изображения высокого качества;
- возможность манипулирования масштабом;
- точная географическая привязка любой точки радиолокационного изображения и выделение границ приоритетных зон;
- возможность автоматизированной оценки некоторых количественных параметров состояния покрова Земли;
- возможность одновременного с анализом изображения на экране создания цифровой карты выявленных особых участков по маршруту полета в специальном формате (затем несколько маршрутных блоков изображений могут быть объединены в единую карту с помощью процедур редактирования);
- возможность сохранения цифровой карты на магнитном носителе, воспроизведения ее на бумажной основе, передачи по узкополосным каналам связи потребителям и занесения в базу оперативного банка.

Накопленные в рамках указанных выше направлений результаты позволили перейти к разработке радиоэлектронных комплексов для ряда транспортных носителей, включая и такие экзотические как экранопланы, дистанционно-управляемые платформы, суда на воздушной каверне. В настоящее время ведутся работы по оснащению малогабаритным морским радиолокатором «Заря» нового транспортного средства – экраноплана. РЛС «Заря» обеспечивает решение навигационных задач при движении экраноплана над водной поверхностью и при полете на высотах до 3000 м., а также для поиска на водной поверхности терпящих бедствие объектов и людей. В состав РЛС входят два конструктивно однотипных локатора. Носовой локатор (РЛС обеспечения безопасности движения) осуществляет обзор поверхности в переднем секторе $\pm 90^\circ$. Локатор, располагающийся на киле (РЛС навигации), осуществляет круговой обзор окружающей местности.

При проектировании РЛС «Заря» учитывалась специфика применения РЛС, обусловленная двойственным характером экраноплана – транспортного средства: необходимостью выполнения правил навигации морских судов при движении по маршруту и при плавании в акватории морских портов и необходимостью обеспечения безопасности при высокой скорости движения, недоступной для обычных судов, а также возможностью режима полета на высотах до 3000 м. Предъявлялись также и дополнительные требования, налагаемые функциональным назначением экраноплана – спасателя по поиску на морской поверхности терпящих бедствие объектов. Исходя из необходимости выполнения этих условий и распределялись функции между локаторами.

В ОАО «НПП «РАДАР ммс» ведется разработка и реализация концепции построения мониторинговых комплексов с малогабаритным дистанционно пилотируемым вертолетом. Главное преимущество мониторингового комплекса с дистанционно пилотируемым летательным аппаратом (ДПЛА) вертолетного типа состоит в вертикальном взлете и посадке, значительно упрощающих вопросы эксплуатации, с точки зрения применяемого стартово-посадочного оборудования. В состав такого комплекса входит также наземный пункт дистанционного управления, который может размещаться стационарно, в автомобиле или на корабле. Получаемая информация поступает на наземный пункт дистанционного управления или по радиоканалу и может использоваться в реальном времени как для оценки поверхности, так и для управления ДПЛА, или доставляться ими по возвращении.

Комплекс имеет открытую архитектуру, обеспечивающую наращивание его функций путем добавления новых систем сбора информации либо их модернизации. Вертолет построен по классической аэродинамической схеме с одним несущим и одним рулевым винтом на хвостовой балке. Особенно хорошо эта схема зарекомендовала себя при взлете и посадке. Дистанционно пилотируемый вертолет на основе готовых элементов, производимых предприятием, оснащается соответствующей авионикой и радиоэлектронной системой (телевизионная камера, передатчик, источник питания, антенна и спутниковая навигационная система GPS), баровысотомером, электронным компасом, а также автономным радиомаяком для поиска вертолета при его вынужденной посадке. На соответствующем мониторе осуществляется просмотр видеoinформации и отображение электронной карты с маршрутом полета и реальным местоположением дистанционно пилотируемого вертолета. В ходе автономных летно-технических испытаний проверялись возможности дистанционно пилотируемого вертолета и отрабатывались полетные режимы.

Проводимые работы по созданию широкого класса мониторинговых информационных средств дали возможность определить такие сугубо кибернетические направления конверсионной деятельности как медицинская логистика и медико-тактическое пространство, для информационного обеспечения которых используются авиационные средства мониторинга, в том числе и радиолокационного. В рамках этих направлений разрабатываются технологии эффективных действий технически и информационно оснащенных спасательных отрядов в районах стихийных бедствий и техногенных катастроф.

Для оснащения медико-технических пространств, соответствующих районам катастроф и стихийных бедствий, предприятие провело цикл разработок медицинской техники и технологий. Были разработаны специализированные комплексы бортовой медицинской аппаратуры, специального медицинского оборудования для служб экстренной медицинской помощи, способные устойчиво работать на борту вертолета и на линейных машинах скорой медицинской помощи. Одновременно развивалось направление разработки наркотозно-дыхательной аппаратуры. Создан ряд аппаратов для проведения реанимационных мероприятий в различных условиях оказания неотложной помощи: переносные аппараты искусственной вентиляции легких «АМТ-У-03» и «АМТ-П», бортовой наркотозно-дыхательный комплект «АМТ-Б», комплект наркотозно-дыхательной аппаратуры для бригад скорой помощи «АМТ-К».

Самостоятельным направлением конверсионной деятельности является разработка и постановка на производство изделий для неонатальной медицины, причем обеспечивается гарантийное и сервисное обслуживание. Так, например, реанимационный стол «Олимп» предназначен для поддержания температуры тела новорожденного ребенка и обеспечения возможных манипуляций с новорожденным в условиях стационара; сигнализатор дыхания новорожденного обеспечивает распознавание движений, вызываемых дыхательными усилиями ребенка и подачу сигнала тревоги, если дыхание прекращается на длительный период времени. Разработанные изделия медицинской техники, а также наличие мобильных производственных и вспомогательных структур позволили предприятию приступить к оборудованию родильных домов под ключ.

Долгое время на предприятии велись работы по созданию средств мультимедиа, для чего была сформирована студия компьютерной графики, оснащенная современным оборудованием с учетом последних достижений в области компьютерных систем, фотоаппаратуры и др. Конверсионным направлением для предприятия было освоение всех стадий создания компакт-дисков, что позволило выпустить на рынок информационные продукты: электронный гид «Русский музей»; компакт-диск «Прогулки по Санкт-Петербургу»; «Орнаменты всех времен и народов» и первый диск «Художественные музеи России» из задуманной большой серии «Музеи и коллекции России». Научившись создавать высокохудожественные компакт-диски как конверсионные

онную продукцию, ОАО «НПП «РАДАР ммс» впервые столкнулось с реконверсией. В настоящее время реализуются предложения по разработке мультимедийных средств для повышения эффективности новой техники и подготовки личного состава, ее эксплуатирующего, а также по организации перевода военной документации на безбумажную основу.

По оценкам военных специалистов и ученых, сейчас наступил период войн шестого поколения, основанный на использовании высокоточного ударного и оборонительного оружия различного базирования обычного типа, оружия на новых физических принципах, информационного оружия, нелетального оружия, робототехнических средств, изодренных сил и средств радиоэлектронной борьбы. Целью таких войн является разгром бесконтактным способом экономического потенциала любого государства на любом удалении. Напомним, что предшествующее «поколение» войн ориентировалось на бесконтактную ядерную войну, которая непременно достигнет стратегического масштаба, в результате никаких реальных целей не достигается, поскольку сторона, применившая ядерное оружие первой, также погибает, хотя и несколько позднее второй.

В современной войне решающая роль отводится высокоточному оружию, разработке и созданию которого во всем мире уделяется самое пристальное внимание. Военные специалисты дают следующее определение высокоточному оружию: *«Высокоточное оружие – это такой вид управляемого и самонаводящегося обычного оружия, вероятность поражения которым с первого пуска малоразмерных (точечных) целей, находящихся даже на межконтинентальных дальностях, близка к единице в любых условиях обстановки и при активном противодействии противника»*.⁴ В свою очередь, высокоточными называются ракеты, соответствующие классу высокоточного оружия, обеспечивающие попадание в контур цели. Использование высокоточных систем самонаведения дает возможность увеличить дальность полета ракет за счет большего запаса топлива, так как в таких ракетах не требуется ряда систем, обеспечивающих эффективность подрыва боевой части, например, радиовзрыватель. Боевые разведывательно-ударные системы высокоточного оружия представляют собой органическое сочетание высокоэффективных средств разведки, управления, доставки, поражения и документирования результатов. Как видно из определений для высокоточного оружия и ракет, они непосредственно попадают под статус исследований в кибернетике.

Тактика применения высокоточного оружия базируется на использовании систем, осуществляющих функцию самонаведения, под которой понимается способ управления движущимся объектом, при котором все действия по целенаправленному изменению его состояния формируются самим подвижным объектом на основе информации об окружающей среде, добываемой сенсорами только этого объекта. Системы, реализующие этот процесс, называются системами самонаведения.

Из определения систем самонаведения следует, что такие системы «в авиационном исполнении» имеют следующие характерные признаки: размещение на авиационном средстве, осуществление самостоятельного наведения по некоторому образцу окружающей, чаще всего фоно-целевой, обстановки, а также управления функционированием носителем и его системами, роботизация функций, конструктивная, функциональная и информационная интегрированность, возможность обеспечения групповых действий, главенствующая роль процедуры самонаведения с точки зрения целевого назначения летательного аппарата в целом. Как раз присутствие систем самонаведения и выступает гарантом того, что то или иное оружие становится высокоточным.

⁴ Ярошенко А.В. Бесконтактные войны седьмого поколения // Оборонный заказ. 2006. № 11. Декабрь.

После передачи направления, связанного с созданием радиолокационных головок самонаведения на предприятие, на базе которого впоследствии образовалось ОАО «НПП «РАДАР ммс», началась разработка систем самонаведения принципиально нового поколения. Усилиями замечательного инженера А.Б. Познанского был принят заказчиком проект полностью когерентной, цифровой, многоканальной системы самонаведения. Кроме А.Б. Познанского и Г.А. Соловьева этой разработкой в разное время руководили В.А. Шатов и А.А. Булатов. Генеральным конструктором предприятия на всех основных стадиях выполнения разработки был Г.В. Анцев.

При создании систем самонаведения высокоточного оружия неукоснительно на предприятии формировалась тенденция их развития, проистекающая из возрастания многофункциональности и интегрированности. Эти признаки уже обсуждались в данной статье в связи с рассмотрением военной авионики, созданной и создаваемой в холдинговой компании «Ленинец» и в ОАО «НПП «РАДАР ммс». Сегодня данные признаки применительно к системам самонаведения должны дополняться свойством интеллектуальности. Указанные принципы материализуются в радиолокационных системах самонаведения для высокоточного оружия пятого поколения, где обеспечивается интеграция бортовых систем, в том числе и с другим радиоэлектронным оборудованием на носителе как аппаратурно, так и программно.

Как и термин «адаптация» понятие интеллектуальности применительно к высокоточному оружию и системам самонаведения используется в двойном смысле – расширительном (интуитивном) и узком, вытекающим из принимаемой во внимание концепции функционирования соответствующих систем, в данном случае, «чисто» интеллектуальных, интеллектуальность которых хотя бы на сегодняшний день невозможно оспорить.

Когда говорят об информационных средствах для военной техники и вооружения, то почти всегда интеллектуальность понимается как раз в широком смысле. В этом случае интеллектуальность системы (устройства) связывается с осуществлением процедур анализа окружающей обстановки, влияющих на эффективность принимаемых решений. Интеллектуальность систем самонаведения предусматривает выполнение требований наведения летательного аппарата на заданный объект, анализ динамичной окружающей обстановки, выбор объекта поражения и его наиболее уязвимой части, ведение групповых действия и радиоэлектронной борьбы, эффективный подрыв боевой части, перенацеливание, выбор траектории полета, обеспечение контроля и надежности функционирования. Здесь, к сожалению, традиционные технологии искусственного интеллекта, типа экспертных систем, из-за полной автономности функционирования систем самонаведения попросту не пригодны. Осуществление процедур распознавания, сопровождающих реализацию перечисленных только что функций систем самонаведения, как правило, связывают с наличием у системы свойства интеллектуальности, хотя радиолокационное распознавание сегодня стараются «выводить на стезю» обработки только синтаксической информации, заключенной в радиолокационном сигнале.

Современное поколение радиолокационных систем самонаведения вобрало в себя практически все достижения современной радиолокации, базирующиеся, прежде всего, на цифровой обработке, начиная непосредственно с высокой частоты или первой промежуточной в широкой полосе частот, на минимальной (а то и вообще отсутствующей) длине аналоговой части тракта и на высокопроизводительных сигнальных процессорах. Благодаря этому, системы самонаведения способны работать в режимах высокой и средней частоты повторения; способны сопровождать несколько целей; вести параллельный анализ и обнаруживать цели по скорости и дальности; реализовывать алгоритмы помехозащиты, в том числе, и по комбинированным помехам. Системы самонаведения способны увеличить дальности захвата целей; реализовать

режимы селекции и распознавания; варьировать излучаемыми сигналами, включая и управление скрытностью; осуществлять режим синтезирования антенного раскрыва; управлять радиолокационной заметностью активными средствами на основе адаптивных многолучевых антенн.

Сегодня уже явно встает на повестку дня необходимость использования в структуре систем самонаведения устройств, выполненных в рамках нанотехнологий, а также микроэлектромеханических устройств (MEMS). Прослеживается также тенденция наращивания структуры систем самонаведения за счет включения в их состав активных фазированных антенных решеток, которые, по существу, делают весь радиолокационный тракт систем самонаведения цифровым. (Разработчики ракетного оружия, например, где устанавливаются системы самонаведения производства ОАО «НПП «РАДАР ммс», все чаще стали заявлять о том, что их ракеты стали полностью цифровыми.)

Создание интеллектуальных систем вооружения предполагает организацию крупномасштабных разнообразных видов испытаний. Для этих целей на предприятии завершено создание полного комплекса средств отработки и автономных испытаний систем наведения, включая и перспективные. После ввода в строй современного динамического стенда, где учтен опыт работы организаций, занимающихся испытаниями, значительно сократились сроки разработки перспективных систем авионики, расширилась номенклатура проводимых испытаний, и повысилось качество выпускаемой предприятием продукции.

Вновь вернемся к дихотомии «кибернетика для радиолокации» и «радиолокация для кибернетики». Для простых (неинтеллектуальных) радиолокационных систем фактически проявляет себя лишь направление «кибернетика для радиолокации». Радиолокация в таких системах лишь конкретизирует постановку соответствующей кибернетической задачи, правда, иногда очень радикально. Например, научная школа ленинградского ученого Р.В. Островитянова говорит о том, что радиолокационная цель очень серьезно «шумит», ее шумы выносят оценки дальности и угловых координат за размеры цели, а шум цели по скорости может сорвать каноническое ее радиолокационное сопровождение.

Направление «радиолокация для кибернетики» можно понимать двояко. Во-первых, можно рассматривать радиолокатор просто как один (или только один) из информационных датчиков об окружающей обстановке, который некая система более высокого уровня (надсистема) задействует в своей сугубо «кибернетической» деятельности. Во-вторых, из-за только что описанного примера с шумами цели, а также из-за хорошо известной «борьбы» радиолокационной цели с РЛС, дабы с помощью технологии «Стелс» ей не оказаться обнаруженной, а также из-за условий и специфики радиолокационного наблюдения накладывается свой особый отпечаток на процедуры получения и обработки информации в радиолокационных системах.

Первая составляющая направления «радиолокация для кибернетики» сегодня по существу растворилось в классическом направлении «кибернетика для радиолокации». Дело в том, что сейчас наступил век цифровых методов обработки сигналов, когда действует знаменитый закон Мура, в первоначальной формулировке утверждающий, что «интеграция увеличивается вдвое каждый год». Эта закономерность соответствовала действительности чуть более 10 начальных лет развития микроэлектроники, но далее, начиная со второй половины 70-х гг., ход этой зависимости несколько замедлился, что заставило Мура искать другие формулировки: «два раза в два года» или же потом, точнее, «четыре раза в три года».

За последние годы предприятие ОАО «НПП «РАДАР ммс» столкнулось с очень трудной проблемой – дефицитом кадров, да еще и в условиях снижения уровня инженерного образования и ликвидации по существу политехнического среднего образования. Эта проблема сегодня достаточно широко обсуждается. Она явилась предметом

рассмотрения международных конференций «Современные технологии обучения», научно-практических конференций «Планирование и обеспечение подготовки кадров для промышленно-экономического комплекса региона», российских семинаров по инженерному образованию, в организации и проведении которых ОАО «НПП «РАДАР ммс» принимает активное участие. Поскольку предприятие всегда считало вопросы подготовки кадров разработчиков и производителей радиоэлектронной техники таким же важным для себя делом, как и непосредственно производственную деятельность, а также, учитывая опыт функционирования комплексной системы подготовки научных и инженерных кадров в холдинговой компании «Ленинец», оно в разное время сформировало свои кафедры в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете, Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете, Академии гражданской авиации, Санкт-Петербургском государственном университете информационных технологий, механики и оптики, а также поддерживает профильные кафедры в различных вузах Санкт-Петербурга, где осуществляется подготовка кадров для предприятия. Благодаря заключенным с вузами договорам, позволяющим предприятию считать вузы своими полноценными стратегическими партнерами, обеспечивается взаимовыгодное сотрудничество, в том числе, и по использованию научно-технического потенциала, накопленного вузами по профильной для предприятия тематике.

При организации учебного процесса в перечисленных вузах со стороны предприятия делались попытки организации учебных курсов синтетического направления, позволяющих в соответствии с канонами кибернетики схватить всю предметную область целиком и обращать внимание обучающихся на глубокие аналогии между технологиями, разработанными в «узкопрофильных» научных дисциплинах. Особое внимание было уделено разработке курса лекций по базовой для радиоэлектроники научной дисциплине «Теория радиотехнических цепей и сигналов», но уже как бы для магистров, а значит, в синтетической (кибернетической) «упаковке». Важно как можно раньше предлагать вниманию обучающихся идеи, понятия, концепции и технологии, задействованные в современной системотехнике и системологии информационных радиоэлектронных систем. Здесь радиотехнические цепи и «обслуживаемые» ими сигналы выявляются как специфический предмет исследований, поскольку они используют только синтактику, а потому соответствуют описанию информационной системы как простой системы. Семантика и прагматика, заключенные в сигнале, а также сложные в информационном плане системы – это прерогатива последующих курсов по радиоэлектронике. Устанавливается полное равноправие воплощения радиоэлектронных систем в *hardware* и *software* исполнении. В результате разнообразные процессоры сигналов (с соответствующими алгоритмами и программами) становятся для студента такими же рядовыми компонентами радиоэлектронных систем, как транзисторы, индуктивности, аналоговые микросхемы и т.п. Начато издание курса лекций по системам самонаведения с включением новой редакции лекций по «Теории радиотехнических цепей и сигналов».

Особенно хотелось бы отметить деятельность Института интеллектуальных систем и технологий (ИИСТ) Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (СПбГПУ), основанного и руководимого талантливым ученым, очень рано ушедшим из жизни А.А. Ерофеевым, поскольку такой институт уже прямо по своему уникальному и вызывающему названию «просится» быть освещенным в данной статье. У ОАО «НПП «РАДАР ммс» в ИИСТе вплоть до закрытия этого института была базовая кафедра «Интеллектуальные системы и комплексы экстремальной медицины». Создание ИИСТа можно рассматривать как результат развития связей, начавшихся в 70–80-е гг., между факультетом технической кибернетики (декан В.Д. Ефремов) тогдашнего Ленинградского политехнического института и «Ленинцем».

После своего образования ИИСТ СПбГПУ был единственной в России образовательной структурой, реализующей идею дневной производственной формы обучения студентов. При этом обучение на факультете проводилось по дневной производственной форме, в соответствии с которой студенты, начиная с 3-го курса, четыре дня в неделю учились, а два дня проходили оплачиваемую непрерывную учебно-производственную практику в подразделениях холдинговой компании «Ленинец». Дневная производственная форма обучения явилась составной частью комплексной подготовки инженерных и научных кадров: от средней школы до диссертационного совета, реализованной в 80-е гг. в «Ленинце». Такая дневная производственная форма обучения способствовала решению многих социальных проблем студентов. Последние годы своего существования ИИСТ занимал первое место по конкурсу заявлений среди технических факультетов СПбГПУ.

В рамках специальности «Системы управления ракетно-космическими объектами и комплексами летательных аппаратов» в СПбГПУ впервые в РФ было организовано обучение студентов по специализациям «Интеллектуальные системы управления и автоматизации» и «Интеллектуальные системы управления РЭК летательных аппаратов». Ведущие специалисты ОАО «НПП «РАДАР ммс» проводили все виды учебных занятий по дисциплинам «Интегрированные системы радиоуправления», «Интеллектуальные технологии испытаний систем управления», «Корреляционно-экстремальные методы навигации» в специально оборудованных классах на территории предприятия, в учебных и научно-исследовательских лабораториях. Здесь же проводились занятия по общинженерной дисциплине «Теория информационного обеспечения интеллектуальных систем управления». На протяжении ряда лет 70–80% выпускников кафедры оставались работать в холдинговой компании «Ленинец» и в ОАО «НПП «РАДАР ммс».

Достаточно долгое время автор этой статьи был заведующим кафедрой радиоэлектронных систем Академии гражданской авиации (ныне Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации), не прерывая работу в ОАО «НПП «РАДАР ммс». Это обстоятельство, а также достаточно долгие и продуктивные связи между «РАДАРОМ» и Академией, обусловленные, в том числе, и желанием расширить рынок своей диверсификационной продукции, позволяют «под кибернетическим углом зрения» рассмотреть деятельность этого вуза.

Можно считать, что кибернетические исследования для гражданской авиации в Академии начались с приходом в 1966 г. В.М. Кейна. Это был большой ученый, оставивший заметный след в науке разработкой теории случайных процессов и вопросов эксплуатации в гражданской авиации средств вычислительной техники, вычислительных систем и машин. Хочется отметить, что еще в 1975 г. он следующим образом сформулировал задачу автоматизации системы управления воздушным движением (УВД): *«Уже в настоящее время существует принципиальная возможность построения полностью автоматической системы управления воздушным движением, работающей без участия человека-оператора, роль диспетчера в такой системе сводится только к контролю исправности системы. Вмешательство в ее работу необходимо лишь при возникновении ситуаций, не предусмотренных программой обработки информации»*. В начале 90-х гг. группа молодых инженеров Академии гражданской авиации, сплотившаяся вокруг В.М. Кейна, начала работы по созданию автоматизированных рабочих мест специалистов службы УВД. В результате появился комплекс средств автоматизации «Норд», а затем автоматизированная система УВД «Альфа». В Академии первым заведующим кафедрой радиоэлектронных систем работал Г.П. Астафьев. Еще в период своей службы в Академии имени А.Ф. Можайского он вместе с В.С. Шебшаевичем и Ю.А. Юрковым по поручению заместителя Министра обороны СССР академика А.И. Берга написал уникальный учебник по системам

радионавигации. Учебнику «Радиотехнические средства навигации летательных аппаратов», выпущенному в свет в 1972 г. московским издательством «Советское радио», долгое время не было аналогов в мировой литературе.

С началом спутниковой эры исследования проблем применения спутниковых систем в гражданской авиации были выполнены в Академии под руководством П.В. Олянюка, одного из авторов учебника «Космические радиотехнические комплексы» (первое издание которого вышло в издательстве «Советское радио» в 1967 г., а второе – в издательстве Министерства обороны в 1976 г.) и монографии «Оптимальный прием сигналов и потенциальная точность космических измерительных комплексов» («Советское радио», 1973). В результате выполненных тогда исследований удалось создать единую теорию обработки радионавигационной информации, охватывающую процессы первичной, вторичной и третичной обработки, позволяющую осуществлять оптимальную фильтрацию при непосредственном определении параметров движения воздушного судна, максимальным образом используя всю априорную информацию о движении ИСЗ и воздушного судна.

Эксплуатационная направленность подготовки специалистов и научной деятельности преподавателей и ученых Академии явно или опосредованно задавали и задают кибернетический тон всем сделанным публикациям, поставленным учебным курсам и соответствующим учебникам и учебным пособиям.

В последние годы спектр кибернетических исследований в Академии расширился. Большое внимание уделяется сегодня проблемам безопасности как воздушных перевозок, так и авиационной, проблемам управления аэропортовыми комплексами, вопросам интегрирования авиационного транспорта в единую транспортную систему. В поле зрения находятся вопросы управления авиатранспортным производством и авиационным бизнесом, исследования путей и методов рационального применения средств электросвязи, радиоэлектронных систем навигации и УВД для повышения эффективности воздушных перевозок, и, в частности, их безопасности и экономичности. Уверено заявила о себе научная школа по логистике авиационного транспорта. В последние годы пристальное внимание уделяется проблеме эффективного внедрения в практику работы авиапредприятий концепции ИКАО развития гражданской авиации CNS/ATM (*Communications – Navigation – Surveillance/Air Traffic Management* – Связь, Навигация, Наблюдение/Организация Воздушного Движения). При этом специально выделялась реализация одного из самых ответственных этапов полета летательного аппарата – посадки, да еще и в автоматическом (автономном) режиме, а также вопросы обеспечения электросвязи.

Когда выше говорилось об интеллектуальных системах, специально отмечалась роль семантической и прагматической информации в их функционировании. Оказалось, что в рамках концепции CNS/ATM функция получения семантической и прагматической информации возлагается на входящие в состав системы CNS/ATM системы наблюдения. Системы наблюдения, как правило, формируются лишь виртуально с помощью программного обеспечения на базе соответствующего использования действующих сугубо «синтаксических» систем электросвязи и навигации – функцию наблюдения обеспечивают аппаратные и программные модули, формирующие необходимые связи между компонентами систем навигации и электросвязи и осуществляющие реализацию интерфейсов и протоколов, ответственных за осуществление функции наблюдения.

Помимо своей основной научно-производственной деятельности, ОАО «НПП «РАДАР ммс» уделяет внимание профориентационной работе с учащимися. В рамках работы со старшеклассниками, в том числе, и по вовлечению их в сферу кибернетических исследований и разработок, ОАО «НПП «РАДАР ммс» учредило и провело в 2007 г. первую открытую научно-практическую конференцию старшеклассников

«Будущее сильной России в высоких технологиях». В оргкомитет этой конференции вошли члены РАН, руководители крупных оборонных предприятий, ведущие ученые вузов, организаторы образования. В первой конференции приняли участие 225 старшеклассников из школ, лицеев, центров технического творчества и учреждений дополнительного образования Санкт-Петербурга и других городов и регионов России. Ребята работали в шести секциях (физика, радиоэлектроника и ракетно-космическая техника, прикладная механика и машиностроение, информатика, медицинская техника и биология, гуманитарные и социальные науки), которыми руководили представители научно-исследовательских институтов и вузов, Российской академии наук, промышленных предприятий. Доклады старшеклассников касались не только компьютерных технологий и электроники, но и таких проблем как современное управление, экономика, биомедицинские исследования, культурология. На секциях некоторые участники конференции продемонстрировали созданные ими приборы, модели, макеты. В рамках конференции для ребят проведены экскурсии в музей Университета гражданской авиации, Музей радио имени А.С. Попова, в СПбГЭТУ, ЦНИИ «Электроприбор», ГУП «Адмиралтейские верфи», а также в Эрмитаж.

По результатам работы конференции опубликованы два научно-технических сборника: «Труды Всероссийских научных чтений «Будущее сильной России – в высоких технологиях» (работы ученых и специалистов промышленности для детей и педагогов) и «Труды Первой открытой научно-практической конференции старшеклассников «Будущее сильной России – в высоких технологиях». В сборнике материалов конференции представлены работы учащихся кружков технического творчества, школьников и студентов первых курсов вузов.

Наконец, в планах ОАО «НПП «РАДАР ммс» стоит задача организации и строительства парка занимательной науки и техники «Радар XXI век», рассматриваемого как продолжателя традиций Дома занимательной науки Я.И. Перельмана. Этот проект по своей социальной значимости, интересу, воспитательной направленности, возможности дополнительного образования детей и юношества, широте охвата различных возрастных групп населения призван не уступать знаменитому парижскому парку Ля Виллет или парку «Эврика» вблизи Хельсинки. В парке на базе современных технологий планируется сформировать совокупность виртуальной и реальной сред, предоставляя жителям и гостям города новые возможности для отдыха, занятий спортом, развлечений, познания окружающего мира. Территория парка позволит разместить первую в мире детскую монорельсовую дорогу, манежи и стадионы для занятий конным и техническими видами спорта, городок высоких технологий и др.

* * *

© Колесов Н.В., Савик В.Ф.,
Степанов О.А., Челпанов И.Б.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР» В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Обсуждая развитие той или иной области научного знания, очень важно понять, насколько эти научные результаты поддержаны и уточнены в процессе прикладных исследований и разработок. От этого будут зависеть оценки их успешности и значимости. В этом смысле показателен опыт научных и инженерных разработок в области автоматического управления в ЦНИИ «Электроприбор», известность и успехи которого у многих ассоциируются с именами академика В.Г. Пешехонова, профессоров В.А. Бесекерского, С.С. Ривкина, С.Ф. Фармаковского и ряда других известных ученых.

Традиционными направлениями для работ института были создание приборов управления стрельбой, навигационных и гироскопических приборов и систем. Надо сказать, что вплоть до конца 50-х гг. гироскопические приборы строились как чисто электромеханические. При этом направляющие силы (корректирующие воздействия) создавались непосредственно за счет маятниковых моментов. ЦНИИ «Электроприбор» был одной из первых организаций в СССР, в которой автономные гироскопические навигационные приборы и системы стали строиться как замкнутые системы автоматического регулирования. К их числу относились гировертикали с так называемой косвенной (электромагнитной) коррекцией в отличие от прямой, механической. В качестве датчиков обратных связей использовались специально разработанные для этого прецизионные маятниковые акселерометры. Одновременно создавались точные и стабильные датчики момента, управляющие прецессионным движением шарового гироскопа на газодинамическом подвесе, а также электронные преобразователи, в том числе интегрирующие.

В практику разработок было введено представление структур и задание динамических характеристик гироскопических приборов с помощью передаточных функций, характеризующихся постоянными времени. Впоследствии это открыло путь к представлению свойств приборов на языке частотных характеристик, наиболее приспособленном для расчета стационарных режимов. Это направление развивалось работами С.С. Ривкина и А.В. Тиля. Двухтомник С.С. Ривкина «Теория гироскопических устройств» вышел в свет в Ленинграде в издательстве «Судостроение» еще в 1962–1964 гг.

Надо сказать, что исследования С.С. Ривкина на протяжении всей истории ЦНИИ «Электроприбор» неоднократно служили основанием для новых разработок. Достаточно упомянуть, например, его совместную с З.М. Бергманом и И.М. Оконом работу «Определение параметров ориентации объекта бесплатформенной инерциальной системой», изданную ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор» в 1996 г.

Интересно отметить, что в созданных приборах были практически реализованы идеи переменной структуры за счет включения и отключения цепей обратных связей. Это позволяло изменять режимы, задавая различные постоянные времени, в частности,

отключать коррекцию (обратную связь) при больших возмущающих воздействиях из-за маневрирования судна.

В определенный период проблемным направлением стало построение многомерных следящих систем для гиросtabilизированных платформ при нелинейных зависимостях между параметрами стабилизации и измеряемыми параметрами (углами) в многоколенных подвесах. Причины возникновения нелинейности – чисто геометрические, происходящие от последовательностей плоских поворотов систем координат вместе с кольцами подвесов. При этом матричные преобразования реализовывались с помощью синусно-косинусных вращающихся трансформаторов. Серьезной проблемой для разработчиков стала необходимость получения высокой точности в статических и динамических режимах при качке. Требовалось обеспечить высокую точность за счет больших коэффициентов усиления, что значительно усложняло достижение необходимой устойчивости. Большой вклад в решение этих вопросов внесли исследования В.А. Бесекерского и Е.А. Фабриканта, непосредственно участвовавших в разработках ЦНИИ «Электроприбор».

В ЦНИИ «Электроприбор» впервые были сформулированы и решены задачи анализа точности гироскопических приборов при случайных воздействиях, в том числе задачи повышения точности гироскопических приборов и систем так называемым методом автокомпенсации (механической модуляции оригинальным и до сих пор эффективно используемым способом задания вращения подвеса с последующей демодуляцией). Этим вопросам была посвящена монография Я.Г. Остроумова, И.М. Окна и С.М. Зельдовича «Автокомпенсация инструментальных погрешностей гиросистем», выпущенная в свет в 1976 г. ленинградской издающей организацией ЦНИИ «Румб».

В 70-х гг. был проведен большой объем работ по статистической обработке данных для основных возмущающих воздействий: линейных и угловых скоростей качки и маневра судна, ускорений, уходов гироскопов. При простых аппроксимациях спектральных плотностей с обоснованием их качественных особенностей были оценены зависимости параметров воздействий от контролируемых условий и пределы их возможных изменений. При использовании этих характеристик в монографии И.Б. Челпанова, Л.П. Несенюка и М.В. Брагинского «Расчет характеристик навигационных гироскопов» (1978) был обоснован подход к выбору структуры и параметров обратных связей гироскопических систем и гироскопа. Подход авторов базировался на оптимизации характеристик замкнутой системы по Винеру для стационарного режима при вероятностных моделях воздействий, уходов гироскопов и законов движения. До этого единственным научно обоснованным считался принцип невозмущаемости, инвариантности по отношению к законам движения объекта, на котором установлен гироскопический прибор. Наряду с этим, всегда существовали короткопериодные приборы, выбор параметров которых был плохо обоснован. При этом характеристики уходов гироскопов не учитывались, а существовали только качественные соображения. Учет сведений о спектральных характеристиках случайных скоростей движения объектов и случайных составляющих скоростей уходов гироскопов при применении разработанного метода синтеза по Винеру с применением логарифмических характеристик позволило решать задачи оптимизации для стационарного режима. Дополнительно к этому редукция структур на основе упрощения уравнений Калмана позволила оптимизировать переходные процессы за счет варьирования коэффициентов и оценивать эффективность по отношению к стационарным корректирующим устройствам. Полученные результаты были впервые опубликованы Л.П. Несенюком и нашли отражение в его докторской диссертации. В 1990 г. в Ленинграде вышла в свет книга Л.П. Несенюка и И.Б. Челпанова «Структурные и частотные методы синтеза оптимальных преобразований в навигационных системах».

В 1970–1980-х гг. в ЦНИИ «Электроприбор» сложилось важное направление по созданию гироскопов с неконтактным подвесом ротора. Фундаментальная работа коллектива авторов «Магнитное центрирование поплавковых гироскопов» была опубликована в Ленинграде в 1978 г. Одним из лидеров направления, связанного с разработкой и использованием гироскопа с электромагнитным подвесом, был А.А. Одинцов, однако, основные успехи были достигнуты на пути применения гироскопов с электростатическим подвесом ротора. Лидером этих разработок был А.С. Анфиногенов. Подвес был реализован сначала в гироскопе с полым ротором диаметром 50 мм (для подводных лодок), а затем под руководством Б.Е. Ландау – в гироскопе со сплошным ротором диаметром 10 мм (для космического аппарата). При этом предъявлялись высокие требования по жесткости подвеса; требовалось, чтобы он выдерживал перегрузки порядка 10 g.

Сложные математические модели нелинейных возмущающих воздействий, систематические составляющие уходов со сложными зависимостями от координат (углов), стабилизация сферического ротора по линейным координатам и очень точная (сотые процента) стабилизация угловой скорости вращения у гироскопов на неконтактных подвесах были исследованы в докторских диссертациях А.С. Анфиногенова и Б.Е. Ландау. В последние годы под руководством Л.П. Несенюка и при активном участии молодых ученых создается микромеханический гироскоп со сложными законами управления движением ротора.

Традиционной для ЦНИИ «Электроприбор» всегда была задача стабилизации и ориентации искусственных спутников Земли (ИСЗ). В 60–70-х гг. эта задача решалась под научным руководством докторов наук В.А. Бессекерского и В.Г. Гордеева, в 90-е гг. – под руководством Б.Е. Ландау.

В конце 1960-х гг. под руководством В.Г. Гордеева были начаты работы по созданию систем управления движением судов и кораблей на глубокопогруженных крыльях. Важной страницей в истории ЦНИИ «Электроприбор» явилась разработка автопилота для первых в мире экранопланов, которая проводилась под научным руководством В.А. Бессекерского и В.Б. Диомидова. В этом же ряду следует отметить исследования докторов наук С.П. Дмитриева и А.Е. Пелевина по решению задачи стабилизации судна на траектории, проводившиеся ими в 90-х гг. В свете вышесказанного следует назвать коллективную монографию В.Г. Пешехонова и его коллег «Навигация и управление движением судов», выпущенную издательством «Элмор» в 2002 г.

В 50-е гг. в связи с повышением требований к навигационному обеспечению подводных лодок возникла необходимость резкого улучшения тактико-технических характеристик средств астрокоррекции автономных гироскопических навигационных комплексов. Традиционные средства коррекции – астрооптические измерительные перископы – были неспособны эффективно функционировать в тяжелых климатических условиях, особенно в Арктическом бассейне. Эта проблема была решена созданием в ЦНИИ «Электроприбор» принципиально новых приборов – радиосекстанов. В результате исследований и разработок, выполненных при участии ряда академических, промышленных и военных организаций, было создано несколько поколений нового средства высокоточной морской автономной навигации – радиооптических секстанов – приборов, оборудованных узконаправленными антеннами с радиоприемными устройствами сантиметрового диапазона и телевизионными оптическими системами. Эти приборы позволили пеленговать Солнце и Луну в радиодиапазоне сквозь сплошную облачность, в дождь и снег, а телевизионной системе наблюдать звезды днем и ночью.

При создании таких комплексных устройств был решен ряд научных и инженерных вопросов, в том числе:

- выполнен цикл теоретических и прикладных исследований в области радиофизики и радиоастрономии;

- разработаны методы и средства пространственно-частотной фильтрации фонового радиоизлучения атмосферы, созданы высокочувствительные приемные устройства для радиометрического приема сверхслабых сигналов; антенны и радиометрические приёмные устройства.

- исследованы оптические свойства атмосферы, фона неба и разработаны методы селекции излучения звезд, исследовано влияние динамики движения изображения при пеленговании;

- разработаны методы и устройства высокоточной пространственной гироскопической стабилизации с использованием безредукторных следящих систем.

Эволюция техники радиосекстанов нескольких поколений заключалась:

- в комплексировании оптических, радиоэлектронных и оптоэлектронных каналов приема и обработки информации, систем гироскопической стабилизации и прецизионного углового сопровождения;

- в повышении точности измерения угловых координат ориентиров.

За три десятилетия были разработаны и поставлены флоту свыше 80 радиооптических секстанов. Радиосекстаны не имеют аналогов за рубежом, в этой наукоемкой области приоритет отечественной науки и техники бесспорен.

Большой вклад в осуществление этих разработок внесли исследования Пешехонова В.Г., особенно – в части теории пространственной фильтрации фонового излучения атмосферы и создания специализированных антенных устройств СВЧ. В части комплексного построения радиооптических секстанов большой вклад принадлежит М.К. Петушкову и О.М. Никончуку. Вопросы систем гироскопической стабилизации разрабатывались В.А. Бесекерским и В.М. Зиненко; вопросы создания радиоприёмных устройств – В.Е. Янушкевичем.

Проблема обработки навигационной информации всегда рассматривалась как одна из важнейших. Надо заметить, что в конце 50-х – начале 60-х гг. В.И. Маслевским было предложено первое практическое решение задачи комплексирования двух независимых навигационных приборов – гирокомпаса и гироазимута. При этом осуществлялось сглаживание колебаний гирокомпаса на фоне линейно-нарастающего сигнала ошибки с помощью стационарного фильтра в течение нескольких периодов колебаний. Возглавлял эти разработки и внедрил в навигационные комплексы С.Б. Востоков.

В настоящее время в ЦНИИ «Электроприбор» с успехом разрабатываются и применяются оптимальные алгоритмы обработки, основанные как на использовании частотного (винеровского) подхода и ориентированные на стационарные линейные системы, так и алгоритмы, построение которых основано на применение теории нестационарной калмановской фильтрации во временной области. Причем в последнем случае речь идет, в том числе, и о нелинейных задачах. Активно развивается направление, связанное с винеровской фильтрацией, начатое, как было отмечено выше, работами И.Б. Челпанова и Л.П. Несенюка. По этой тематике было защищено несколько кандидатских диссертаций их учеников и последователей.

Вопросы калмановской фильтрации отражены в ранних работах С.С. Ривкина, а также в написанной им в соавторстве с Р.И. Ивановским и А.В. Костровым монографии «Статистическая оптимизация навигационных систем» (Л.: Судостроение, 1976), ставшей одной из первых отечественных монографий, посвященных применению теории оптимальной фильтрации для решения навигационных задач

Направление, связанное с теорией калмановской фильтрации, получило значительное развитие после прихода в ЦНИИ «Электроприбор» в 1975 г. С.П. Дмитриева. Уже в 1977 г. вышел обзор «Нелинейные задачи обработки навигационной информации», подготовленный им вместе с Л.И. Шимелевичем и посвященный возможностям применения теории нелинейной фильтрации в задачах обработки навигационной информации. В 1991 г. вышла в свет книга С.П. Дмитриева «Высокоточная морская навигация», в которой, помимо результатов предыдущих исследований, был рассмотрен ряд новых вопросов, связанных с адаптивным оцениванием, многоальтернативной фильтрацией, исследованием влияния аномального гравитационного поля Земли на погрешности инерциальных навигационных систем и ряд других. В 1997 г. им же была опубликована монография «Инерциальные методы в инженерной геодезии», посвященная особенностям использования теории оптимальной фильтрации при решении задач геодезической проблематики. Под руководством С.П. Дмитриева были подготовлены и успешно защищены ряд кандидатских и докторских диссертаций, в которых получили дальнейшее развитие методы калмановской фильтрации в приложениях к навигационной тематике. Вопросы применения фильтрации при решении нелинейных задач были исследованы О.А. Степановым в кандидатской (1983), а затем в докторской диссертации (1992). Материалы этих исследований послужили основой для подготовки О.А. Степановым монографий: «Методы оценки потенциальной точности в корреляционно-экстремальных системах» (1993) и «Применение теории нелинейной фильтрации в задачах обработки навигационной информации» (1998). Значительные заслуги в направлении внедрения алгоритмов калмановской фильтрации при решении задач обработки навигационной информации с целью повышения точности навигационных систем принадлежат также В.А. Тупысеву и Г.И. Емельянцеву.

Перед институтом с особой остротой всегда стояла проблема обеспечения высокой надежности и сопутствующая ей проблема технической диагностики для разрабатываемых комплексов и систем. Это объяснялось спецификой задач морской автономной навигации, предполагающей непрерывное продолжительное (до нескольких месяцев) функционирование при обеспечении заданной точности выработки навигационных параметров. Указанные проблемы стояли не только в практической, но и в теоретической плоскости, поскольку известные из литературы результаты не всегда позволяли эффективно справляться с возникающими на практике задачами.

Трудности были связаны, в частности, с получением адекватной оценки надежности для реальных навигационных комплексов (НК). Эти оценки должны были учитывать множественность режимов функционирования НК, характеризующихся разной эффективностью, ограниченность реально достигаемого уровня восстановления аппаратуры после отказов, неполноту используемых средств диагностирования. Одной из первых значимых работ в этой области была монография В.И. Зарудного «Надежность судовой навигационной аппаратуры», вышедшая в свет в Ленинграде в 1973 г. В последующие годы исследования были продолжены в работах М.С. Финкельштейна и представлены в его докторской диссертации и вышедших в свет монографиях «Надежность и живучесть радиоэлектронных систем» (1990) и «Модели случайных точечных процессов в задачах анализа надежности и безопасности» (1999).

В рамках надежностной проблематики сложилось отдельное и очень важное для навигации направление информационной надежности, т.е. надежности по так называемым информационным отказам. Заметим, что любой отказ в НК целесообразно определять как событие, состоящее в превышении погрешностью выработки хотя бы одного навигационного параметра некоторого заданного порогового значения. Определяющей же особенностью информационного отказа является то, что он возни-

кает в НК или его системах при отсутствии в них аппаратных отказов. Достижения в этой области нашли отражение в докторской диссертации А.В. Осипова, а в 2003 г. были представлены на страницах подготовленной им совместно с С.П. Дмитриевым и Н.В. Колесовым монографии «Информационная надежность, контроль и диагностика навигационных систем».

Связанное с надежностью диагностическое направление также всегда достаточно активно развивалось в институте, поскольку качество применяемых средств диагностирования существенно влияет на надежность НК и его систем. Причем опять-таки исследования велись по двум направлениям – диагностирования информационных и аппаратных отказов.

В области диагностирования информационных отказов значимыми представляются результаты С.П. Дмитриева и А.В. Осипова, основанные на использовании алгоритмов многоальтернативной фильтрации и опубликованные в вышеупомянутой монографии. Также можно упомянуть немаловажное направление, связанное с диагностированием вычислительных систем НК, реализующих распределенные вычисления в режиме жесткого реального времени. Достижения в этой области в основном связаны с исследованиями Н.В. Колесова, результаты которых, сформулированные в виде многоуровневого подхода, вошли в его докторскую диссертацию и монографию «Многоуровневое проектирование средств тестового и функционального диагностирования специализированных вычислительных комплексов» (1992).

Впечатляющие успехи ученых-электроприборовцев с 70-х гг. в существенной степени обеспечивались влиянием и мощной поддержкой их лидера – члена-корреспондента АН СССР Пешехонова В.Г. (1987), возглавившего в 1991 г. ЦНИИ «Электроприбор». В 2000 г. В.Г. Пешехонов был избран действительным членом Российской академии наук.

Уже в 70-е гг. В.Г. Пешехонов являлся ведущим специалистом страны в области высокоточной навигации, автором основополагающих трудов по теории морской радиоастронавигации, принципам построения морских навигационных комплексов и их составных частей. С 1973 г. он – главный конструктор морских навигационных комплексов, под его руководством создано три поколения комплексов. В.Г. Пешехонов лично участвовал в испытаниях атомных подводных лодок четырех проектов и головного атомного крейсера, в том числе, в первом зимнем походе отечественной атомной подводной лодки к Северному географическому полюсу в марте 1980 г. Область его научных интересов широка и включает проблемы интегрированных систем навигации, наземной и аэрокосмической навигации и ориентации, интеллектуальных технологий в навигации.

В феврале 1995 г. – в тяжелые времена как для России в целом, так и для Российской науки в особенности – группой ведущих ученых, таких как В.З. Гусинский, С.П. Дмитриев, В.Б. Диомидов, Г.И. Емельянец, В.М. Зиненко, С.Ф. Коновалов, Н.А. Кузнецов, Ю.А. Лукомский, Д.П. Лукьянов, А.В. Небылов, Л.П. Несенюк, В.Г. Пешехонов, А.Е. Сазонов, И.Н. Сапожников, Д.А. Скороходов, И.Б. Челпанов и рядом других была создана «Академия навигации и управления движением» (АНУД) как общественное объединение ученых в области навигации и управления движением. Со дня основания АНУД ее президентом является В.Г. Пешехонов, ученым секретарем – А.В. Небылов. Время подтвердило востребованность этого объединения: сейчас в его состав входят более 370 членов, работающих в различных фирмах, университетах и организациях не только России, но и других стран. Членами Академии являются известные ученые из 11 стран: России, Германии, Индии, Канады, Китая, Сербии, США, Турции, Украины, Франции и Южной Кореи. Члены АНУД работают в 29 городах России и 5 городах Украины. ЦНИИ «Электроприбор» и «Академия навигации и управления дви-

жением» являются соучредителями общероссийского журнала «Гироскопия и навигация», редколлегию которого возглавляет В.Г. Пешехонов. При поддержке АНУД начиная с 1994 г. организуются ежегодные Санкт-Петербургские международные конференции по интегрированным навигационным системам, в которых принимают активное участие ведущие ученые из США, Франции, Италии, Германии и других стран.

С 1998 г. В.Г. Пешехонов возглавил Санкт-Петербургскую группу национального комитета по автоматическому управлению. Секретарем группы был избран Никифоров В.О. – молодой перспективный ученый из Санкт-Петербургского института точной механики и оптики, известный как в России, так и за рубежом своими работами в области адаптивного управления. В связи с приходом к руководству В.Г. Пешехонова работа группы заметно активизировалась. В Санкт-Петербурге стали проводиться многие авторитетные международные конференции по управлению, в частности, в 2001 г. был проведен 5-й симпозиум ИФАК «Nonlinear Control System (2001)». Председателем национального организационного комитета этого симпозиума был заведующий лабораторией «Управление сложными системами» Института проблем машиноведения РАН А.Л. Фрадков, которому принадлежит значительная роль в укреплении международного авторитета Санкт-Петербурга как научного центра России в области теории управления. Именно благодаря ему и усилиям его коллег по лаборатории (Б.Р. Андриевский, В.О. Никифоров, Д.А. Томчин, М.С. Ананьевский и др.) в Санкт-Петербурге проведены следующие конференции: «Управление колебаниями и хаосом» (1997, 2000); «Физика и управление» (2003, 2005); «9-th IFAC Workshop on Adaptation and Learning in Control and Learning (2007)»; «3-rd IFAC Workshop on Periodic Control Systems (2007)». В 2004 г. в Санкт-Петербурге был проведен 16-й симпозиум ИФАК «Automatic Control in Aerospace» и одновременно с ним пленум ИФАК. Основная заслуга в успешной организации этих мероприятий принадлежит активному члену Санкт-Петербургской группы А.В. Небылову – директору Международного института передовых аэрокосмических технологий СПбГУАП.

В июне 2006 г. в Санкт-Петербургском Доме ученых прошла незабываемая для научной общественности города встреча с легендой современной теории управления Р. Калманом. Для организации ее успешного проведения В.Г. Пешехоновым было создано специальное заседание Санкт-Петербургской группы национального комитета по автоматическому управлению с участием членов Президиума АНУД.

Академик В.Г. Пешехонов стал инициатором проведения первой Российской мультikonференции по проблемам управления, состоявшейся в 2006 г. и проведенной в кооперации с «Академией навигации и управления движением» и Санкт-Петербургской группой национального комитета по автоматическому управлению. Необходимость организации такой конференции обусловлена целесообразностью возрождения существовавшей в СССР традиции проведения ежегодных совещаний по автоматическому управлению. Успех первой конференции был очевиден и на 2008 г. запланирована вторая мультikonференция такого рода.

За последние годы значительно укрепились научные связи ученых Санкт-Петербурга в целом, и работников ЦНИИ «Электроприбор», в частности, с Институтом проблем управления РАН в Москве. Укреплению сотрудничества в немалой степени способствовало избрание нового директора этого института академика РАН С.Н. Васильева. Уже третий год подряд в ИПУ проводится ежегодный общероссийский семинар «Современные методы навигации и управления движением», организуемый при активном участии ученых Санкт-Петербурга. Принято решение проводить этот семинар систематически.

Значительное внимание уделяет В.Г. Пешехонов вопросам воспитания молодых ученых. С этой целью с 1999 г. в ЦНИИ «Электроприбор» вновь возродилась

конференция молодых ученых «Навигация и управление движением», которая продолжила традиции научных молодежных конференций, проводившихся в ЦНИИ «Электроприбор» еще в 1953–1985 гг. Начиная с 2001 г. конференция проводится при активном участии Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» (СПбЭТУ), а с 2004 г. – при поддержке группы РНКАУ. В 2008 г. прошла уже Юбилейная 10-я конференция. Председателем оргкомитета всех конференций является член Президиума АНУД и член Санкт-Петербургской группы национального комитета, начальник образовательного центра ЦНИИ «Электроприбор» О.А. Степанов. Особенность этой конференции заключается в том, что она проводится в три этапа: традиционная составляющая конференции (вторая декада марта), которая проходит в ЦНИИ «Электроприбор»; интернет-конференция (с мая по октябрь) – в форме обсуждения размещенных в Интернет докладов из числа отобранных оргкомитетом и школа-семинар (конец сентября) – на базе ЦНИИ «Электроприбор» на живописном берегу Ладожского озера. Каждый год выпускается сборник трудов конференции, в котором публикуются прошедшие несколько этапов отбора доклады. Нередко материалы из докладов цитируются в серьезных научных работах. Конференция стала традиционным и популярным местом встречи молодых ученых, работающих в соответствующих академических и прикладных институтах, университетах, промышленных предприятиях и коммерческих организациях. Лауреаты Санкт-Петербургской конференции являются активными участниками российских и международных авторитетных конференций таких, например, как Европейские конференции по управлению, Международный конгресс по автоматическому управлению, Симпозиум по гиротехнологиям и ряда других.

В целях подготовки высококлассных специалистов в области навигации и управления движением в ЦНИИ «Электроприбор» по инициативе В.Г. Пешехонова на конкурсной основе формируются специальные группы целевой подготовки из студентов старших курсов ведущих вузов города. В 2004 г. было заключено соглашение о сотрудничестве между ЦНИИ «Электроприбор» и тремя ведущими университетами города: СПбЭТУ, СПбГУАП и СПбГУ ИТМО. В результате проведения этого уникального эксперимента, который длится уже почти 5 лет, у студентов трех вузов (ежегодно это 70–80 человек) имеется возможность слушать лекции ведущих ученых из разных вузов, представляющих различные научные школы. Весьма существенно, что при содействии ЦНИИ создается и современная лабораторная база, наличие которой обеспечивает не только возможность получения студентами теоретических знаний, но также их практическое закрепление в процессе участия в проведении научных исследований. Результатом всех проводимых мероприятий в ЦНИИ «Электроприбор» в последние годы стало наблюдающееся возрождение интереса у молодежи к научной деятельности и, в частности, устойчивый рост желающих поступать в аспирантуру.

В заключение следует отметить, что в настоящее время в ЦНИИ «Электроприбор» сложилась научная школа в области навигации, гироскопии и управления движением, возглавляемая академиком В.Г. Пешехоновым. Эта школа признана не только в пределах России, но и за рубежом. В настоящее время она объединяет 25 докторов и более 90 кандидатов наук. В рамках школы поддерживается и развивается ряд научных направлений, которые, в свою очередь, возглавляются известными учеными. Так, например, направление прецизионных навигационных систем возглавляет д.т.н., профессор, заслуженный изобретатель РФ Гусинский В.З.; направление высокоточных малогабаритных навигационных комплексов – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки России Л.П. Несенюк; направление обработки навигационной информации и управления движением – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и тех-

ники РФ С.П. Дмитриев. Все лидеры направлений воспитали плеяду учеников, среди которых многочисленные кандидаты и доктора наук.

За научные достижения и выдающиеся практические разработки девяти сотрудникам института присвоено звание лауреата Ленинской премии, 47 человек удостоены звания лауреата Государственной премии СССР, 5 – лауреата Государственной премии РФ, 9 – лауреата премии Правительства РФ, 22 ученых имеют почетные звания Российской Федерации.

Представляется, что именно сочетание практических разработок с глубокими теоретическими исследованиями принесло достойные плоды, которые были высоко оценены государством.

* * *