

**СПИИРАН**



**Федеральное агентство научных организаций**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИКИ И  
АВТОМАТИЗАЦИИ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**ИСТОРИЯ СПИИРАН**  
**40-ЛЕТ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Санкт-Петербург**

**2017**

УДК 001.891  
ББК 72.5  
И90

**Авторы-составители:**

член-корреспондент РАН *Р. М. Юсупов*,  
доктор технических наук, профессор *В. М. Пономарев*,  
кандидат технических наук *Д. В. Бакурадзе*,  
доктор технических наук, профессор *Б. В. Соколов*,  
доктор технических наук, профессор *В. И. Воробьёв*,  
*Н. В. Благово*, кандидат военных наук *Е. П. Силла*

Под общей редакцией  
*Р. М. Юсупова, А. Л. Ронжина*

И90 История СПИИРАН – 40 лет научной деятельности / под ред. Р. М. Юсупова, А. Л. Ронжина. – СПб.: СПИИРАН, 2017. – 204 с.

ISBN 978-5-8088-1245-1

Издание посвящается 40-летию юбилею института, содержит статьи по истории его развития, а также ряд информационных и исторических документов.

УДК 001.891  
ББК 72.5

## **СОДЕРЖАНИЕ**

СПИИРАН — 40-ЛЕТ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА	5
ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА 1977–1990 ГГ. В.М. ПОНОМАРЕВ	10
ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА С 1991 Г. ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ Р.М. ЮСУПОВ	12
В.М. ПОНОМАРЕВ ОТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ДО ИНСТИТУТА (1978–1990 ГГ.)	16
Д.В. БАКУРАДЗЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (СПИИРАН) (1991–2017 ГГ.)	52
ПИОНЕРСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ	80
В.И. ВОРОБЬЁВ МУЗЕЙ ИСТОРИИ СПИИРАН	164
Н.В. БЛАГОВО МУЗЕЙ ИСТОРИИ ШКОЛЫ К. МАЯ	171
ПРИЛОЖЕНИЯ	180



## **СПИИРАН — 40 ЛЕТ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (далее Институт) организован в соответствии с Распоряжением Совмина СССР от 19.12.1977 и постановлением Президиума АН СССР от 19.01.1978 на базе отдела вычислительной техники Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе АН СССР как Ленинградский научно-исследовательский вычислительный центр АН СССР (ЛНИВЦ). В 1985 году ЛНИВЦ решением Президиума АН СССР преобразован в Ленинградский институт информатики и автоматизации АН СССР.

К 1991 году Институт вырос в крупное научно-исследовательское учреждение, на базе научных подразделений которого были организованы новые учреждения — Центр экологической безопасности Санкт-Петербургского Научного центра РАН (СПБНЦ РАН) и Межведомственный координационный совет СПБНЦ РАН. В 1992 году после возвращения городу Ленинграду исторического названия Санкт-Петербург Институт переименован в Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН). Распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2013 г. № 2591-р Институт, как и другие учреждения РАН, передан в ведение Федерального агентства научных организаций (ФАНО России).

Научно-методическое руководство деятельностью Института осуществляет Российская академия наук, Отделение нанотехнологий и информационных технологий. Основателем и первым директором Института стал доктор технических наук, профессор Пономарев Валентин Михайлович. С февраля 1991 г. по настоящее время директором Института является член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, доктор технических наук, профессор Юсупов Рафаэль Мидхатович.

Целью и предметом деятельности Института является проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований, направленных на получение новых знаний в области информатики и информатизации, методов управления и информационно-коммуникационных технологий для решения актуальных научно-технических и социально-экономических проблем. Проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований на первом этапе существования Института осуществлялось по следующим основным направлениям: вычислительные комплексы коллективного пользования, компьютеризация и автоматизация научных исследований, проектирования, управления и производства. С начала 90-х годов в Институте начали проводиться исследования в области информатизации общества, интеллектуальных

информационно-коммуникационных технологий для различных сфер деятельности, информационной безопасности, робототехники, биомедицинской информатики, цифровой экономики.

Тематика работ Института с первых дней его существования практически соответствовала прорывным направлениям, сформулированным в последующем в руководящих документах: «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы», «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации», Государственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации».

К 1983 году в Институте был создан самый мощный в стране на то время вычислительный комплекс, ресурсами которого пользовались около 2000 специалистов из 82 организаций в основном в режиме удаленного доступа. Параллельно была разработана и создана одна из первых в стране глобальных информационно-вычислительных сетей — Академсеть «Северо-Запад». Сеть объединяла терминалы удаленного доступа более 40 организаций Ленинграда и других городов (Москва, Петрозаводск, Таллин). Были разработаны связанные с сетью системы автоматизации научных исследований, что позволило создать на нескольких предприятиях Ленинграда интегрированные производственные комплексы, в которых автоматизируется весь жизненный цикл изделия «от разработки новой продукции до ее выпуска» (по сути — прообраз «промышленного интернета»).

С учетом научных достижений Института и накопленного опыта их практической реализации Институту было поручено научное сопровождение Целевой комплексной территориально-отраслевой программы развития народного хозяйства Ленинграда и Ленинградской области на основе автоматизации и широкого использования вычислительной техники на 1984-1985 годы и до 1990 года «Интенсификация-90». В результате реализации программы по среднегодовым темпам роста производительность труда в промышленности увеличились в 1,5 раза по сравнению с предыдущей пятилеткой.

В девяностые годы прошлого века в развитии Института начался второй этап, который совпал с мировой тенденцией — процессом формирования информационного общества (общества знаний) как средства социально-экономического развития общества и обеспечения его национальной безопасности. Именно в эти годы под руководством директора Института Р.М. Юсупова были разработаны концептуальные основы информатизации, структурные и экономико-математические модели информационного общества, базирующиеся на наличии в информационном обществе двух секторов экономики: традиционного и информационного, основанного на знаниях. Результаты этих работ вывели Институт в ряд одного из ведущих общественных научных учреждений в области информатизации общества и оказали ощутимое влияние на этот процесс не только в

городе, но и в стране. Учеными Института разработаны научно-методологические основы информатизации общества. С их участием созданы концепция информатизации Санкт-Петербурга, стратегия его перехода к информационному обществу, концептуальные основы информационной политики, принятые Администрацией Санкт-Петербурга в качестве руководящих документов. Разработан ряд модельных законов для государств-участников Содружества Независимых Государств, в частности, об информатизации, о критически важных объектах инфокоммуникационной инфраструктуры, обеспечения информационной безопасности и так далее. Ряд подобных законов разработан также для государств — членов Организации Договора о коллективной безопасности.

Прикладные результаты исследований Института ориентированы на создание технологий, соответствующих Перечню критических технологий Российской Федерации. В числе разработок Института — широкий спектр современных информационных технологий:

- технология анализа и обработки больших данных (Big data) для решения задач обнаружения закономерностей, машинного обучения, построения моделей оценивания, прогнозирования и принятия решений на конечном множестве альтернатив;

- технология и программные средства анализа и агрегации больших массивов гетерогенных данных для мониторинга и управления безопасностью распределенной сети электронных потребительских устройств (Интернет вещей);

- технология построения систем поддержки принятия решений на основе взаимодействия человеко-машинных облачных сервисов в онтолого-ориентированных интеллектуальных информационных пространствах;

- технология поддержки взаимодействия автономных робототехнических систем и пользователей в групповом поведении в окружающем киберфизическом пространстве;

- технология проектирования и производства бортовых вычислительных модулей для обработки сенсорной информации и управления активационными устройствами во встраиваемых системах и мобильных робототехнических комплексах;

- технология и компьютерная система паралингвистического анализа естественной речи для автоматического распознавания эмоциональных состояний человека по речи и классификации речевых паралингвистических явлений;

- методология импортозамещения компонентов аппаратного обеспечения их программными реализациями на основе развития концепции программно-определяемых систем;

- технология и программный комплекс решения математических задач прогнозного оценивания, анализа и синтеза характеристик систем и процессов их функционирования по показателям их операционных свойств;

– технология оценивания устойчивости работы информационной системы в условиях социоинженерных атакующих воздействий;

– технология построения многоуровневой геоинформационной интеллектуальной системы освещения наземной, надводной, подводной, воздушной и космической обстановки и поддержки принятия решений.

Перечисленные технологии готовы к реализации, ряд из них внедрен в научно-исследовательских и промышленных организациях и, что особенно важно, на практике решают задачи импортозамещения. Часть результатов имеет двойное назначение.

За прошедшие 40 лет Институт выполнил около 100 НИР и ОКР по следующим основным направлениям, связанным с оборонной тематикой и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации: проблемы информационной безопасности и защиты информации в инфокоммуникационных комплексах и сетях; новые методы получения обработки и интеграции данных, информации и знаний; проблемы создания и применения межвидовых интегрированных информационных интеллектуальных технологий и систем поддержки принятия решений. В результате осуществлено создание научно-методологического, методического и технического задела, необходимого для решения задач обеспечения технологической независимости российских разработчиков от зарубежных производителей в области проектирования, создания, эксплуатации и модернизации АСУ и специальной техники, качественного повышения уровня ее готовности, своевременности, обоснованности и гибкости формирования и реализации принимаемых решений и управляющих воздействий.

Основу научно-экспериментальной базы Института составляют Компьютерный научно-образовательный центр, Научно-образовательный центр «Технологии интеллектуального пространства», Инновационно-образовательный центр космических услуг, созданный по соглашению с Роскосмосом, Учебный центр для подготовки сертифицированных специалистов в области обработки данных дистанционного зондирования Земли, робототехнический комплекс. Развивая интеграцию фундаментальной науки и высшего образования, ученые Института активно участвуют в реализации научно-образовательных программ в ведущих университетах Санкт-Петербурга. Институт имеет 6 базовых кафедр в вузах города и 9 совместных научно-исследовательских лабораторий в университетах города и России.

В Институте открыта аспирантура и работает диссертационный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора (кандидата) наук по специальностям: 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» (технические системы) по техническим наукам; 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» по техническим наукам; 05.13.19 «Методы и системы защиты



информации, информационная безопасность» по техническим наукам. В аспирантуре производится обучение по направлениям 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» (направленности «Системный анализ, управление и обработка информации» и «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей») и 10.06.01 «Информационная безопасность» (направленность «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность»). В аспирантуре подготовлено свыше 100 кандидатов и 45 докторов наук.

При Институте организованы Музей СПИИРАН и Музей истории школы К. Мая, среди выпускников которого — выдающиеся ученые, художники, писатели, композиторы, государственные деятели: члены Госсовета, министры, губернаторы, космонавты Г.М. Гречко и А.И. Борисенко, генералы, адмиралы, в том числе 39 академиков Академии наук и Академии художеств. Используя потенциал Музея, ученые Института ведут просветительскую и воспитательную работу со школьниками и студентами образовательных организаций Санкт-Петербурга и других городов, пропагандируя лучшие научные, педагогические и культурно-нравственные традиции российского образования и науки.

Институт организует и активно участвует в российских и зарубежных научных конференциях и выставках, его ученые входят в редакционные советы ряда отечественных и зарубежных журналов. Сотрудниками Института опубликовано более 100 монографий и 10000 статей в отечественных и зарубежных издательствах. За 40 лет Институтом издано более 90 выпусков научных журналов и сборников. Издаваемый с 2002 года научный журнал Института «Труды СПИИРАН» в 2011 году включен в перечень журналов ВАК России, а с 2016 года индексируется в международной базе данных Scopus.

Сегодня в Институте работают: 1 член-корреспондент РАН, 9 заслуженных деятелей науки Российской Федерации, 1 профессор РАН, более 40 докторов наук и 60 кандидатов наук. За время работы в Институте его сотрудники удостоены 32 государственных наград, 19 сотрудников являются лауреатами премий Правительства Российской Федерации и Правительства Санкт-Петербурга, 10 сотрудников удостоены стипендий Президента Российской Федерации, 18 сотрудников получили гранты Президента Российской Федерации.

За 40-летнюю историю Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук закрепил за собой статус одного из ведущих научных центров Северо-Запада в области информатики и автоматизации и успешно продолжает исследования по созданию и внедрению стратегических цифровых технологий и роботизированных систем в интересах повышения качества жизни граждан и облегчения национальной безопасности России.

## ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА 1977–1990 гг. В.М. ПОНОМАРЕВ



**ПОНОМАРЕВ** Валентин Михайлович родился 1 сентября 1924 года на хуторе Черный Сасовского района Рязанской области. После окончания в 1942 году в городе Иваново Спецшколы ВВС и краткосрочных курсов летного училища В.М. Пономарев был направлен для прохождения военной службы авиатехником в частях ВВС, а затем в 1943г. был направлен в Ленинградскую военно-воздушную инженерную академию (ЛВВИА). После окончания академии в 1948-1949 годах В.М. Пономарев служил в Прикавказском военном округе в должности тинженера авиационной эскадрильи.

Научно-педагогическая деятельность В.М. Пономарева началась в 1949 году с должности адъюнта в ЛВВИА, где он затем занимал должности от преподавателя кафедры до начальника кафедры систем управления ракет и космических аппаратов (1964-1975).

В 1975 году после увольнения в запас из Вооруженных Сил В.М. Пономарев был приглашен в Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе АН СССР, где занимал должности заведующего вычислительным отделом, заместителя директора ФТИ. На этих должностях помимо научной деятельности он выполняет многотрудную и сложную работу по созданию в Ленинграде научно-исследовательского вычислительного центра АН СССР (ЛНИВЦ).

В 1978 г. В.М. Пономарев назначается директором ЛНИВЦ, который в 1985 г. был преобразован в Ленинградский институт информатики и автоматизации АН СССР (сегодня это Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН). В 1991 г. в связи с окончанием срока полномочий В.М. Пономарев был освобожден от должности директора и назначен на должность главного научного сотрудника, которую исполнял вплоть до своей кончины 27 марта 2009 года.

В.М. Пономарев являлся организатором, руководителем и участником крупнейших фундаментальных и прикладных исследований в области создания и повышения эффективности систем

управления баллистических ракет и космических аппаратов, решения проблем использования вычислительной техники, ее программного обеспечения и информационных ресурсов в интересах повышения эффективности производственной деятельности и укрепления обороноспособности страны и явились важным вкладом в отечественную и мировую науку.

Под руководством В.М. Пономарева подготовлены 18 докторов и 47 кандидатов наук. Он является автором более 300 научных трудов, в том числе 14 монографий, учебников и учебных пособий.

Благодаря широкому научному кругозору В.М. Пономарева, его выдающимся организаторским способностям, Институтом стал одним из ведущих научных учреждений в области информатики и автоматизации не только в АН СССР и в Ленинграде, но и в целом в стране и за ее пределами.

За заслуги в период военной службы В.М. Пономарев награжден медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.» (1946 г.) и медалью «За боевые заслуги» (1953 г.).

За научные достижения и педагогические заслуги В.М. Пономарев награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени (2003 г.) и орденом «Знак почета» (1986 г.), ему присуждена ученая степень доктора технических наук (1964 г.), присвоено ученое звание профессора (1966 г.).

Научная деятельность В.М. Пономаревым и намеченные им, его учениками и последователями цели и пути развития компьютерных технологий во многом обеспечили развитие нового направления — информатизация общества

Ученики В.М. Пономарева и его коллеги в новых условиях и вызовах XXI века стараются внести свой вклад в получение новых достижений в области информационно-коммуникационных технологий и информатизации общества.

## ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА С 1991 г. ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ Р.М. ЮСУПОВ



Юсупов Рафаэль Мидхатович, член-корреспондент Российской академии наук, доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, директор Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук, родился 17 июля 1934 года в г. Казани в семье рабочих. После окончания в 1952 году с золотой медалью Казанской спецшколы ВВС он был направлен в Ленинградскую военно-воздушную инженерную академию им. А.Ф. Можайского (ВА им. А.Ф. Можайского), которую окончил с отличием в 1958 году по специальности инженер по электро-спецоборудованию самолетов. В 1964 году он окончил Ленинградский

государственный университет по специальности математик.

До 1989 года он проходил службу в ВА им. А.Ф. Можайского (ныне Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского) в должностях от инженера до начальника кафедры военной кибернетики и боевой эффективности применения ракетно-космической техники, начальника созданного при его участии факультета сбора и обработки информации, за исключением 1985-1986 гг., когда проходил службу в Генштабе ВС СССР в должности начальника Направления моделирования стратегических операций. С 1980 г. имеет воинское звание генерал-майор.

В 1989 году Р.М. Юсупов назначен с оставлением в кадрах Вооруженных Сил заместителем директора по научной работе Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (РАН), а в феврале 1991 года избран директором этого института и является им по настоящее время.

Доктор технических наук (1968), тема диссертации — «Развитие и применение теории чувствительности для анализа и синтеза систем управления ракет и космических аппаратов в условиях параметрической неопределенности», профессор (1974 г.), член-корреспондент РАН (2006 г.). Член бюро Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН (2006-2016 гг.). Член

Президиума Санкт-Петербургского научного центра РАН. Член Научного совета при Совете безопасности РФ (1999-2014). Заместитель председателя Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга. Эксперт Фонда перспективных исследований РФ, президент Национального общества имитационного моделирования, член Российского национального комитета по автоматическому управлению, член правления Санкт-Петербургского отделения Ломоносовского фонда, сопредседатель Координационного совета Партнерства для развития информационного общества на Северо-западе России. Почетный академик Академии наук республики Татарстан, почетный профессор Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского и Санкт-Петербургского университета экономики и управления, почетный доктор Петрозаводского государственного университета.

Заведующий базовыми кафедрами «Автоматизация научных исследований» Санкт-Петербургского электротехнического университета (с 1991 г.) и «Прикладная информатика» Санкт-Петербургского университета аэрокосмического приборостроения (с 2003 г.). Научный руководитель Института «Компьютерных наук и технологий» Санкт-Петербургского политехнического университета (СПб ГПУ) и заведующий базовой кафедрой «Интеллектуальные системы управления» этого института (с 2013 г.). Декан и профессор созданного с его участием факультета «Безопасность» Института военно-технического образования и безопасности СПб ГПУ (1996-2001 гг.).

Р.М. Юсупов удостоен государственных наград, в числе которых ордена: «Красной звезды» (1978), «Почета» (1999), «За заслуги перед отечеством» IV степени (2005), почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР» (1984), «Почетная грамота Президента Российской Федерации» (2015). Ему присвоено звание «Почетный радист СССР» (1974). За работы в области обеспечения международной информационной безопасности он награжден Межпарламентской ассамблеей государств-участников СНГ орденом «Содружество» (2013 г.). Он награжден медалями: «За заслуги в обеспечении национальной безопасности» Советом безопасности РФ, «За укрепление государственной системы защиты информации» Федеральной службой технического и экспортного контроля и др. Лауреат премии Правительства РФ за научно-практические разработки в области информатизации системы непрерывного образования, лауреат 3-х премий Правительства СПб в области науки и образования, лауреат международной премии им. Н. Рериха «За заслуги в области педагогики и просветительства» и др. Р.М. Юсупов является членом ряда редакционных советов отечественных и зарубежных журналов, среди которых: «Экономика и управление», «Мехатроника, автоматизация и управление», «Информатизация и связь»,

«Телекоммуникации», «Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы», «Journal of Intelligent Control» (США), «Cybernetics and information technologies» (Болгария) и др.

Научно-педагогическая деятельность Р.М. Юсупова началась в 1960 г. с должности адъюнкта кафедры вычислительных машин военного применения ВА им. А.Ф. Можайского. В 1958-1976 годах он проводил исследования в области теории управления полетом летательных аппаратов. Здесь наиболее важным является развитие им отечественной научной школы по теории чувствительности. Благодаря работам Р.М. Юсупова, его коллег и учеников анализ чувствительности стал обязательным этапом при проектировании, настройке и испытаниях информационно-управляющих систем.

С 1976 года научные интересы Р.М. Юсупова связаны с проблемами сбора и обработки информации, геофизической кибернетики (теория управления геофизическими процессами), математического моделирования, информатизации, информационной безопасности. В области теории моделирования Р.М. Юсупов развивает новое научное направление — методы оценивания качества моделей, названное им квалиметрией моделей. Им сформулированы концептуальные основы квалиметрии моделей, разработаны методы и алгоритмы оценивания адекватности и чувствительности моделей.

Р.М. Юсупов является одним из инициаторов развития в России нового научно-практического направления — информатизация общества. Важным вкладом Р.М. Юсупова в развитие этого направления является разработанная им универсальная структура концепции информатизации. Эта концепция по существу стала в России основой всех работ области информатизации, чему, в частности, способствовали опубликованные им монографии и регулярно проводимые под его руководством международные конференции: «Региональная информатика» и «Информационная безопасность регионов России», которые способствуют формированию единого информационного пространства в стране и в городе.

Р.М. Юсупов — основатель и руководитель научной школы по теории чувствительности информационно-управляющих систем и школы по научно-методологическим основам информатизации общества и его информационной безопасности. Им подготовлено 17 докторов наук и 45 кандидатов наук. Среди его учеников руководители предприятий и учреждений, директора институтов и заведующие кафедрами. Он является автором более 400 научных трудов, в том числе 20 монографий и 19 изобретений.

Во время социально-экономических реформ 90-х годов в стране в институте под руководством Р.М. Юсупова удалось не только

сохранить, но развить и увеличить интеллектуальный потенциал СПИИРАН и закрепить за ним роль одного из ведущих научных учреждений в области информатики и автоматизации не только в Санкт-Петербурге, но и в целом в России и за ее пределами.

Особое внимание Р.М. Юсупов уделяет выбору перспективных научных направлений с ориентацией на практическую реализацию результатов НИР, а также подготовке современных научных кадров. По его инициативе в институте созданы и успешно функционируют шесть базовых кафедр ведущих университетов Санкт-Петербурга. С целью привития студентам и аспирантам навыков научно-практической деятельности в институте функционируют четыре научно-образовательных центра. Компьютерный научно-образовательный, научно-образовательный центр «Технологии интеллектуального пространства», Инновационно-образовательный центр космических услуг и Учебный центр для подготовки сертифицированных специалистов в области обработки данных дистанционного зондирования Земли. В 1991-2017 гг. в институте подготовлено 30 докторов наук и более 50-ти кандидатов.

**В.М. ПОНОМАРЕВ**

**ОТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ДО ИНСТИТУТА  
(1978–1990 гг.)**

**Вычислительный Центр АН СССР  
в составе ФТИ им. А.Ф. Иоффе**

К началу 70-х годов стало очевидным определяющее значение ЭВМ и их математического обеспечения для дальнейшего развития науки, техники и управления.

В научных исследованиях использование вычислительной техники открывало возможности ускорения поиска, накопления и обработки необходимой информации, 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. Открылись 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 в экспериментальных исследованиях.

В этих условиях отсутствие в Ленинграде, втором после Москвы научно-производственном центре страны, научного учреждения, ориентированного на разработку фундаментальных проблем развития и применения вычислительной техники, стало ощущаться как заметный недостаток.

Наряду с этим требовала своего решения и конкретная задача расширения применения ЭВМ и вычислительных методов в



ленинградских учреждениях Академии наук СССР. В начале 70-х годов этот большой научный комплекс, насчитывающий более 30 научных организаций, представляющих все секции Академии наук СССР, испытывал постоянно возрастающий дефицит машинного времени для выполнения вычислительных работ, причем потребный объем вычислительных работ удваивался каждые 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 большим 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, работающие в двух институтах.

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

Достаточно длительное и всестороннее обсуждение сложившейся в Ленинграде ситуации привело к тому, что по инициативе Академик-секретаря Отделения механики и процессов управления АН СССР академика Б.Н. Петрова и Уполномоченного Президиума АН СССР по г. Ленинграду директора Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе АН СССР (ФТИ) академика В.М. Тучкевича Президиум АН СССР своим постановлением N 87 от 17 января 1974 года поручил академику В.М. Тучкевичу внести в Президиум АН СССР предложение о создании в г. Ленинграде Вычислительного центра для создания системы коллективного пользования вычислительной техникой ленинградских научных учреждений АН СССР и проведения научных исследований по проблемам управления и автоматизации научных исследований.

На основании этого решения на первом этапе Ленинградский вычислительный центр АН СССР (ЛВЦ) был организован 7 октября 1974 г. на правах отдела (Отдел вычислительной техники) ФТИ. Руководителем отдела был назначен доктор технических наук профессор В.М. Пономарев. По просьбе академика В.М. Тучкевича научно-методическое руководство отделом приняло на себя Отделение механики и процессов управления АН СССР. Для размещения

оборудования и персонала отделу были выделены помещения по адресу Менделеевская линия, д.1 и временно свободная квартира в «доме академиков» по адресу наб. лейтенанта Шмидта, д.1.

К концу 1975 года в ЛВЦ работали 32 сотрудника, образовавшие две группы по основным направлениям работы. В группу информационно-вычислительных систем, которой руководил к.т.н. Ю.Б. Корнилов, входили С.В. Афанасьев, Д.И. Волгин, к.ф.-м.н. В.И. Воробьев, И.Г. Всесветский, В.Н. Коноплев, Г.И. Подольская, В.А. Самаркин, Г.А. Сердуков, О.Л. Смирнова, К.А. Соколов, В.А. Угрюмов, Е.И. Федоткин, Н.М. Федотова, Е.А. Хлыбов.

В группу систем автоматизации исследований и управления, которой руководил д.т.н. Ф.М. Кулаков, входили к.т.н. В.В. Александров, Ю.А. Аристов, к.т.н. Ю.Л. Гранат, д.т.н. М.Б. Игнатъев, Н.В. Кистанова, Н.И. Кукин, В.М. Лачинов, Э.А. Ливкин, И.П. Поднозова, А.О. Поляков, к.т.н. Л.П. Романова, к.ф.-м.н. Л.В. Чернышева, Б.М. Шишкин, В.С. Шнейдеров.

В 1976-1977 гг. ЛВЦ получил пополнение в виде группы молодых специалистов с высшим и средним специальным образованием. Среди них были ставшие в процессе работы ведущими специалистами института В.В. Герасимов, В.А. Петухов, Н.Д. Горский, А.В. Флегонтов, А.Н. Федорченко, Л.П. Гордеева, Т.В. Бахвалова, Н.Н. Фоминова, Н.А. Трошина, Б.А. Панов, В.Г. Прусаков, В.И. Чукин, В.И. Добряков, А.Н. Чупланов, Л.Н. Сухина, А.В. Каширский и др. Результаты их работы стали весомым вкладом в достижения института. Кандидатские и докторские диссертации стали свидетельством достигнутой ими высокой научной квалификации. Вместе с первыми сотрудниками ЛВЦ молодые специалисты стали основой коллектива организуемого института.

Группа информационно-вычислительных систем за короткий срок выполнила большой объем работ по подготовке помещений для вычислительной техники, созданию систем электроснабжения и кондиционирования (руководитель В.А. Самаркин), установке и настройке ЭВМ БЭСМ-6 (руководитель Д.И. Волгин), установке и отладке системного и прикладного математического обеспечения (руководитель В.И. Воробьев), формированию режима коллективного пользования.

В 1975 году была введена в эксплуатацию первая ЭВМ БЭСМ-6, в 1976 году — вторая, а также МИР-2 и М-6000. ЛВЦ полностью взял на себя выполнение заявок академических учреждений на выполнение вычислительных работ. Только за 1976 год наработка на двух ЭВМ БЭСМ-6 составила более 5000 часов, что превысило норму ЦСУ. Было решено более 20000 задач, причем вычислительной техникой ЛВЦ пользовались более 250 человек из 15 ленинградских академических институтов.

Уже начальный период эксплуатации вычислительного комплекса ЛВЦ показал, что этот комплекс, покрывая текущие потребности организаций-пользователей, не позволяет 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 выпуске систем такого класса специализировалась фирма Контрол Дейта Корпорейшн (СиДиСи). Первые контакты руководства ЛВЦ с представителями фирмы показали, что фирма может рассмотреть вопрос о приобретении Академией наук СССР для установки в ЛВЦ одной из выпускаемых фирмой вычислительных систем. Предложение о заключении контракта на поставку для ленинградских учреждений АН СССР ЭВМ САЙБЕР-172-6 было направлено руководству фирмы в октябре 1976 г. в Государственный комитет Совета Министров СССР по науке и технике (ГКНТ). После ряда встреч и переговоров контракт на поставку фирмой СиДиСи ЭВМ САЙБЕР-172-6 на сумму 4,0 млн. долларов был подписан в мае 1977 года. В условия контракта входили переоборудование помещений и поставка дополнительного оборудования финской фирмой ЛАРСЕН, а также обучение в США группы сотрудников ЛВЦ. Связь с представителями фирмы в ходе подготовки и реализации контракта со стороны ЛВЦ осуществлял к.т.н. Ю.Б. Корнилов.

Реализация контракта была связана с большим объемом организационно-технической и экономической деятельности и необходимости оперативного решения постоянно возникающих проблем, в том числе проблем международного характера. В связи с этим Президиум АН СССР своим распоряжением 6 июля 1977 года возложил на руководителя ЛВЦ д.т.н. В.М. Пономарева исполнение обязанностей заместителя директора ФТИ.

Сотрудникам группы систем автоматизации исследований и управления необходимо было на основе мнений научных работников ленинградских учреждений АН СССР, НИИ и вузов определить наиболее актуальные направления научно-исследовательской работы в ЛВЦ, начать исследования по этим направлениям и организовать сотрудничество с другими научными коллективами. В результате проведенной работы были начаты исследования в области управления сложными комплексами (системы народнохозяйственных 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 был организован совместный Учебно-исследовательский центр Ленинградского научно-производственного объединения «Красная заря», Ленинградского электротехнического института (ЛЭТИ) и ЛВЦ. Был организован постоянно действующий семинар по автоматизации исследований и проектирования.

К новой ленинградской научной организации начали проявлять интерес зарубежные ученые. В мае 1976 г. в ЛВЦ нанесли визит директор Исследовательского института вычислительной техники и автоматизации Венгерской академии наук член-корреспондент ВАН профессор Т. Вамош и сотрудники этого института доктор Я. Гертлер с супругами. Этот визит заложил основы многолетней программы научного сотрудничества, подготовки и проведения международных научных мероприятий и обмена специалистами.

На встрече с профессором Д. Мики (Эдинбургский университет, Англия) была обсуждена возможность проведения в Ленинграде Международной конференции по искусственному интеллекту. Эта идея была поддержана многими известными зарубежными учеными и руководством Отделения механики и процессов управления.

Первое международное совещание по искусственному интеллекту было проведено в пос. Репино под Ленинградом в апреле 1977 г. под председательством заместителя Академика-секретаря Отделения механики и процессов управления члена-корреспондента АН СССР Г.С.Поспелова. В совещании приняли участие такие известные зарубежные ученые, как Л. Заде (США), Э. Фредкин (США), М. Арбиб (США), Ж. Симон (Франция) и др. На совещании были обсуждены проблемы распознавания естественной речи, управления роботами, решения творческих задач и др. Большой интерес вызвал доклад Р.Х. Зарипова (Казань) о разработанной им программе создания на ЭВМ музыкальных мелодий. В качестве примера докладчиком был продемонстрирован сочиненный им «Гимн искусственному интеллекту». С ролью «хозяйки» международной встречи успешно «стартовала» И.П. Поднозова, и это определило ее самое активное участие в нашей международной деятельности.

В 1977 году ЛВЦ вместе с другими ленинградскими учреждениями АН СССР разработал и согласовал «Основные направления совместной деятельности», в которых были сформулированы следующие формы совместной работы:

- предоставление машинного времени на вычислительном комплексе ЛВЦ;
- разработка прикладных программ и пакетов прикладных программ;
- разработка и создание баз данных;

- создание систем автоматизации исследований и управления экспериментами;
- создание и установка терминалов и сетевых терминальных комплексов;
- проведение совместных научных исследований и подготовка совместных публикаций;
- создание методических материалов по математическому обеспечению;
- подготовка и прочтение сотрудниками ЛВЦ циклов лекций и организация в ЛВЦ постоянных консультаций для пользователей из ленинградских учреждений АН СССР.

Объем работ по созданию в ЛВЦ вычислительного комплекса коллективного пользования непрерывно возрастал. Необходимость перевода ЭВМ БЭСМ-6 на круглосуточный режим потребовала увеличения численности персонала. Необходимо 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. Численности 55 человек, которую выделил ФТИ для ЛВЦ в начале 1977 г., было недостаточно для обеспечения требуемого объема работ. Поэтому Президиум АН СССР своим постановлением N38 от 20 января 1977 года принял решение о целесообразности организации Ленинградского научно-исследовательского вычислительного центра АН СССР (ЛНИВЦ) на базе ЛВЦ. Началась длительная процедура подготовки соответствующего правительственного решения, которая продолжалась до конца 1977 г.

К этому времени ЛВЦ состоял из двух лабораторий общей численностью 82 человека, в том числе 3 доктора и 8 кандидатов наук.

### **Ленинградский Научно-Исследовательский Вычислительный Центр АН СССР (ЛНИВЦ)**

На основании совместного ходатайства ГКНТ, АН СССР, Министерства финансов СССР, АН СССР и Ленгорисполкома Совет Министров СССР своим Распоряжением N 2643р от 19 декабря 1977 г. постановил организовать в г. Ленинграде вычислительный центр АН СССР (на правах научно-исследовательского института) на базе отдела Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе АН СССР. В соответствии с этим распоряжением Президиум АН СССР своим постановлением N 194 от 19 января 1978 г. организовал Ленинградский научно-исследовательский вычислительный центр АН СССР (на правах научно-исследовательского института) в составе Отделения механики и процессов управления АН СССР (ОМПУ),

назначив директором центра доктора технических наук В.М. Пономарева и утвердил 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 (системы народнохозяйственных объектов, робототехнические системы 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».

Ленинградский обком КПСС установил для центра на 1971-1981 гг. предельную численность 250 человек.

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. Конечно, основу коллектива составили сотрудники ЛВЦ, численность которого к моменту перевода из штата ФТИ в штат ЛНИВЦ в конце 1 квартала 1978 г. составляла уже 82 человека. До конца 1979 года в штат ЛНИВЦ было зачислено еще 90 человек. К этому времени и была определена структура центра, в соответствии с которой в составе ЛНИВЦ были организованы 14 лабораторий, объединенных в 4 отдела, и опытное производство. Была сформирована администрация, в которую кроме

директора вошли также заместитель директора по общим вопросам В.А. Милешников, ученый секретарь к.т.н. Л.П. Романова, ученый секретарь по международным связям Л.С. Большакова, главный бухгалтер Н.А. Соколова, главный инженер Э.А. Ливкин, главный энергетик В.А. Самаркин и главный механик М.А. Дулатов (он же начальник опытного производства), Н.А.Трошина (референт).

Заведующим отделом средств автоматизации научных исследований стал д.т.н. Ф.М.Кулаков, заведующим отделом информационно-вычислительных систем и сетей — к.т.н. Ю.Б. Корнилов. В соответствии с установленным порядком должности заведующих лабораториями заняли:

- системных исследований — к.т.н. В.В. Иванищев;
- информационных проблем — к.ф.-м.н. В.М. Вяткина;
- автоматизации исследований — к.т.н. Александров;
- планирования и информационного обеспечения — к.э.н.

В.Ф. Бизянов;

– специализированных микропроцессорных устройств — к.т.н. А.Н. Домарацкий;

- робототехники — д.т.н. А.Е. Бор-Раменский;
- вычислительных комплексов — Д.И. Волгин;
- вычислительных сетей — к.б.н. Б.М. Шишкин;
- математического обеспечения — к.ф.-м.н. В.И. Воробьев;
- систем передачи данных — Г.М. Лосев.

– несколько позже были созданы лаборатория вычислительных структур во главе с к.т.н. В.А. Торгашевым для разработки ЭВМ с динамической архитектурой и отдел проблем управления научными исследованиями во главе с д.х.н. Н.Ф. Федоровым для обеспечения работы Междуведомственного координационного совета АН СССР в Ленинграде (МКС).

К концу 1980 г. в ЛНИВЦ работали уже более 240 сотрудников, в том числе 6 докторов и 28 кандидатов наук.

Организационная самостоятельность ЛНИВЦ несколько облегчила работу по реализации контракта с фирмой СиДиСи. Это было очень важно, так как в соответствии с контрактом основные работы по контракту должны были завершиться в 1978 году. А сложности возникали. Так, фирма своим решением исключила из списка пользователей три ленинградских организации АН СССР, наиболее заинтересованных в использовании возможностей приобретенной системы. Часть оборудования не была поставлена. Тем не менее в ноябре 1978 г. система «САЙБЕР 172-6» была принята и введена в эксплуатацию. Окончательная приемка системы была осуществлена в декабре 1978 г. комиссией АН СССР под председательством академика Б.Н. Петрова.

В 1978 г. был проведен анализ потребностей ленинградских учреждений АН СССР в объеме и характере вычислительных работ, а также в научно-методической помощи со стороны ЛНИВЦ, были разработаны и утверждены двухсторонние соглашения об основных направлениях совместной работы. Так, было выявлено, что если в таких организациях АН СССР как Ленинградский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова (ЛИЯФ) или Институт теоретической астрономии (ИТА) отношение количества машинных операций к количеству операций, выполняемых обычным способом при обработке информации, имело порядок 100000, то в Институте геологии и геохронологии докембрия (ИГГД) и Институте цитологии (ЦИН) этот коэффициент не превышал 100.

В соответствии с возрастающими потребностями ЛНИВЦ быстро наращивал объем вычислительных работ. К концу 1978 г. для 18 ленинградских организаций АН СССР было выделено около 10000 часов машинного времени на ЭВМ БЭСМ-6. Ежедневно через ЭВМ проходило около 200 задач.

Эффективность использования вычислительной техники ЛНИВЦ научными сотрудниками ленинградских организаций АН СССР в значительной степени снижалась общепринятым в это время пакетным режимом обработки информации. В соответствии с этой технологией каждый пользователь представлял программу решения своей задачи в форме пакета перфокарт. Операторы ЛНИВЦ собирали из этих пакетов общую очередь, которая вводилась в ЭВМ. При обнаружении ошибки в программе пакет возвращали пользователям для внесения исправлений. После внесения исправлений процесс повторялся. Так как количество ошибок зависело от опыта пользователя, и причиной возврата могли быть также сбои ЭВМ, то конфликты между пользователями и операторами ЛНИВЦ были достаточно частым явлением. Но главное, большая потеря рабочего времени пользователей была связана с их неизбежными частыми поездками из своей организации в ЛНИВЦ и обратно. Поэтому переход от пакетного режима к режиму телеобработки информации был основной задачей 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 было 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 терминальный комплекс коллективного пользования был установлен в наших помещениях. Режим теледоступа заметно упростил процесс отладки задач и повысил пропускную способность комплекса. Прокладка кабеля, соединяющего ЛНИВЦ с городским телефонным узлом, открыла выход на междугородние и международные линии связи.

Комиссия ОМПУ под руководством члена-корреспондента АН СССР Г.С. Поспелова отметила, что к концу 1980 г. ЛНИВЦ завершил работу по созданию первой очереди информационно-вычислительной сети для ленинградских учреждений АН СССР (ЛИВСАН), в которую входила сеть некоммутируемых телефонных каналов, охватывающая 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 (гг. 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 д.т.н. В.М. Пономарев. В соответствии с программой разработки АКАКДЕМСЕТИ ее ленинградская часть получила название «Региональная вычислительная подсеть (РВПС) «Северо-Запад». Ее главным конструктором был назначен зам.директора ЛНИВЦ по научной работе к.т.н. А.Н. Домарацкий. Работы по созданию АКАКДЕМСЕТИ и РВПС «Северо-Запад» были включены в целевую комплексную научно-техническую программу О.Ц.025.

Несмотря на практическое отсутствие дополнительных целевых ресурсов работа по дальнейшему распространению и совершенствованию ЛИВСАН успешно продолжалась. К концу 1982 г. сеть охватывала 33 организации, к концу 1985 г. — 44 организации. Одновременно с вводом в эксплуатацию новых линий выполнялись исследования 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 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. К этому времени все пользователи работали в режиме теледоступа, используя при этом разработанные в ЛНИВЦ диалоговые программные системы.

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. Освоение вычислительной системы САЙБЕР 172-6 осложнилось тем, что после введения в США эмбарго на продажу в СССР вычислительной техники и программных средств фирма СиДиСи прекратила предусмотренную контрактом поставку запчастей. Высокая квалификация инженеров ЛНИВЦ (руководитель к.т.н. Маклаков А.Н.) позволила и в этих условиях справляться со

всеми возникающими трудностями. Отказавшие элементы были заменены их эквивалентами с использованием отечественной элементной базы. Более того, проведенные доработки позволили существенно увеличить производительность системы. По сути это было одно из первых в стране импортозамещений.

В 1983 г. в состав вычислительного комплекса была включена ЭВМ ЕС-1052, что сделало наш комплекс самым мощным в стране информационно-вычислительным комплексом коллективного пользования.

Наши системные программисты во главе с к.ф.-м.н. В.И. Воробьевым и В.Н. Коноплевым к 1980 г. 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. Созданные 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 результате постоянно проводимой работы по развитию вычислительного комплекса быстро росла его производительность. Если в 1978 г. суммарная годовая производительность комплекса составила 12300 часов, то в 1982 г. она возросла до 22800 часов, а в 1985 г. — до 31500 часов машинного времени. Вычислительные и программные ресурсы ЛНИВЦ становились все более и более востребованными. Общее число организаций-пользователей в 1982 г. составило 55. А в 1985 г. вычислительными и программными ресурсами ЛНИВЦ пользовались уже около 2000 специалистов из 82 организаций-пользователей. Заметно возрастала эффективность комплекса. 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 (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 уже в 1982 г. превысила 4,0 руб.эфф./руб.затр., что значительно превышало среднюю экономическую эффективность научных исследований, составлявшую около 2,5 руб.эфф./руб.затр.

В условиях самостоятельного института 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 разработки 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 д.т.н. В.М. Пономаревым и к.т.н. В.В. Александровым было разработано понятие алгоритмической модели. Используя это понятие, специалист-предметник должен был довести описание

объекта моделирования до комплекса алгоритмов, позволяющих получить результат моделирования. Коллективом под руководством к.т.н. В.В. Иванищева был разработан графический язык, позволяющий изобразить такой алгоритм в виде алгоритмической сети. Разработанная этим же коллективом программная система, заложенная в ЭВМ, предоставляла 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.

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 к.т.н. 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.

Следующей важной работой стало создание большой программной системы для обработки разнотипных данных. В основу системы был положен разработанный к.т.н. В.В. Александровым структурный подход к обработке экспериментальных данных. В рамках 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 был оценен специалистами как важный фундаментальный результат, имеющий весьма широкую область применения. Разработанная программная система позволяла

выявлять взаимозависимость признаков и кроме статистического анализа решала 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. Это было использовано при разработке диалоговой системы медицинской диагностики, в процессе создания совместно с сотрудниками Русского музея музейных баз данных, а также при создании диалоговых информационно-поисковых систем различного назначения.

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 к.т.н. А.Н. Домарацкого. Создаваемый 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. были созданы системы автоматизации научных исследований (АСНИ) в четырех ленинградских академических институтах (Институт физиологии им. И.П. Павлова, Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова, Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова и Институт высокомолекулярных соединений). Была организована совместно с Институтом экспериментальной медицины Академии медицинских наук лаборатория моделирования механизмов деятельности мозга (зав. лабораторией к.ф.-м.н. С.В. Медведев). Под его руководством была создана система автоматизации исследования биоэлектрической активности мозга. Модульный принцип построения аппаратных и программных средств был использован также при создании систем управления роботов, разрабатываемых под руководством д.т.н. Ф.М. Кулакова и д.т.н. А.Е. Бор-Раменского.

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 к.т.н. Ю.А. Косарева.

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

В 70-х годах 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 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 это 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 к.т.н. 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 автоматически 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, выполняемых в ЛНИВЦ, и его активное участие в ряде внутрисююзных и международных научных мероприятий, большое научное и прикладное значение результатов, выполняемых ведущими специалистами ЛНИВЦ разработок, обеспечили им известность в широких кругах специалистов, тем более, что в конце 70-х годов стала очевидной необходимость 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 это время должность Председателя Государственного Комитета СССР по науке и технике (ГКНТ), 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 ЛНИВЦ в состав пяти проблемных комиссии ККВТ (из девяти) были включены д.т.н. В.М. Пономарев, д.т.н. М.Б. Игнатъев, к.т.н. А.Н. Домарацкий и к.т.н. В.В. Александров.

Создание ККВТ, как показала практика, было очень удачным и своевременным мероприятием, позволившим начать ликвидацию разобщенности специалистов, параллелизм разработок и отсутствие 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 и ЛНИВЦ.

Для ученых ЛНИВЦ 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. Работая длительное время директором ВНИИ электромашиностроения — головного института Министерства электротехнической промышленности, академик И.А. Глебов прекрасно понимал необходимость координации и повышения эффективности научных исследований, выполняемых в академических институтах, вузах и отраслевых НИИ. Поэтому 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 ЛНИВЦ было возложено обеспечение работы МКС и его специализированных советов. Одним из заместителей Председателя МКС был назначен д.т.н. В.М. Пономарев. Аппарат МКС вошел в штатный состав организованного в 1979 г. Отдела проблем управления

научными исследованиями (зав.отделом д.х.н. Н.Ф.Федоров). Информационная поддержка МКС осуществлялась Лабораторией планирования и информационного обеспечения (зав.лабораторией к.э.н. В.Ф. Бизянов).

Одной из первых разработок, выполненных в интересах МКС, стала автоматизированная система оценки эффективности работы ленинградских научных учреждений АН СССР. Система позволяла проводить оценку по 128 абсолютным и относительным показателям, собранным в базе данных. Абсолютные показатели собирались из отчетных материалов, относительные — рассчитывались на ЭВМ. Общий отчет по всем учреждениям формировался системой и выдавался на распечатку.

К моменту образования МКС в ЛНИВЦ уже имелся опыт работы в интересах региона. Так, в связи с обращением Ленинградского обкома КПСС к Президиуму АН СССР в ЛНИВЦ была разработана модель капитального строительства в Ленинграде и Ленинградской области, позволяющая оценивать варианты размещения объектов жилищного и культурно-бытового строительства, очередность и масштабы развития промышленных предприятий, транспортной сети, мероприятий по охране окружающей среды.

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 народнохозяйственного 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 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 к.т.н. В.Н. Ханенко и использована при формировании региональной программы научно-технического прогресса и других региональных программ.

Большое значение для Ленинграда в этот период приобрело решение вопроса о строительстве комплекса сооружений для защиты города от наводнений (в просторечии «дамбы»). Проект строительства сооружений вызвал 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 к.т.н. В.И. Воробьевым и С.В. Афанасьевым были разработаны машинные модели, позволившие исследовать влияние дамбы на акваторию. Как показало 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%. Очевидно, что 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 годах на 1 рубль дополнительных капиталовложений увеличение объема производства превышало 4 рубля, то к 80-м годам 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 оборудование 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 только к массовому производству. Оба эти пути не подходили для Ленинградского региона, где преобладало

мелкосерийное производство. Для такого производства 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, то в его основе 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 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 предприятием (АСУ), 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 позволить 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 — на 20-60%. По поручению Ленинградского обкома КПСС в ЛНИВЦ была создана научно-методическая группа, которой были разработаны 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 гг. и до 1990 г. (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 им. 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 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, а также в таких международных организациях, как Международная федерация по

автоматическому управлению (ИФАК) и Международная федерация по обработке информации (ИФИП), Международный институт прикладного системного анализа и др. При содействии этих организаций ЛНИВЦ подготовил и провел ряд международных научных мероприятий.

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

В октябре 1980 г. в пос. Репино под Ленинградом было проведено Второе международное совещание по искусственному интеллекту. Организаторами совещания выступили Научный совет по проблеме «Искусственный интеллект» Комитета по системному анализу при Президиуме АН СССР и Научный совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика». Председателем совещания был член-корреспондент АН СССР Г.С. Пospelов. В совещании приняли участие 64 ученых из 13 стран (США, Франция, Италия, Англия, Бельгия, Финляндия, Индия, ГДР, ЧССР, ВНР, ПНР, СФРЮ и СССР). Было сделано 65 докладов. Основной 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 соответствии с принятой практикой труды конференции были изданы на английском языке под редакцией д.т.н. В.М. Пономарева издательством Норт-Холланд.

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). 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». На этом симпозиуме 7 докладов были сделаны сотрудниками ЛНИВЦ. Труды симпозиума были изданы в 1984 г. на английском языке под редакцией д.т.н. В.М. Пономарева издательством Пергамон Пресс.

Систематическое общение с зарубежными коллегами способствовало возникновению и развитию долговременного научного сотрудничества с иностранными научными организациями. Успешно проходила совместная работа с ИИВТА. Работал совместный советско-венгерский семинар, отлаживалась линия передачи данных Ленинград — Будапешт, проверялась возможность выхода через Будапешт на другие европейские центры, оживилось участие в работе ИФАК, поскольку директор ИИВТА академик Т. Вамош был избран вице-президентом, а затем президентом этой ассоциации.

Активная совместная работа началась с Центральным институтом кибернетики и информационных процессов Академии наук ГДР. В соответствии с программой совместных работ проходили регулярные встречи сотрудников ЛНИВЦ с немецкими коллегами. Постепенно наладились научные связи ЛНИВЦ с Институтом технической кибернетики и робототехники Болгарской Академии наук и Институтом технической кибернетики Словацкой Академии наук в области робототехники и автоматизации производства.

Территориальная близость способствовала возникновению длительного научного сотрудничества ЛНИВЦ с Техническим исследовательским центром Финляндии, а общие интересы в области проблематики искусственного интеллекта помогли наладить совместную работу ЛНИВЦ с Университетом Париж-6. Совершенствованию региональных моделей социально-экономического развития способствовало научное сотрудничество ЛНИВЦ с Йоркским университетом (Канада).

Высокий уровень выполненных в ЛНИВЦ исследований содействовал быстрому росту научной квалификации сотрудников. Количество диссертантов особенно возросло после создания в ЛНИВЦ в 1983 г. квалификационного специализированного научного совета, которому было разрешено принимать к защите докторские и кандидатские диссертации. Этому способствовало также получение ЛНИВЦ разрешения на публикацию научных трудов. В 1978 г. был издан первый сборник научных трудов ЛНИВЦ. В дальнейшем такой сборник выходил в свет регулярно. С 1979 г. началось издание монографий.

## **Ленинградский институт информатики автоматизации АН СССР**

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. По просьбе Ленинградского обкома КПСС руководство АН СССР рассмотрело эту ситуацию.

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.

В связи с изменением номенклатуры научных специальностей институту была разрешена подготовка научных кадров через аспирантуру по специальностям 05.13.01 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и систем» и 05.13.13 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети».

Для проведения работ по новым направлениям были организованы новые структурные подразделения. В 1985 г. в институте был организован Отдел проблем интенсификации



народного хозяйства региона (зав. отделом к.т.н. Е.К. Овсянников) в который вошли две лаборатории: Лаборатория управления и координации (зав. лаб. Е.А. Щекатихин) и Лаборатория методического обеспечения (зав. лаб. д.т.н. И.А. Румянцев).

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 13.10.87. № 940 организовал в ЛИИАН Отдел технических систем экологической безопасности (Научно-исследовательский центр экологической безопасности (НИЦЭБ)). Руководителем НИЦЭБ был назначен к.т.н. В.К. Донченко.

Аппарат управления был сформирован из специалистов, отлично зарекомендовавших себя за годы работы в ЛНИВЦ. Вместе с директором института в него вошли: д.т.н. А.Н. Домарацкий, В.А. Милешников, к.т.н. Л.П. Романова (ученый секретарь), Л.С. Большакова (ученый секретарь по международным связям), Н.А. Соколова (главный бухгалтер), Т.И. Мирошниченко (зав.отделом кадров и канцелярией), З.И. Румянцева (зав.первым отделом), В.А. Самаркин (гл.энергетик), М.А. Дулатов (гл.механик). В мае 1989 г. на должность заместителя директора по научной работе был назначен доктор технических наук Р.М. Юсупов.

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. Институт располагал основными фондами в объеме 27,4 млн.руб.

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, комплексная отладка и ввод в эксплуатацию центра коммутации пакетов (ЦКП), связанного выделенными телефонными каналами с ЦКП РВПС «Центр» (Москва) и ЦКП РВПС «Прибалтика» (г. 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 д.т.н. 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.

Центральный вычислительный комплекс ЛИИАН пополняется новой техникой, проводится замена части оборудования на более современное. Все вычислительные средства объединяются в ЛВС. Модернизируется и упорядочивается прикладное программное обеспечение. Разработаны и сданы в Государственный фонд алгоритмов и программ (ГОСФАП) пакеты прикладных программ «Решение задач вычислительной математики» и «Решение задач математической физики».

В этот период впервые возникли проблемы обеспечения информационной безопасности в связи с попытками несанкционированного вмешательства в систему управления вычислительным процессом. Особенно опасной была попытка взломать и вывести из строя операционную систему ЭВМ «САЙБЕР 172-6», что в случае успеха взломщика могло причинить большой ущерб всей системе коллективного пользования вычислительными ресурсами ЛИИАН. Бдительность и высокий профессиональный уровень специалистов института позволили быстро обнаруживать и пресекать все эти попытки.

Популярность нашей информационно-вычислительной сети продолжала расти. В 1987 г. ее ресурсами пользовались уже более 100 организаций, и число пользователей превысило 2500 человек. Однако в связи с расширением рынка вычислительной техники и, особенно, после появления персональных компьютеров и быстрым расширением их производства из системы коллективного пользования начинают выбывать потребители простых вычислительных работ. К 1990 г. количество организаций — потребителей вычислительных ресурсов ЛИИАН и, соответственно, количество пользователей уменьшилось почти в 2 раза по сравнению с уровнем 1987 г. В то же время области и возможности использования того, что начали называть «информационными технологиями» продолжали быстро

расширяться. В частности, актуальность разработки систем и методов автоматизации научных исследований продолжала повышаться.

Как показали исследования, выполняемые под руководством д.т.н. 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 являются функциональные и базисные процессы. 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 снижает трудоемкость таких разработок. Очень важно, что система и фонд модулей могут 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.

Разработка программного обеспечения для вычислительного эксперимента потребовала углубленной проработки вопросов теории алгоритмов. Эти исследования выполнялись под руководством д.ф.-м.н. 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 было использовать алгоритмы полиномиальной сложности вместо уже известных алгоритмов экспоненциальной сложности. Важным теоретическим результатом было построение алгоритма полиномиальной сложности для разложения многочленов на множители. 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 д.т.н. В.В. Иванищева, уже было показано, что построение алгоритмической модели во многих случаях может быть сведено к построению алгоритмические 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 входят 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.

Метод рекурсивной структуризации информационных процессов, разработанный д.т.н. В.В. Александровым, 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.), но и позволил 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 И.П. Поднозовой была создана первая очередь музейной базы данных.

Под руководством д.т.н. В.В. Александрова были разработаны 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.

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 д.т.н. В.В. Александровым (экспертные системы), д.ф.-м.н. Н.Н. Ляшенко (алгоритмы индуктивного вывода), д.т.н. В.И. Городецким (системы накопления и обработки знаний) и возглавляемыми ими коллективами.

В процессе разработки АСНИ мы уже столкнулись с проблемой создания больших объемов программного обеспечения. Еще более остро 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 : 5 и коэффициент повторного использования программных средств, равный 1,5 (в США 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 д.ф.-м.н. А.О. Слисенко. Были оценены возможности использования языков программирования высокого уровня, в том числе языка Форт (руководитель д.ф.-м.н. С.Н. Баранов), способы обеспечения мобильности программ (руководитель д.т.н. В.И. Воробьев), способы тестирования, верификации и сертификации программного обеспечения, достижения высокой надежности программного обеспечения, пути построения инструментально-технологических систем автоматизации программирования.

Продолжалась работа по созданию высокопроизводительной и высоконадежной вычислительной структуры с распределенным управлением — МДА. Совместно с НИЦЭВТ велась разработка аппаратного и программного обеспечения опытного образца МДА, получившего заводской шифр ЕС-2704. В ходе этой работы была разработана, исследована и передана в опытную эксплуатацию кроссовая система отладки макропроцессорных вычислительных структур в составе гибкой системы микропрограммирования и универсальной системы моделирования на логическом и функциональном уровнях. Была разработана структура распределенной операционной системы и завершены работы по проектированию структурных и принципиальных схем вычислительного, коммутационного и интерфейсного модулей МДА.

Лаборатория моделирования деятельности мозга (зав.лабораторией к.ф.-м.н. С.В. Медведев) получила в свое распоряжение импортный протонный томограф. Большой комплекс экспериментального оборудования, которым теперь располагала лаборатория, создал возможности для существенного расширения исследований. В дальнейшем на базе коллектива лаборатории был организован Институт мозга АН СССР.

Расширилось участие института в работе созданного в 1983 г. Ленинградского научного центра АН СССР (ЛНЦ). Директор ЛИИАН д.т.н. В.М. Пономарев в 1987 г. был введен в состав Президиума ЛНЦ, а в 1988 г. был назначен первым заместителем Председателя Президиума ЛНЦ.

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 д.т.н. 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). Структурными подразделениями Совета были секции:

– Автоматизация научных исследований;

- Автоматизация производства;
- Системы автоматизированного производства;
- Автоматизация процессов и технических средств исследования и освоения Мирового океана;
- Биотехнические системы;
- Промышленные технологии производства программного обеспечения;
- Системы представления знаний и экспертные системы;
- Средства информационного обеспечения систем автоматизации, фундаментальных и прикладных исследований;
- Сети ЭВМ и распределенные вычислительные системы;
- Средства вычислительной техники;
- Автоматизация моделирования сложных систем;
- Прикладная информатика.

Председателями шести секций из двенадцати были сотрудники ЛИИАН. 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 постоянно действующие 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 ходе реализации Программы «Интенсификация-90» в ЛИИАН совместно с МКС была рассмотрена возможность организации в регионе непрерывного комплексного взаимоувязанного планирования от прогноза в Региональной комплексной программе научно-технического прогресса (РКП НТП) до 2005-2010 гг. через программу «Интенсификация» до отраслевых и региональных народнохозяйственных планов комплексного экономического и социального развития (КЭСР). На основании полученных результатов была разработана и одобрена Координационным центром программы «Интенсификация-90» методика формирования программы «Интенсификация-95», в которой был заложен принцип непрерывного программно-целевого планирования от РКП НТП через «Интенсификацию-95» до планов КЭСР, а также проект методики формирования РКП НТП до 2010 г. По этим методикам были сформированы проекты программы РКП НТП до 2010 г. и «Интенсификация-95». В отличие от программы «Интенсификация-90» новая программа «Интенсификация-95» имела более развитую структуру по направлениям НТП, народнохозяйственным комплексам, научным направлениям и районам Ленинградского региона. Так, например, основными направлениями раздела «Фундаментальные и прикладные исследования» были:

- 1) Автоматизация;
- 2) Новые технологии и материалы;
- 3) Экономия ресурсов;
- 4) Повышение качества;
- 5) Охрана окружающей среды;
- 6) Социальное развитие;
- 7) Совершенствование организации и управления.

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 подразделениями 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. Коллектив исполнителей под руководством д.т.н. 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 (д.т.н. А.А. Лескин), оптимизации технологической последовательности и состава оборудования и ПО для автоматизации проектирования ГАП (к.т.н. А.В. Смирнов). Был создан инструментальный комплекс для разработки ПО систем управления ГАП и были 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 (руководитель д.т.н. А.Н. Домарацкий).

Проблемы информационного обеспечения ИПК разрабатывались под руководством д.т.н. В.В. Александрова и к.т.н. В.Н. Ханенко. Были предложены новые принципы построения ПО ИПК, включающего базы знаний, экспертные системы, диалоговые системы принятия решений, алгебраические модели и интеллектуальный интерфейс. Под руководством д.т.н. А.Е. Бор-Раменского были разработаны принципы унификации технологических и технических модулей автоматизированных производств и систем автоматизации. Проблемы проектирования роботов для ИПК и, в том числе, сборочных роботов и их систем управления разрабатывались под руководством д.т.н. Ф.М. Кулакова. Был издан комплект методических материалов по проблемам ИПК и программе «Интенсификация-90».

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 к.т.н. Е.К. Овсянникова.

Большим и серьезным испытанием для ЛНЦ и ЛИИАН был пожар, произошедший 14-15 февраля 1988 г. в Библиотеке АН СССР (БАН) и его последствия. В процессе тушения пожара книгохранилища были залиты водой, что создавало угрозу гибели значительной части огромного и уникального книжного фонда. Для управления процессом ликвидации последствий пожара была создана комиссия ЛНЦ и в дальнейшем Межведомственная комиссия Ленгорисполкома, председателем которой был назначен д.т.н. В.М. Пономарев.

Первыми задачами, которые необходимо было решить, были расчистка и просушка книгохранилищ и сушка изданий. Хотя коллектив БАН под руководством зам.директора БАН по научной работе д.п.н. В.П. Леонова самоотверженно работал, не считаясь со временем, действиями их и многочисленных добровольцев (300-400 человек ежедневно) необходимо было четко и оперативно управлять. Для этой цели была создана рабочая группа во главе с зав.лабораторией ЛИИАН Е.А. Щекатиным, бывшим штабным офицером с богатым опытом управленческой работы. К 14 марта были просушены книгохранилища, составляющие 80% от общего объема и около 1,5 миллиона изданий (40%). Около 5% промоченных изданий были законсервированы в морозильных камерах ленинградских хладокомбинатов. Хотя работа по просушке книгохранилищ и изданий, в основном, была проведена достаточно быстро, уже в феврале возникла новая угроза: в условиях повышенной температуры и влажности в книгохранилищах началось массовое заражение книжных фондов грибами плесени. Хотя пожары в библиотеках разных стран

случались и раньше, способы борьбы с подобным явлением в таких масштабах не были найдены.

Группа членов городской комиссии в составе к.т.н. В.К.Донченко и к.т.н. О.А. Громова (НИЦЭБ), Е.А. Щекатирина (ЛИИАН), М.Ю. Соколова (Управление пожарной охраны) и В.С. Терпигорьева (НИИ пожарной охраны) разработала не имеющий аналогов в мировой практике метод комплексной дезинфекционной обработки книгохранилищ и находящихся в них изданий специальным аэрозолем (фумигация), в срочном порядке изготовили необходимое оборудование и сами провели испытания метода. После этого с 19 апреля по 27 мая была проведена обработка книгохранилищ объемом 44000 кубометров и находящихся в них 8100000 экземпляров изданий. Угроза гибели значительной части фондов БАН была предотвращена.

Проверка фондов БАН позволила обнаружить следы ряда попыток поджога изданий с помощью разных вариантов самовоспламеняющихся устройств, закладываемых в книги.

Продолжена была традиция организации международных научных мероприятий. 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, из них 9 — сотрудниками ЛИИАН по проблемам: экспертные системы, интеллектуальные производственные системы, системы принятия решений.

Расширялись международные научные связи. Так, после обмена визитами были начаты совместные работы с Институтом интеллектуальных машин. Академии наук КНР. Совместно с учеными США был организован Советско-Американский форум за повышение эффективности производства. Была начата работа по научному сотрудничеству с Университетом Западной Вирджинии и Мичиганским университетом. В соответствии с планом научного сотрудничества была организована стажировка наших молодых специалистов в Мичиганском университете (Энн Арбор).

В феврале 1991 г. на должность директора ЛИИАН вместо д.т.н. В.М. Пономарева, освобожденного в связи с истечением срока полномочий, был избран д.т.н. Р.М. Юсупов.

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИКИ И  
АВТОМАТИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (СПИИРАН)  
(1991–2017 гг.)**

Весь начальный этап существования института (1978-1990 гг.) был посвящен решению технических и технологических проблем компьютеризации и автоматизации с концентрацией усилий на разработку методологии создания и использования высокопроизводительных вычислительных комплексов и программного обеспечения, информационных сетей и гибких автоматизированных производств. При этом, однако, стало ясно, что простая компьютеризация не может обеспечить обществу прорыва на новый технологический уровень. Решением этой проблемы стал переход от простой компьютеризации к более широкой и глубокой информатизации общества.

Начало второго этапа развития Института, девяностые годы прошлого века, совпало с мировой тенденцией — процессом формирования информационного общества (общества знаний) как средства социально-экономического развития общества и обеспечения его национальной безопасности.

Этот процесс в широком смысле обычно называют информатизацией. Он заключается во всестороннем применении информационных технологий на основе использования быстро развивающихся глобальных интегрированных информационно-телекоммуникационных компьютерных сетей. Конечный результат информатизации — информационное общество (общество знаний).

В информационном обществе производство и потребление информации являются важнейшим видом деятельности, а информация признается наиболее значимым ресурсом. Информационно-телекоммуникационные технологии становятся базовыми технологиями, а информационная среда наряду с социальной и экологической — новой средой обитания человека.

Перед учеными института сложная проблема — содействовать построению в России информационного общества. Сложность заключалась в первую очередь в практическом отсутствии в научном мире не только научных основ процесса информатизации, но и даже концепции.

Чтобы привести исследования Института в соответствие с новыми тенденциями развития информатики и автоматизации Ученый совет института в 1995 году скорректировал основные научные направления исследований, рекомендовав принять их в следующем виде:

1. Фундаментальные основы информатизации общества и регионов, региональных информационно-вычислительных систем и сетей, информационной безопасности.

2. Теоретические основы построения информационных технологий для интеллектуальных систем автоматизации научных исследований, управления и производства и других сфер деятельности.

3. Теоретические основы построения аппаратно-программных комплексов, ориентированных на обработку информации в реальном масштабе времени.

4. Фундаментальные основы, модели и методы исследования информационных процессов в сложных (социо-, эко-, био-, геосистемы и др.) системах.

Исследования по этим направлениям во многом определялись работами Р.М. Юсупова. Им были разработаны концептуальные и научные основы информатизации, основные составляющие этого процесса структурные и экономико-математические модели информационного общества, базирующиеся на наличии в информационном обществе двух секторов экономики: традиционного и информационного, основанного на знаниях.

Рассмотрим некоторые важные результаты, полученные в 1991-2017 гг. в рамках этих научных направлений.

### **1. Фундаментальные основы информатизации общества и регионов, региональных информационно-вычислительных систем и сетей, информационной безопасности.**

Уже в 1989 г. в лаборатории прикладной информатики (зав. лаб. чл.-корр. РАН Р.М. Юсупов) была создана научно-исследовательская группа (руководитель д.т.н. В.П. Заболотский) для проведения исследований в области развития научно-методологических основ информатизации общества, выявления общих закономерностей, принципов, этапов и путей информатизации.

Под руководством Р.М. Юсупова были разработаны концептуальные основы информатизации, структурные и экономико-математические модели информационного общества. На основе экономико-математической модели была получена параметрическая модель развития науки, обобщающая классическую модель ускоренного развития науки. Модель позволяет учесть зависимость тенденции развития науки от основных фондов (объема финансирования), «утечки умов», количества и качества, занятых в науке людских ресурсов, старения знаний и др.

Созданная методология и эти модели явились теоретической основой для проведения исследований проблем информатизации и информационного общества. Были также разработаны подход и основанные на нем методы, модели и алгоритмы оценивания состояния и прогнозирования хода и результатов информатизации (В. П. Заболотский).

Полученные результаты позволили институту принять участие в разработке ряда концептуальных документов. В 1991 г. институтом была издана Концепция информатизации Ленинградского экономического региона (научно-методологические материалы). Основными исполнителями были Р.М. Юсупов, В.М. Пономарев, В.П. Заболотский, Д.В. Бакурадзе. В том же году сотрудники института приняли участие в разработке «Обобщенной концепции информатизации Ленинградского экономического региона».

В 1993 г. рабочая группа во главе с В.М. Пономаревым подготовила Концепцию информатизации Санкт-Петербурга. Эта концепция была официально утверждена мэрией города в качестве руководящего документа. Наконец, в 1998-1999 гг. с участием института (Р. М. Юсупов, В. П. Заболотский) была создана «Стратегия перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу», одобренная Правительством Санкт-Петербурга (Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 16.08.99 № 36 «О концепции «Стратегия перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу»).

В дальнейшем были разработаны концептуальные основы информационной политики мегаполиса на примере Санкт-Петербурга. В этих материалах определены и научно обоснованы цели, задачи, принципы и объекты этой политики в современных условиях, изложены основные направления и механизмы ее реализации, проведен анализ результатов ее воздействия на социально-экономическое, политическое и культурное развитие города. Применение концепции позволяет конкретизировать и научно обосновать основные направления деятельности органов власти по формированию информационного общества и информационного пространства Санкт-Петербурга как составных частей информационного общества и единого информационного пространства России, обеспечению вхождения Санкт-Петербурга в мировое информационное сообщество.

Развитие и обобщение положений этой концепции легли в основу разработанной учеными института (Р.М. Юсупов и В.П. Заболотский) по заказу Комитета по информатизации и связи проекта «Концепции информационной политики Санкт-Петербурга».

Работы института в области информатизации общества вызвали интерес и признание не только в России, но и за рубежом. Этому способствовало в частности организация и проведение институтом периодических международных конференций «Региональная информатика» в 1992-1996 гг. и в 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016 гг. На каждой из этих конференций присутствовало от 300 до 500 участников из разных регионов России и ряда других стран.

Более того, по заказу Межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ под руководством чл.-корр. РАН Р.М. Юсупова учеными института (д.т.н. В.П. Заболотский, к.т.н. М.А. Вус, к.ю.н. В.Б. Наумов) был разработан модельный закон «Об информатизации, информации и защите информации», который определяет правовые основы и регулирует отношения, возникающие при информатизации различных сфер деятельности, при формировании и использовании информационных технологий и систем, а также защите информации и прав субъектов, участвующих в информационных процессах и информатизации. 18 ноября 2005 г. разработанный закон был принят Межпарламентской Ассамблеей государств-участников СНГ и рекомендован для использования при гармонизации законодательства стран СНГ в области информатизации и связи.

В 2007 году также по заказу Межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ той же группой ученых института разработан проект модельного закона «Об электронной торговле».

Основные результаты исследований в области информатизации общества изложены в монографиях «Научно-методологические основы информатизации» (авторы Р.М. Юсупов, В.П. Заболотский, СПб.: Наука, 2000 г. «Концептуальные и научно-методологические основы информатизации» СПб.: Наука, 2009 г.). Это одни из первых в России фундаментальных изданий по проблемам информатизации.

Результаты исследований правовых отношений, возникающих при использовании сети Интернет, опубликованы к.ю.н. В.Б. Наумовым в монографии «Право и Интернет: очерки теории и практики». М.: Книжный дом «Университет», 2002. 432 с.

Исследования по отмеченному направлению поддерживались проектами Минпромнауки, грантами РФФИ и Администрацией Санкт-Петербурга, а их результаты неоднократно отмечались РАН как выдающиеся.

Таким образом, с 90-х годов прошлого века СПИИРАН по существу является научно-методическим центром информатизации Санкт-Петербурга, работы его ученых в этой области оказали положительное влияние и на процесс информатизации России.

Значительное внимание в институте уделялось исследованию концептуальных, методологических, науковедческих и исторических проблем развития информатики, как теоретической базы информатизации и инфокоммуникационных технологий. В частности, в работах Р.М. Юсупова и Р.И. Полонникова предложено определять информатику как междисциплинарную фундаментально-прикладную науку (комплекс научных направлений) об информации и информационных взаимодействиях. В число рассматриваемых в информатике информационных процессов включен процесс защиты

информации. Эти и другие результаты, связанные с анализом становления, состояния и процессов развития информатики изложены в указанной выше книгах Р.М. Юсупова и В.П. Заболотского и в монографиях Р.И. Полонникова: «Феномен информации и информационного взаимодействия» (СПб.: Анатолия, 2001 г.) и «Основные концепции общей теории информации» (СПб.: Наука, 2006 г.).

Широкая информатизация всех процессов на основе использования глобальных компьютерных сетей породила проблему информационной безопасности.

Исследования в области информационной безопасности проводились в следующих лабораториях института: интеллектуальных систем (д.т.н. В.И. Городецкий); прикладной информатики (чл.-корр. РАН Р.М. Юсупов), информационно-вычислительных систем и проблем защиты информации (д.т.н. В.И. Воробьев) и в научно-исследовательской группе компьютерной безопасности (д.т.н. И.В. Котенко).

Проблемы и основные направления исследований в области информационной безопасности были сформулированы в работах Р.М. Юсупова, В.П. Заболотского, И.В. Котенко и других сотрудников института.

Информационная безопасность в условиях глобальной информатизации общества определена как основной компонент национальной безопасности, пронизывающий все другие ее составляющие: экономическую, оборонную, социальную, экологическую безопасность и т.д. Рассмотрены различные концепции информационного противоборства, изучено их влияние на управление в организационно-технических системах, определены возможные оборонительные и наступательные средства ведения информационных воздействий. По некоторым результатам Р.М. Юсуповым были опубликованы глава «Информационная безопасность и ее влияние на важнейшие компоненты национальной безопасности» в книге «Наука и безопасность России», — Москва : Наука, 2000 г. и монография «Наука и национальная безопасность», — СПб : Наука, 2006 г.

В 1993 г. с участием института был разработан проект Конвенции о запрещении военного или любого иного враждебного использования методов и средств воздействия на инфосферу.

Активные исследования по разработке методов и инструментальных средств защиты информации проводились в лабораториях д.т.н. В. И. Городецкого и д.т.н. В. И. Воробьева. В 2005 г. на базе лаборатории интеллектуальных систем (заведующий д.т.н. В. И. Городецкий) была создана специальная научно-исследовательская группа компьютерной безопасности во главе с д.т.н. И. В. Котенко. В этой группе были успешно продолжены исследования вопросов защиты информации, инициированные еще в лаборатории В.И. Городецкого. Так усилиями д.т.н. И.В. Котенко были развиты теоретические основы,



алгоритмы и программная реализация агентно-ориентированного моделирования антагонистического противоборства атакующих и компонентов защиты компьютерных сетей. С использованием агентно-ориентированной имитации сетевых процессов создан прототип среды моделирования, основанный на имитационном моделировании компьютерных атак и механизмов защиты на уровне сетевых пакетов. Для распределенных атак «отказ в обслуживании» и механизмов защиты от них были проведены эксперименты. Полученные результаты показали возможность использования предложенного подхода для исследования различных аспектов взаимодействия команд агентов в сети Интернет с целью выработки рекомендаций по построению перспективных систем защиты.

Разработаны теоретические основы создания и алгоритмы функционирования ложных (обманных) информационных систем, представляющих собой программно-аппаратные средства обеспечения информационной безопасности, основанные на технологии искусственного интеллекта с использованием «ловушек» и ложных целей. Предлагаемый подход базируется на программной эмуляции компонентов информационных систем и на выделении трех уровней введения злоумышленников в заблуждение. Созданы программные средства и проведены эксперименты по реализации основных функций введения злоумышленников в заблуждение при реализации различного рода компьютерных атак.

Принимавший участие в этих исследованиях под руководством д.т.н. И.В. Котенко аспирант А.В. Уланов в 2006 г. был награжден золотой медалью РАН для молодых ученых.

В области стеганографии д.т.н. В.И. Городецким разработан новый метод скрытого встраивания информации в цифровые изображения и формат сжатого представления цифровых изображений. Разработанные метод и формат используют усеченное сингулярное разложение, специальный способ квантования и кодирования. Экспериментально показано, что при использовании предложенных способов квантования и кодирования можно обеспечить высокое качество восстановленного изображения при сжатии до 15% (без учета сжатия, получаемого дополнительно при использовании алгоритмов типа Хаффмана). Этот метод и формат дают возможность робастного встраивания изображения в изображение для обеспечения скрытых коммуникаций. Разработанный формат позволяет обеспечить большой объем встраиваемой информации при сохранении «визуальной прозрачности» и устойчивости встроенной информации по отношению к помехам, в частности к JPEG компрессии. Этот подход распространен также на задачи самовстраивания изображений. Назначение последнего алгоритма состоит в том, чтобы обеспечить возможность

автоматического восстановления исходного изображения при его случайном или намеренном повреждении. Исследования поддерживались зарубежными проектами. Результат отмечен как важнейший результат РАН за 2000 г.

Другой подход в области стеганографии развивает к.т.н. М.В. Харинов. Им разработана модель сигнала (аудиосигнала или изображения) как двойственной запоминающей среды и средства для обмена дискретной информацией. Согласно модели, сигнал обладает тричной «виртуальной» памятью, которая устойчиво сохраняет явную информацию сигнала в фиксированных (read-only) тритах, а в модифицируемых (read-write) тритах содержит неявное сообщение. Для улучшения качества сигнала предусмотрено преобразование модифицируемых тритов в фиксированные.

В задачах стеганографии такая модель обеспечивает повышение объема встраивания до 30 и более процентов от объема контейнера. В задачах распознавания изображений модель позволяет связать обнаружение объектов со снижением количества информации в амплитудных отсчетах сигнала, а для хранения и передачи предложить способ сжатия сигнала без скремблирования и ухудшения качества с точки зрения автоматической обработки. Помимо приложений в области защиты информации модель представляет интерес для развития средств компьютерной графики, а также для моделирования зрительного и слухового восприятия.

Результаты исследования защищены двумя заявками на патент РФ, оформленными от имени СПИИРАН совместно с компанией «Самсунг Электроникс», поддержаны грантом РФФИ и опубликованы в монографии Харинов М.В. Запоминание и адаптивная обработка информации цифровых изображений / Под ред. Р.М. Юсупова. — СПб: Изд-во СПбГУ, 2006. — 138 с.

В лаборатории информационно-вычислительных систем и проблем защиты информации под руководством д.т.н. В.И. Воробьева разработана технология мониторинга сетевой безопасности на основе использования сетевых сканирующих роботов для поиска требуемой информации в сетевых информационных ресурсах. В отличие от известных поисковых систем эти роботы имеют семантические анализаторы текста, систему управления с переменной структурой.

Исследования института по проблеме информационной безопасности вызвали интерес и поддержку Российских и зарубежных фондов и организаций.

В этой связи по проблеме информационной безопасности институт организовал и провел в 1999-2007гг. ряд конференций и семинаров:

1. Межрегиональная конференция «Информационная безопасность регионов России» — 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017 гг.

2. Международный семинар «Математические методы, модели и архитектуры безопасности компьютерных сетей» — 2001\* 2012 г.

3. Секция «Информационная безопасность» Международной конференции «Региональная информатика» — 1992-1996 гг., 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016 гг.

Развитие ИВС «СЗ АН СССР» шло по линии увеличения в ней волоконно-оптических кабелей, сращивания ее и преобразование в сеть РОКСОН (Региональная объединенная компьютерная сеть образования и науки) и интеграции с глобальной сетью ИНТЕРНЕТ. На основе разработок лаборатории систем передачи данных и компьютерных сетей (зав. лабораторией к.т.н. Лосев Г.М., ответственный исполнитель к.т.н. Маклаков А.Н.) создана опорная высокоскоростная (на базе волоконно-оптических кабелей АКАДЕМСЕТИ) транспортная среда сети РОКСОН, обеспечивающая скорость передачи данных до 155 Мбт/с и поддерживающая протоколы передачи данных Ethernet, Fast Ethernet и ATM. Созданная транспортная среда обеспечила подключение к сети РОКСОН и высокоскоростной доступ к международной сети Internet более 40 организациям, в том числе 20 академическим организациям.

## **2. Теоретические основы построения информационных технологий для интеллектуальных систем автоматизации научных исследований, управления, производства и других сфер деятельности.**

Исследования по этому научному направлению во многом предопределились средой, в которой реализовывались информационные технологии. Это, прежде всего, глобальная информационная телекоммуникационная сеть, «интеллектуальный» характер большинства узлов (агентов) этой сети, распределение данных и знаний среди агентов, возможность организации распределенных вычислений в сети.

Имеющийся опыт в исследовании проблем искусственного интеллекта, обработки данных и знаний, организации распределенных вычислений обеспечил развитие в институте таких новых научных направлений как «многоагентные системы и технологии» и «логистика знаний».

По первому направлению группой ученых во главе с д.т.н. В.И. Городецким развита теория многоагентных систем, а также разработаны технология и программные средства ее реализации для создания интеллектуальных систем оценки сложных ситуаций и поддержки принятия решений на основе объединения распределенных разнородных данных и знаний. Технология реализует также средства распределенного извлечения знаний из данных. Область практического использования охватывает ряд критических приложений, а именно, системы управления в чрезвычайных и кризисных

ситуациях (природные и техногенные катастрофы), системы анализа и оценки террористических угроз, а также приложения в области безопасности (например, информационных и компьютерных систем), управления бизнес-процессами, логистики сложных процессов (например, транспортных, в электрических и нефтегазовых сетях), управления сложными разработками и другие. Результаты включены в список основных результатов РАН за 2002 и 2004 годы.

В развитие этой технологии были разработаны концепция и модель распознавания сложных ситуаций и изображений с использованием модели искусственной иммунной сети. В этой модели для каждого класса ситуаций или объектов строится множество специализированных классификаторов. Множества таких классификаторов объединяются в сеть, которая обучается объединению решений. Эта концепция была успешно экспериментально проверена на примерах двух задач: обнаружение вторжений в компьютерную сеть в реальном времени (15 параллельно работающих классификаторов) и распознавание наземных объектов в реальном времени на основе инфракрасных изображений, получаемых на борту летательного аппарата (36 параллельно работающих классификаторов).

С использованием данной технологии была также разработана основанная на знаниях модель координации поведения агентов в задачах планирования и составления расписаний в условиях ограничений реального времени и при ограниченных ресурсах на основе рыночной модели аукциона. На ее основе создан прототип инструментальной системы для поддержки процесса разработки многоагентных систем планирования и составления расписаний. Разработаны коммуникационная платформа многоагентной системы планирования, инструментальная подсистема для разработки и редактирования классов агентов системы планирования и описания структуры распределенной базы знаний (разработчики д.т.н. В.И. Городецкий и к.т.н. О.В. Карсаев).

В лаборатории интеллектуальных систем под руководством д.т.н. В.И. Городецкого разработана также технология и инструментальное программное средство, предназначенное для создания многоагентных систем управления проектами, которое использовано, в частности, для создания многоагентной системы планирования, составления расписания и распределения людских и программных ресурсов при разработке электронных устройств, а также непосредственно для управления процессами разработки.

Исследования по многоагентным системам признаны в России и за рубежом пионерскими. Это подтверждается множеством российских и зарубежных грантов, которыми поддерживаются эти исследования, организацией и проведением в СПИИРАН по этому

направлению ряда международных семинаров при поддержке зарубежных спонсоров: Российский семинар с международным участием «Распределенный искусственный интеллект и многоагентные системы» — 1997, Международный семинар стран Восточной и Центральной Европы по многоагентным системам — 1999, Международный семинар «Автономные интеллектуальные системы: извлечение знаний из данных и интеллектуальные агенты» в 2003, 2005, 2007 годах.

Прикладные программные системы по данным исследованиям неоднократно представлялись на зарубежных выставках: международный конкурс программных разработок в области многоагентных систем — 2003, Барселона, Испания; международная выставка прототипов и разработок агентно-ориентированных средств — 2004, Эрфурт, Германия; выставка в рамках Европейской конференции по искусственному интеллекту — 2006, Рива дель-Гарда, Италия; выставка в рамках Международной конференции по интеллектуальным агентным технологиям — 2006, Гонконг, Китай. На этих выставках представленные экспонаты были признаны лучшими разработками.

Технология интеллектуальных агентов оказала влияние и на научное направление, «логистика знаний» (управление знаниями). Это направление, развиваемое под руководством д.т.н. А. В. Смирнова, также признано в России и во всем мире пионерским.

В рамках практических приложений разработаны методология и модели быстрой интеграции знаний, методология управления контекстом и методология создания контекстно-управляемых систем интеллектуальной поддержки принятия решений.

Модели быстрой интеграции знаний базируются на конфигурировании сети источников знаний с помощью механизмов управления онтологиями, картограмм знаний и профилей пользователей. На этой основе предложена и частично реализована многоагентная технология интеграции знаний в распределенной информационно-вычислительной среде (GRID среде). Результат включен в список важнейших результатов РАН за 2002 год.

Методология управления контекстом заключается в динамической интеграции контекстов объектов взаимодействия системы поддержки принятия решений (пользователя, запроса пользователя, приложения и окружающей среды) в контекст задачи с целью ее решения как задачи удовлетворения ограничений. Методология включена в список важнейших результатов РАН и годовой доклад Президента РАН за 2003 год.

Методология построения контекстно-управляемых систем интеллектуальной поддержки принятия решений, основана на построении онтологической модели контекста на абстрактном и прикладном уровнях описания и технологии конфигурирования

проблемно-ориентированных веб-сервисов. Модели контекстов выражаются в форме онтологий и адаптации сервисов, предоставляемых системами поддержки принятия решений к контексту (потребностям и свойствам конкретного пользователя), что упрощает интерпретацию контекстов, их повторное использование и адаптацию при создании персонифицированных сред для интеллектуальной поддержки принятия решений в области научных исследований, обучения, корпоративного и государственного управления и бизнеса (крупных производственных, торговых и логистических систем). Эта методология включена в список важнейших результатов РАН за 2005 год.

В рамках этого подхода разработаны теоретические основы и технология оперативного доступа к электронным документам, релевантным текущей ситуации (контексту), при этом документ рассматривается как пара — метаданные документа, текст. Для упорядочивания документов по степени релевантности контексту используется онтолого-ориентированное индексирование документов совместно с оценкой их семантической близости контексту (с помощью метода весовых оценок или метода сравнений на семантических графах). Этот результат включен РАН в список важнейших за 2006 год.

В лаборатории д.т.н. А. В. Смирнова была также разработана технология интеллектуального управления конфигурацией производственных систем. Эта технология предназначена для реинжиниринга предприятий, формирования виртуальных предприятий и управления государственными/городскими заказами. Технология реализуется на основе архитектуры многоагентной среды в виде набора WINDOWS приложений и основывается на технологиях: управления знаниями, описываемых в виде динамических объектно-ориентированных систем ограничений; повторного использования решений при реконфигурировании объектов; коллективной работы группы экспертов при выработке решений. Результат отмечен как важнейший результат РАН за 1998 год.

Технология интеллектуального управления конфигурацией производственных систем и технологии интеллектуальных агентов позволили разработать под руководством д.т.н. А.В. Смирнова концепцию Е-менеджмента. Эта концепция и архитектура технологической модели Е-менеджмента для управления конфигурациями производственных сетей основана на использовании Internet/Intranet/Extranet. Определены Е-менеджмент процессы относительно жизненного цикла изделия, включающие: заказ комплектующих и материалов, производство, управление запасами и незавершенным производством, диспетчирование и распределение заказа по потребителям. Технологическая модель Е-менеджмента структурирована на две группы технологий: решения проблем и

информационной поддержки. Первая включает в себя менеджмент, ориентированный на потребности покупателя, управление конфигурациями и удовлетворение, и распространение ограничений. Вторая группа включает управление данными и знаниями, многоагентные технологии и технологии интеллектуальных агентов и концептуальное и информационное моделирование. Результат включен в список важнейших результатов РАН за 2000 г. Технология внедрена в рамках договоров с Комитетом экономики и промышленной политики Администрации Санкт-Петербурга и проекта с Исследовательским центром компании Форд (Аахен, Германия). Исследования поддерживались грантами РФФИ и Минпромнаук.

Интеллектуальные технологии также легли в основу разработанных под руководством д.т.н. А. В. Тимофеева методов и программных средств интеллектуального управления движением и многоагентной навигации автономных транспортных средств. Методы основаны на автоматическом формировании модели динамической среды с известными и неизвестными препятствиями по сенсорной и телекоммуникационной информации транспортных агентов. Для предотвращения столкновений и аварий предложены методы разрешения конфликтов между агентами и нейросетевые алгоритмы распознавания дорожных ситуаций.

Методы управления движением и мультиагентной навигации автономных транспортных средств базируются на специально разработанной теории оптимального (по быстродействию), стабилизирующего и робастного нейроуправления роботами и мехатронными системами.

Новым является нейросетевое представление систем управления программным движением в виде трёхслойной нейронной сети, синаптические параметры которой адаптивно настраиваются по экспериментальным обучающим базам данных. Главным достоинством нейроуправления является массовый параллелизм при обработке информации и возможность синтеза управления за три такта независимо от сложности (числа степеней свободы) робота или мехатронной системы.

Накопление знаний агентами производится на основе методов синтеза и минимизации сложности оптимальных (по точности) многозначных баз знаний и их нейросетевого представления в классе полиномиальных, диофантовых и многомодальных нейронных сетей с самоорганизующейся архитектурой. Работы поддерживались РФФИ, Минпромнаук, проектами международных программ INTAS, COPERNICUS, контрактами с зарубежными фирмами. Научные работы, выполненные под руководством д.т.н. А.В. Тимофеева, неоднократно отмечались как основные результаты РАН.

Работы лаборатории д.т.н. Ф. М. Кулакова в области «очувствленных» роботов также привели к использованию методологии «интеллектуальных» систем. Под его руководством разработаны интеллектуальные информационные технологии управления роботами и робототехническими системами с использованием виртуальных объектов в реальном мире и дистанционного управления роботами на основе использования Virtual Reality and Augmented Reality. В основу этих технологий положен подход интегрированного программирования роботов на основе методов нечеткой логики и «перчаточного» интерфейса. Этот подход объединяет положительные свойства аналитического программирования и обучения «посредством показа», она кардинально сокращает и упрощает процесс программирования, что значительно расширяет экономически выгодное использование роботов. Исследования поддерживались грантами РФФИ, и международными проектами. Результат отмечен РАН как важнейший за 1997 год.

Разработана информационная технология «дополнения» реальной внешней среды виртуальным объектом (Augmented Reality Technology) с реализацией в реальном масштабе времени как тактильно-силового восприятия этих объектов человеческими руками, так и стереоскопического визуального восприятия глазами, как будто эти объекты реальные и перемещаются среди объектов реальной внешней среды, возможно, взаимодействуя с ними. Виртуальными объектами являются модели подводных, наземных, космических аппаратов, в частности, телеуправляемых роботов, хирургических инструментов, которые используются человеком для предварительной проверки будущих действий реальных объектов, тренинга, а также для реализации предикативного управления объектами.

В развитие этих исследований учеными лабораторий д.т.н. Ф. М. Кулакова и д.т.н. А. В. Тимофеева разработаны методы синтеза и интеграции моделей виртуальной реальности в геометрическом, физическом и сенсорном подпространствах для интеллектуальных роботов-агентов и мультимодального человеко-машинного интерфейса. На основе этих методов созданы динамические виртуальные модели медицинского робота и нейрохирургической операционной. Предложены методы видеозахвата, отслеживания и анимации движений людей и роботов. Создан мультимодальный интерфейс «человек-робот» на базе моделей добавленной реальности и средств виртуальной реальности, ориентированный на космические и медицинские приложения. Разработаны основы теории кинестатического взаимодействия рук человека с виртуальными объектами и предложены методы интеллектуализации человеко-машинного интерфейса с использованием технологии виртуальной и добавленной реальности для управления космическими и медицинскими (нейрохирургическими) роботами.



Результаты этих работ были представлены на Международной выставке «Интеллектуальные и адаптивные роботы» в 2005 и в 2006 гг.», при этом основные разработчики были награждены медалями ВВЦ.

Теория алгоритмических сетей и основанные на ней системы автоматизации моделирования, созданные под руководством д.т.н. В.В. Иванищева, также развивались с учетом появления систем распределенных вычислений и операций со знаниями. Были разработаны: программная оболочка, оперирующая с динамическими знаниями, представленными на основе алгоритмических сетей при извлечении, формализации и использовании знаний для моделирования и принятия решений, принципы создания и использования баз моделей, слияния фрагментарных моделей; базы моделей для приложений. Создана программно поддерживаемая технология построения моделей и их использования конечным пользователем без посредника. Разработанное д.т.н. В.Е. Марлеем расширение языка алгоритмических сетей позволило создать автоматизированную систему распределенного моделирования. Работы поддерживались грантом РФФИ, а результаты внедрены в комитете по сельскому хозяйству Ленобласти, САОЗТ «РУЧЬИ», на Покровском стекольном заводе и др. Опубликовано 3 монографии.

Работы в области распознавания образов продолжали развиваться в направлении распознавания нечетких рукописных текстов (д.т.н. Н.Д. Горский) и привели к созданию прикладного программного продукта и его практического использования рядом зарубежных фирм и банков. Результат отмечен как важнейший результат РАН за 1996 год.

По направлению технологий компьютерного понимания речи под руководством д.т.н. Ю. А. Косарева разработан комплекс методов, обеспечивающих устойчивость процесса компьютерного понимания речи в условиях частичных фонетических и синтаксических неточностей. Этот комплекс базируется на выдвинутой концепции интегрального отклонения и построен на основе модели взаимодействия разнородных знаний о языке и предметной области в процессе понимания речи. Модель устраняет ряд противоречий, свойственных системам с независимым использованием различных знаний, и позволяет снизить ошибки распознавания смысла фраз в 5-10 раз. В прикладном плане эти идеи реализованы в ряде моделей, например, для речевого управления самолетом, производственным оборудованием, роботом, а также в диалоговых обучающих системах. Результат отмечен как важнейший результат РАН за 1997 год.

В развитие этих результатов под руководством д.т.н. А.Л. Ронжина была разработана модель взаимодействия человека с компьютером в естественной форме на основе

многомодального интерфейса, объединяющего речь с другими естественными модальностями (жесты, движение головы, губ и т.д.). В многомодальных системах информация от различных видео, аудио, тактильных коммуникативных каналов непрерывно отслеживается и обрабатывается, создавая реальное или виртуальное окружение, позволяющее удовлетворить желания пользователя и оперативно адаптироваться к текущей задаче и другим прикладным аспектам. Многомодальность позволяет выбирать пользователю доступный способ взаимодействия и создавать прикладные системы для медицины, обучения, помощи инвалидам и другим людям со специальными нуждами. Результат включен в список важнейших результатов РАН за 2005 г.

В области обработки знаний д.ф.-м.н. А.Л. Тулупьевым предложен логико-вероятностный формализм, основанный на интервальных оценках вероятности истинности пропозициональных формул, который позволяет рассматривать в фрагментах знаний алгебраических байесовских сетей непротиворечивость, обладающую новой семантикой «возможно и то и другое». Описаны алгоритмы для формирования непротиворечивого фрагмента знаний, оценки истинности в котором накрывают исходный набор экспертных оценок, т.е. фактически реализуют особенности новой семантики. Указанная семантика позволяет совместно обрабатывать оценки экспертов, противоречивые в ранее рассматривавшийся семантике «так и только так», в которой допустимыми считаются только совокупности оценок, обязательно содержащие компоненту, общую для всех экспертов.

Исследования поддерживались грантами РФФИ, РГНФ и проектами Минобрнауки. Опубликована монография: Тулупьев А. Л., Николенко С.И., Сироткин А.В. Байесовские сети: Логико-вероятностный подход. — СПб : Наука, 2006. — 607 с.

Применительно к локальным базам данных д.т.н. В.А. Дюком разработана новая технология обнаружения знаний методами локальной геометрии, основанная на модифицированном аппарате линейной алгебры с применением средств интерактивной графики. Она позволяет находить в данных сложные логические закономерности, включающие десятки, сотни и тысячи совместно встречающихся событий, характерных для одной совокупности данных и не характерных для всех остальных. Опубликованы 2 монографии. Технология широко используется в медицинских и других диагностических системах. Результат отмечен как важнейший результат РАН за 1998 год.

Под руководством д.т.н. И.В. Лысенко разработаны математические модели и информационно-аналитические технологии, позволяющие исследовать процессы формирования затрат и других ресурсов на мероприятия по строительству, реформированию и

развитию социотехнических систем. При этом были использованы и развиты методы недоопределенной математики, теории нечетких математических структур и векторной стратификации.

Результаты реализованы при выполнении, выигранных по тендерам, научно-исследовательских работ по ряду федеральных целевых программ.

### **3. Направление «Фундаментальные основы, модели и методы исследования информационных процессов в сложных (социо-, эко-, био- геосистемы и др.) системах.**

Под руководством д.т.н. Б.В. Соколова проведен системный анализ проблем структурно-функционального синтеза интеллектуальных информационных технологий для системы мониторинга состояния сложных социотехнических объектов с целью выработки вариантов управления реконfigurацией структур контролируемых объектов и самой системы мониторинга в условиях априорной неопределенности и возникающих нештатных ситуаций.

На этой основе разработана интеллектуальная информационная технология и средства мониторинга состояния группировок сложных динамических объектов (СДО) в реальном масштабе времени. Данная технология обеспечивает автоматический синтез программ анализа состояния СДО в условиях отсутствия полного набора значений измеряемых параметров, а также наличия некорректной, неточной, противоречивой информации. Технология обеспечивает высокую степень унификации и масштабируемости разрабатываемого модельно-алгоритмического обеспечения решения задач проектирования, разработки и сопровождения программного комплекса мониторинга состояния СДО. ИИТ ориентирована на разработку приложений применительно к объектам, особо критичным к управлению в условиях возникновения аварийных и нештатных ситуаций и дефицита времени. Технология реализована при выполнении ОКР по заказу ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения». Внедрение данной технологии позволило значительно повысить оперативность (в 2-3 раза) и обоснованность принимаемых управленческих решений в критических приложениях, сократить (в 1,5-2 раза) затраты на проектирование. Исследования поддерживались грантами РФФИ. Результат включен в список основных результатов РАН за 2005 г. Опубликована монография: Охтилев М. Ю., Соколов Б. В., Юсупов Р. М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. — М.: Наука, 2006. — 410 с.

В области исследования информационных процессов в геофизических системах получены следующие результаты.

Членом-корреспондентом РАН Р. М. Юсуповым, д.ф.-м.н. С.А. Солдатенко и к.т.н. В. Б. Киселевым разработана концепция

информационно-кибернетического подхода к управлению состоянием геофизической природной среды. Предлагаемый комплексный подход к проблеме основан на представлении о том, что человеческое общество и геофизическая среда являются единой информационно-кибернетической системой, которая должна изучаться на базе современной теории информационно-управляющих систем. Обоснована возможность построения информационно-кибернетической системы, осуществляющей управление таким объектом как природная среда с учетом как преднамеренных, так и непреднамеренных воздействий. На основе анализа информационных потоков данных об окружающей природной среде и существующих методов воздействия на протекающие в ней геофизические процессы предложен единый подход к поиску оптимальных управляющих воздействий, обеспечивающих поддержание параметров среды в границах, оптимальных для устойчивого развития общества. Построена структурная схема системы управления, реализующая предложенный подход, с более детальной проработкой алгоритмов управления состоянием атмосферного воздуха и дистанционного контроля качества поверхностных вод. По результатам исследования опубликована одна из первых в России в этой области монография: Юсупов Р. М., Киселев В. Б., Гаскаров Д. В., Солдатенко С. А., Строганов В. И. Введение в геофизическую кибернетику и экологический мониторинг. — СПб., 1998. — 166 с.

Доктором физико-математических наук О. И. Смоктием разработана теория адаптивной фильтрации оптических сигналов и соответствующие информационные технологии, позволяющие учитывать искажающее влияние атмосферы на качество аэрокосмической информации о природной среде. Предложены методы и алгоритмы моделирования спектральных оптических полей сигналов на входе аэрокосмических систем, а также компьютерные технологии восстановления параметров состояния природных объектов по их отражательным характеристикам. Внедрение полученных результатов позволило повысить качество и полноту количественной информации о природной среде при обосновании проектных инженерных решений, анализе достоверности информации о состоянии наземных (надводных) геотехнических сооружений, при разработке прогнозов чрезвычайных ситуаций и неблагоприятных природных явлений. Полученные результаты внедрены (Росавиакосмос) в практику аэрокосмического мониторинга природной среды. Премия Правительства РФ 2002 году в области науки и техники.

В лаборатории объектно-ориентированных геоинформационных систем под руководством заведующего этой лабораторией д.т.н. В. В. Поповича развита теория, разработаны методы и соответствующие информационные технологии создания интегрированных интеллектуальных морских геоинформационных

систем, включающих систему мониторинга морской среды, освещения оперативной обстановки и систему поддержки принятия решений.

Создана компьютерная визуальная среда для моделирования пространственных процессов и действий объектов в интеллектуальной геоинформационной системе с выработкой рекомендаций для принятия решений в сложных ситуациях с использованием методов и средств искусственного интеллекта. Область применения - визуальное компьютерное моделирование сложных пространственных процессов. Данная технология позволяет разрабатывать сценарии и проигрывать их в произвольном масштабе времени с отображением всех процессов и действий на электронной карте. Программная реализация данной системы доведена до уровня экспериментального образца, подключена к цифровым каналам Росгидромета, позволяет накапливать и представлять данные пользователю.

Результаты и исследований лаборатории д.т.н. В.В. Поповича реализованы при выполнении договорных НИР и ОКР, выигранных по тендерам по ряду федеральных целевых программ, и с зарубежными заказчиками.

Разработанные в лаборатории «Комплексная система гидроакустических расчетов» и «Система радиолокационных расчетов» доведены до уровня готовых программных продуктов. Благодаря высокой наукоемкости и инновационности эти программные средства нашли высокий спрос среди специалистов по гидроакустике и радиолокации.

По данной тематике лабораторией регулярно организовывались и проводились при поддержке зарубежных компаний международные семинары «Интеграция информации и геоинформационные системы» (2003, 2005, 2007 гг.). Прикладные результаты неоднократно демонстрировались на выставках в России: «Международный военно-морской салон» 2003, 2005, 2007 гг., Московский международный салон инвестиций и инноваций», Международная выставка «Промэкспо. Российский промышленник» 2004, 2006 гг., Выставка-конгресс «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» 2003, 2005 гг., а также за рубежом: «CeBIT» (Ганновер, 2002, 2005, 2006, 2007 гг.), «Ганноверская промышленная ярмарка» (2005 г.), «Российская национальная выставка в КНР» (Пекин, 2006 г.) и др. Представленные экспонаты неоднократно награждались медалями и дипломами.

Известно, что развитие современного общества объективно привело к увеличению числа природных и техногенных катастроф, росту эпидемий и террористических угроз. Эти и другие явления и потребности вызвали необходимость оказания экстренной порой дистанционной медицинской помощи. Решению этой задачи во многом способствует, так называемая телемедицина. Развитие инфотелекоммуникационных технологий позволило перейти к решению проблем телемедицины.

Учитывая опыт ученых института в создании и развитии информационно-вычислительных сетей, разработок в области экспертных систем и решении задач распознавания в 1994 г. в составе лаборатории прикладной информатики была образована группа биомедицинской информатики. Руководителем этой группы был назначен известный ученый в области исследований информационных процессов Лауреат государственной премии д.т.н. Р. И. Полонников. Под его руководством были развернуты научные исследования в области телемедицины.

Эти работы института вызвали интерес научной общественности и специалистов. Поэтому в марте 1996 года с участием института была организована и проведена Международная конференция «Ноология, экология ноосферы, здоровье и образ жизни». На этой конференции впервые в России обсуждались вопросы телемедицины. В 1998 г. была опубликована первая в России монография «Телемедицина. Новые информационные технологии на пороге XXI века», под ред. Р. М. Юсупова и Р. И. Полонникова. — 487с.

В мае 1999 г. вопросы телемедицины уже напрямую обсуждались на организованном в СПИИРАН Международном научно-практическом семинаре «Телемедицина — становление и развитие».

Исследования СПИИРАН в области телемедицины позволили в 1999—2001 гг. решить по заказу Администрации Санкт-Петербурга ряд практических задач в интересах города (основные разработчики д.т.н. Р.И. Полонников, к.ю.н. В.Б. Наумов). Среди этих задач участие в разработке правовых актов для телемедицины, выявление перспективных направлений использования телемедицинских технологий, разработка проекта комплекса телемедицинской аппаратуры для лечебно-профилактических учреждений города, разработка радиосистемы телеидентификации и телемониторинга человека в чрезвычайных ситуациях и др.

По результатам разработки правовых актов для телемедицины была опубликована монография Наумов В.Б., Савельев Д.А. Правовые аспекты телемедицины, под научной редакцией Р.М. Юсупова и Р.И. Полонникова. СПб. СПИИРАН, 2002. 106 с.

Наумов В.Б. Право и Интернет: очерки теории и практики. М.: Книжный дом «Университет», 2002. 432 с.

В области биоинформатики под руководством д.т.н. Р. И. Полонникова разработаны информационные меры для исследования биологических процессов, а также метод анализа фрактальной динамики для пространственно-временной обработки процессов. В процессе обработки больших массивов измерительной информации синтезируются 9-13 интегральных информативных характеристик, отражающих динамику изменений исходного процесса-фрактала и на их основе формируется решающее правило для

вынесения диагностического решения. На базе этого метода разработаны алгоритм и программа, с помощью которых обработаны десятки реальных (клинических) электроэнцефалограмм (ЭЭГ) в НИИ экспериментальной медицины РАМН, в Научно-исследовательском психоневрологическом институте им. В. М. Бехтерева Минздрава РФ и в Санкт-Петербургской клинической больнице РАН с положительными результатами. Предложенная технология использует только 30-ти секундный отрезок ЭЭГ и потому представляет интерес для телемедицины. Исследования поддержаны Минпромнаукой, СПбНЦ РАН, Администрацией Санкт-Петербурга.

Результаты этих исследований позволили разработать информационную технологию и соответствующий информационно-измерительный комплекс для экспресс-анализа электроэнцефалограмм и виброграмм. С его помощью изучены особенности эволюционных изменений ряда мультифрактальных характеристик электрической активности мозга человека в норме и при церебральных дефектах, изучено влияние вербальной слуховой стимуляции с использованием эмоционально значимых стимулов на мультифрактальные характеристики электрической активности мозга человека в норме, проведено успешное распознавание ЭЭГ и виброграмм вне и во время стимуляции. Комплекс позволяет вести исследования по созданию биометрических устройств третьего поколения. Результат включен в список основных результатов РАН за 2002 год.

Под руководством д.т.н. А. Л. Ронжина разработана модель биомониторинга психофизиологического состояния человека по речевым данным. Заложена в основу модели система автоматического распознавания речи обеспечивает бесконтактный и естественный способ мониторинга, что выгодно отличает предложенную модель от общепринятых способов тестирования и медицинских анализов. Интегральным критерием оценки состояния человека служит точность распознавания речи. Данный критерий учитывает как изменения параметров голосового тракта, так и семантико-синтаксическую связность речи по стохастической модели языка. Модель прошла экспериментальную проверку в задаче определения интоксикации человека и может быть использована в системах безопасности и других биометрических приложениях.

В лаборатории информационных технологий в клинической биофизике под руководством к.ф.-м.н. В.Ф. Павловского разработана компьютерная модель цепи химических взаимодействий в организме, обеспечивающих терморегуляцию при гипотермии. Модель позволяет подбирать фармакологические препараты для управления процессом гипотермии в экстремальных условиях и при операциях.

В этой же лаборатории разработана компьютерная модель инфаркта миокарда, осложненного энтеровирусной инфекцией.

Модель объясняет роль энтеровирусной инфекции в формировании разрыва миокарда и позволяет подбирать превентивную противовирусную терапию и специфическую терапию в остром периоде. Обе модели защищены патентами и используются в одной из больниц Санкт-Петербурга.

В лаборатории прикладной информатики д.ф.-м.н. А.О. Таракановым сформулированы математические основы новой теории обработки информации, использующей ключевые свойства биомолекул в качестве прототипа. Введено и исследовано новое математическое понятие «формальных иммунных сетей», обладающих способностями к обучению, распознаванию и выводу решений задач. Полученные результаты рассматриваются как математическая база для создания в перспективе нового типа специализированных устройств обработки информации, которые, по аналогии с нейрокомпьютерами предлагается назвать иммунокомпьютерами. Разработан математический базис для создания иммунокомпьютеров. Доказана возможность создания иммунокомпьютеров на основе математических моделей формальных иммунных сетей, аналогично широко распространенным нейрокомпьютерам на основе моделей нейронных сетей. Иммунокомпьютеры способны решать все основные задачи искусственного интеллекта (обучение, распознавание, принятие решений в незнакомых ситуациях). При этом они способны преодолеть те недостатки, которые препятствуют применению нейрокомпьютеров в областях, где ошибки слишком дорого стоят (медицина, авиация, информационная безопасность и т.д.). Результат отмечен как важнейший результат РАН за 1999 год. Исследования поддерживались грантами РФФИ и зарубежными проектами. Опубликована монография А. О. Tarakanov, V. A. Skormin, S. P. Sokolova. Immunocomputing: Principles and Applications. Springer-Verlag, 2003. 193 p.

В развитие этой теории д.ф.-м.н. А. О. Таракановым введено и исследовано математически строгое понятие биомолекулярной формальной иммунной сети. Это понятие открывает возможность создать биомолекулярный иммунокомпьютер как фрагмент иммунной системы человека, контролируемый компьютером. На практике он означает минимизацию дорогостоящих и опасных экспериментов на животных и людях для борьбы с раком и с особо опасными инфекциями, а также для конструирования новых вакцин и иммуномодуляторов.

Под руководством д.ф.-м.н. М. М. Нестерова разработан новый подход к обработке первичного сигнала, основанный как на процедурах когерентного суммирования линейных немультимпликативных сигналов, так и на процедурах выделения когерентных кластеров в сигнале и их группировки по классам подобия в режиме самоорганизации и самонастройки. На его основе были



разработаны новые технологии проявления скрытой организованности, периодичности, лексикографического анализа данных и сверхчувствительный метод радиолокации, основанный на когерентном анализе первых и вторых разностей широкополосных сигналов от группы неупорядочено расположенных приемников, не использующий измерений дальности до цели и, соответственно, постулата о постоянстве скорости света. Исследования поддерживались договорными НИР с отечественными заказчиками.

Д.т.н. Р. И. Полонниковым. разработан новый подход к представлению дискретизированного по времени и амплитуде скалярного (одномерного) случайного процесса с практически ограниченным спектром по выбранной системе базисных функций. Доказана теорема о том, что подобный случайный процесс может быть восстановлен с заданной точностью с помощью не более чем  $4n-3$  чисел и априори известного универсального алгоритма преобразования этих чисел, имеющего конечное число шагов и конечное число ячеек памяти. Теоретическое обоснование решения этой задачи выполнено без нарушения положения известной теоремы Котельникова. Разработанный подход позволяет снизить скорость передачи данных по каналу связи в среднем на порядок. Результат опубликован в Докладах РАН и отмечен как важнейший результат РАН за 1997 год.

В лаборатории автоматизации научных исследований д.т.н. С.Ф. Свиныным разработана математическая модель описания развивающегося сигнала на основе метода рекурсивно-фрактального синтеза. Предложено его определение как сигнала со спектральной характеристикой типа  $1/f^m$ . Установлено, что по сравнению с известными теоремами отсчетов для сигналов с финитным спектром оценки помехоустойчивости и выбора полосы среза могут быть улучшены за счет использования семантики сигнала. На этой основе разработан новый семантический подход к синтезу развивающихся сигналов и их адаптивной дискретизации. Это обеспечивает лучшую потенциальную помехозащищенность, эффективные методы кодирования, компрессии и распознавания в реальном масштабе времени. Известные подходы не дают четких оценок для выбора дискретных моделей аналоговых сигналов, так как опираются только на интерполяционные и энергетические свойства и не учитывают семантических характеристик сигналов. В предложенной модели развивающихся сигналов множества дискретных отсчетов формируются и оптимизируются адаптивно с учетом семантического содержания сигнала. Установлена однозначная количественная зависимость между совокупностями выборок отсчетов и уровнем семантической составляющей энергетических спектров сплайн-аппроксимаций и их фрактальных приближений.

На основе данного подхода по программе Президиума РАН «Фундаментальные науки медицине» разработаны методы и

соответствующий аппаратно-программный комплекс для ранней диагностики и лечения органов желудочно-кишечного тракта. Опубликовано монография: Свинын С. Ф. Базисные сплайны в теории отсчетов сигналов. — СПб.: Наука, 2003. — 140 с.

В лаборатории автоматизации научных исследований под руководством д.т.н. В.В. Александрова разработаны теоретические основы программируемой цифровой технологии передачи данных, основанные на принципе подмены исходных данных некоторой программой, которая будучи переданной по цифровым каналам связи восстанавливает исходные данные на принимающей стороне. Принцип базируется на формулировке алгоритмической теории А.Н. Колмогорова. Предложены методы и алгоритмы минимизации битового объема при адаптивной компрессии данных и организации виртуальной полосы пропускания. Технология позволяет на несколько порядков увеличить объемы и скорости передачи любых видов данных по сравнению, например, с MP3 и MPEG4. Для этой технологии получено концептуальное соотношение-эквивалент: между объемом данных (битами информации) и требуемой энергии для их обработки и передачи. Данный эквивалент определяет пределы возможной цифровой полосы пропускания в отличие от аналого-спектральной (Котельникова-Найквиста). Реализовано в проектах по одной из Федеральных целевых программ.

Другой важный результат, полученный в лаборатории д.т.н. В.В. Александрова — Создание информационной поисковой системы аналитического мониторинга. Эта система в отличие от существующих поисковых систем, использующих лингвистический подход, основана на применении сформированных ассоциативных понятийных категорий, а также принципа прогрессирующего упрощения. Этот подход позволяет при мониторинге сети Интернет выявлять ресурсы требуемого содержания, а также определять актуальные вопросы по мнению Интернет-сообщества. Применение системы для внутреннего документооборота предприятия позволяют оперативно включать в поисковую базу все вновь создаваемые документы для поиска, как самих новых документов, так и всех документов, связанных с ними по теме и по ссылкам.

#### **4. Теоретические основы построения аппаратно-программных комплексов, ориентированных на обработку информации в реальном масштабе времени**

По этому направлению в лаборатории распределенных вычислительных структур под руководством д.т.н. В.А. Торгашова и д.т.н. В.В. Никифорова продолжались исследования по развитию архитектуры и программного обеспечения вычислительных систем с динамической архитектурой на основе появления новой элементной

базы. Разработана архитектура «интеллектуальных» коммутационных процессоров на базе микропроцессоров и схем гибкой логики с гигабитной пропускной способностью, обеспечивающих эффективную адаптивную высокоскоростную передачу данных в массово-параллельной вычислительной системе. На основе этой коммуникационной системы разработана архитектура мультипроцессорной вычислительной системы, обладающей производительностью более триллиона операций в секунду, с произвольным числом вычислительных модулей на базе типовых серверных платформ с процессорами фирмы Intel, операционной системы Linux. Исследования поддерживались проектами Минпромнауки. Реализовано в ФГУП «Красная Заря» и в фирме «Морские компьютерные системы плюс», в ряде морских и аэропортов. Результат отмечен как важнейший результат РАН за 1999 год.

В дальнейшем была разработана технология использования процессора с динамической архитектурой, реализованного в виде коммутационного модуля, позволяющая объединить любые компьютеры в эффективную GRID-систему. Эта технология обеспечивает более эффективное распараллеливание задач, распределение ресурсов и защиту информации по сравнению с существующими GRID-системами. Технология позволяет использовать для решения сложных задач существующие технические решения в области персональных компьютеров и локальных вычислительных сетей для создания GRID-систем. Результат включен в список основных результатов РАН за 2004 год.

В лаборатории технологий и систем программирования под руководством д.т.н. В. В. Никифорова разработан комплекс методов повышения мобильности средств реализации систем реального времени, опирающийся на использование уровня абстракции графической библиотеки с применением расширяемого языка разметки XML для описания интерфейса пользователя. Разработаны методы оценки характеристик быстродействия высокомобильной операционной системы Linux, адаптированных к работе в условиях жесткого реального времени.

В развитие этих результатов разработан комплекс моделей и методов для эффективного планирования заданий во встроенных системах реального времени, для оценки выполнимости заданий в таких системах. В частности, разработаны модели и методы, обеспечивающие анализ выполнимости приложений жесткого реального времени, работающих под управлением двух-ядерных операционных систем. Предложены подходы к решению ряда NP-полных проблем построения эффективных реализаций систем жесткого реального времени путем использования генетических алгоритмов. Разработаны методы реализации сервисных функций

операционных систем жесткого реального времени, обеспечивающих снижение пессимизма в оценке выполнимости приложений, жесткого реального времени содержащих задачи с нетривиальной внутренней структурой, задачи с состояниями ожидания.

Д.т.н. В.В. Никифоровым разработан также метод создания операционных систем (ОС) для встроенных приложений, обеспечивающий совместное использование синхронных и асинхронных компонент, компонент реального времени и библиотек ОС общего назначения. Суть метода состоит в том, что ОС общего назначения включается в интегрированную программную систему в качестве фоновой задачи ОС реального времени. Доступ пользовательских приложений и системных компонентов ОС общего назначения к интерфейсу аппаратного оборудования полностью или частично управляется ядром ОС реального времени. Разработанный метод позволяет строить пользовательские приложения, которые отвечают жестким требованиям реального времени и для которых доступно использование широкого набора библиотечных программ ОС общего назначения. Исследования поддерживались одной из зарубежных фирм.

Для верификации систем реального времени в 1991-2003 гг. д.ф.-м.н. А.О. Слисенко, д.ф.-м.н. А.Л. Чистовым, д.ф.-м.н. С.А. Евдокимовым были разработаны эффективные алгоритмы компьютерной алгебры, алгоритмы полиномиальной сложности для вычисления размерности алгебраических многообразий и их компонент, что позволяет строить алгоритмы полиномиальной сложности для вычисления таких важных характеристик как степень алгебраического многообразия, кратность точки алгебраического многообразия и других. Получены также эффективные оценки степеней локальных параметров неприводимых компонент алгебраического многообразия, которые являются одним из наиболее существенных достижений в области эффективной алгебраической геометрии за последние годы. На этой основе и был разработан метод верификации систем реального времени логическими средствами. Результаты опубликованы в статьях за рубежом и изданиях РАН.

В лаборатории технологий и систем программирования под руководством к.т.н. В.И. Шкиртиля создан компилятор абстрактных семантических нотаций (АСН), поддерживающий необходимое для создания расширяемых коммуникационных протоколов подмножество АСН. Специфицированные на языке АСН структуры сообщений превращаются в нейтральные по отношению к языку реализации форматы представления сообщений при их передаче по каналам связи, а также, обладают свойствами расширяемости и совместимости процедур кодирования и декодирования для различных их версий. Вместе с разработанной библиотекой поддержки асинхронного сетевого программирования, компилятор АСН и библиотека поддержки

кодирования-декодирования сообщений предоставляют замкнутое автоматизированное решение для задач построения расширяемых распределённых приложений с «лёгкой» (однопоточной) архитектурой на основе ОСРВ ОС2000. Работы выполнялись в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН.

В области технологии программирования в связи с массовым использованием персональных компьютеров возникла проблема переноса на них программного обеспечения, созданного для ЭВМ предыдущего поколения. Здесь группа ученых под руководством д.ф.-м.н. С. Н. Баранова добилась серьезного успеха, разработав на основе языка Форт форт-технологии прототипирования программ. Работы поддерживались грантами РФФИ. Опубликована монография. Международная значимость работ подтверждалась организацией в СПИИРАН ряда семинаров с зарубежными участниками. Результат отмечен как важнейший результат РАН в 1996 году.

Дальнейшее развитие работ в области программирования было связано с созданием автоматизированных систем управления реализацией сложных проектов разработки программных продуктов. По этому направлению коллективом д.ф.-м.н. С.Н. Баранов, д.т.н. А.Н. Домарацкий, к.т.н. Н.К. Ласточкин, к.т.н. В. П. Морозов на основе CMM (Capability Maturity Model for Software) создан стандартный процесс, представляющий собой систематизированный набор механизмов, формальных процедур и стандартов, предназначенный для выполнения разработки программных изделий, применение которого гарантирует ее безусловное воплощение в жизнь. В рамках процесса разработан метод построения сетевых автоматизированных систем интегрированного управления программными проектами. Метод основан на объединении программных реализаций процедур стандартного процесса и алгебраических моделей отдельных компонентов системы в единый программный сетевой комплекс с использованием средств ОС общего назначения. Разработанный метод обеспечивает возможность построения систем интегрированного управления программными проектами с единой базой проектных данных, а также реализацию оперативного доступа к текущим и ретроспективным данным руководителей всех уровней и участников проекта. На базе метода построена автоматизированная система управления программными проектами. Эта система позволяет осуществлять регулярно отслеживание хода выполнения проектов на основе реальных метрических данных, выполнять эффективное управление проектами и проводить обоснованный риск анализ, предвидеть возможность возникновения критических ситуаций и вовремя принимать необходимые действия по их предотвращению. Исследования поддерживались компанией Моторола. Опубликована монография (С. Н. Баранов, А. Н. Домарацкий, Н. К. Ласточкин,

В. П. Морозов. Процесс разработки программных изделий. — М.: Наука, "Физматлит", 2000. — 176с.). Эта монография явилась в России одной из первых публикаций на тему, оказывающую существенное влияние на формирование в России индустрии создания программных продуктов. Результат отмечен как важнейший результат РАН за 1999 год.

В рамках методологии автоматизации создания процесса разработки программных изделий (ПИ) к.т.н. Морозовым В. П. в 2005 г. создана модель унифицированного стандартного производственного процесса предприятия, разрабатывающего ПИ. Модель позволяет интегрировать положения, изложенные в стандартах разработки программного обеспечения CMM и SPICE. Разработан метод автоматизации выбора модели процесса разработки ПИ. Метод реализован в качестве подсистемы интегрированной системы управления проектами Star Track, разработанной и эксплуатирующейся в компании Starsoft Development Labs.

Под руководством к.ф.-м.н. С. В. Афанасьева сотрудники института приняли участие в разработке Case — системы для автоматизации, проектирования и программирования разрабатываемых систем с использованием объектно-ориентированного подхода (ООП) и диаграммного представления разрабатываемых систем на основе мета языков. Были установлены контакты с немецкой фирмой Object International Software GMBH (Germany) и Object International LLC (USA). В 1996 году была завершена версия Case-системы (Together ++), которая стала достаточно популярна у пользователей, разработчиков программного обеспечения — она могла генерировать код на трех объектно-ориентированных языках программирования — C ++, Delphi, Java. На ежегодном конкурсе журнала разработчиков программного обеспечения (Software Development Magazine) в Сан-Франциско эта Case-система (или система автоматизации программирования и моделирования разрабатываемой системы ПО) заняла первое место за 1996 год, как лучший программный продукт года (Jolt Cola Award — 96), а также премии за 1997 и 1998 гг. В дальнейшем в сотрудничестве с компанией Togethersoft Labs Inc. (USA) эта система была переписана на языке Java, (что сделало ее много платформенной), а функциональность системы сильно расширена. Появилась возможность дополнить систему приложениями пользователей, собственными диаграммами, анализом генерируемого кода, аудитом и метриками. Метрики позволяют анализировать разработанное программное обеспечение на надежность, безопасность и даже защищенность. Система дает в руки разработчикам проектов, менеджерам групп и руководителям проектов инструмент для осуществления и контроля больших проектов разрабатываемых систем.

Прикладные результаты исследований института ориентированы на создание технологий, соответствующих Перечню

критических технологий Российской Федерации. В числе последних разработок института: принципиально новый класс ЭВМ — микропроцессоры динамической архитектуры, которые позволяют решать в реальном масштабе времени задачи обработки больших объемов информации, управления движением значительного числа объектов и телекоммуникационными сетями; информационная технология (ИТ) разработки интеллектуальных многоагентных систем с приложениями к задачам планирования, составления расписаний, обработки распределенных данных с целью извлечения знаний, а также для задач защиты компьютерных сетей; ИТ на базе концепции многоагентных систем для быстрой интеграции знаний на основе конфигурирования сети распределенных источников знаний; ИТ и многоагентная среда для интеллектуального управления конфигурацией комплексных систем при сценарном реинжиниринге организации; новая ИТ — «Иммуннокомпьютинг» для обработки информации на основе моделей формальных иммунных сетей, позволяющая эффективно решать задачи мониторинга и оценки ситуаций; ИТ для телемедицины на основе пространственной временной оперативной обработки физиологических и биологических процессов, имеющих фрактальную структуру; ИТ интеграции геоинформационных систем и прикладных систем поддержки принятия решений; ИТ интеллектуального и многоагентного управления робототехническими системами и их коллективами с использованием виртуальных объектов в реальном мире и «дополненной» реальности; ИТ скрытия и обнаружения данных в цифровых изображениях для обеспечения скрытых коммуникаций, а в случаях самовстраивания изображения для его восстановления при повреждениях; ИТ эффективного и оперативного распознавания и понимания аудио и визуальной информации; многомодальный интерфейс взаимодействия человека с компьютером; автоматизированная система интеллектуального распределенного моделирования сложных систем и процессов на основе теории алгоритмических сетей, распределенных баз моделей, знаний и данных и когнитивной графики.

Перечисленные технологии готовы к реализации, а ряд из них уже внедрен в отечественных организациях и за рубежом.

Одним из важнейших показателей эффективности деятельности научной организации и признанием ее авторитета в научном мире является организация и проведение ею международных научных конференций, участие в выставках научно-технической продукции. Эта деятельность института была отражена выше при рассмотрении результатов по основным направлениям исследований института. Экспонаты, представленные институтом на выставках, неоднократно награждались медалями и дипломами.

## ПИОНЕРСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

*Пионерские исследования и разработки СПИИРАН (1977–1990 гг.)*

С момента образования института и до настоящего времени его главные научные направления исследований были непосредственно связаны с самыми передовыми концепциями, теориями и технологиями в области информатизации и автоматизации различных сфер человеческой деятельности, которые относятся, согласно данным мировой статистики, к наиболее наукоемким отраслям знаний, определяющим основные тенденции развития информационного общества в XXI веке.

Указанные обстоятельства предъявляли и продолжают предъявлять самые высокие требования как к качеству и результативности проводимых в институте фундаментальных и прикладных исследований, так и к их всесторонней реализации в различных предметных областях. В целом актуальность проблематик НИР, НИОКР и ОКР, выполненных за прошедшие 40 лет в институте, предопределили их пионерский по своему содержанию и результатам характер.

Кратко остановимся на наиболее выдающихся научных результатах, полученных учеными института в рамках соответствующих исследований. Более подробную информацию по данному вопросу, можно также получить в работах [История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде). Вып.1-2008. Вып.2-2009. Вып.3-2012. Вып.4-2014. Под общей редакцией Р.М. Юсупова. СПб. Наука].

В предисловии основное внимание уделено результатам пионерских исследований, полученных сотрудниками института в первые двадцать лет его существования. Результаты последующих лет представлены авторами отдельными буклетами.

Говоря о тематике научных исследований, проводимых в институте в последние два десятилетия XX века, следует указать, что она теснейшим образом была связана с проблемами повышения производительности труда на промышленных предприятиях Ленинграда (впоследствии Санкт-Петербурга) на основе отечественной методологии и концепций комплексной автоматизации и компьютеризации соответствующих процессов, которые реализовывались в рамках принятой Государственной территориально-отраслевой программы развития народного хозяйства Ленинграда и Ленинградской области (программа «Интенсификация-90»).



1. Разработка и создание интегрированных производственных комплексов (ИПК), в которых автоматизировался весь процесс от разработки новой продукции до ее выпуска, а вся цепочка автоматизированных систем была объединена в общую информационно-вычислительную сеть (ИВС).

2. Впервые в России создан аппарат для описания гибкого автоматизированного производства (ГАП), включающий алгебраические модели, сети Петри, диаграммы Ганта (д.т.н. А.А. Лескин), оптимизации технологической последовательности и состава оборудования и программного обеспечения (ПО) для автоматизации проектирования ГАП (к.т.н. А.В. Смирнов). 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 (руководитель д.т.н. А.Н. Домарацкий).

3. Под руководством д.т.н. В.В.Александрова и к.т.н. В.Н. Ханенко разработаны новые принципы построения ПО ИПК, включающего базы знаний, экспертные системы, диалоговые системы принятия решений, алгебраические модели и интеллектуальный интерфейс.

На базе этих разработок с участием специалистов ЛНИВЦ в 1983 г. в НПО «Завод им.М.И. Калинина» было создано и введено в эксплуатацию ГАП механообработки. (руководитель д.т.н. В.М. Пономарев), что позволило повысить производительность труда в 3 раза, увеличить выпуск продукции примерно в 2 раза, сократить производственные площади, необходимые для выпуска продукции, на 30%, а длительность производственного цикла сократить — на 50%.

4. Под руководством д.т.н. Ф.М. Кулакова разработаны интеллектуальные информационные технологии управления роботами и робототехническими системами с использованием виртуальных объектов в реальном мире и дистанционного управления роботами на основе использования Virtual Reality and Augmented Reality. В основу этих технологий положен подход интегрированного программирования роботов на основе методов нечеткой логики и «перчаточного» интерфейса. Этот подход объединяет положительные свойства аналитического программирования и обучения «посредством показа». Разработана информационная технология «дополнения» реальной внешней среды виртуальным объектом (Augmented Reality Technology) с реализацией в реальном масштабе времени как тактильно-силового

восприятия этих объектов человеческими руками, так и стереоскопического визуального восприятия глазами, как будто эти объекты реальные и перемещаются среди объектов реальной внешней среды, возможно, взаимодействуя с ними. Виртуальными объектами являются модели подводных, наземных, космических аппаратов, в частности, телеуправляемых роботов, хирургических инструментов, которые используются человеком для предварительной проверки будущих действий реальных объектов, тренинга, а также для реализации предикативного управления объектами.

5. Под руководством д.т.н. Ф.М. Кулакова и д.т.н. А.В. Тимофеева разработаны новые методы синтеза и интеграции моделей виртуальной реальности в геометрическом, физическом и сенсорном подпространствах для интеллектуальных роботов-агентов и мультимодального человеко-машинного интерфейса. На основе этих методов созданы динамические виртуальные модели для управления космическими и медицинскими (нейрохирургическими) роботами. Результаты этих работ были представлены на Международной выставке «Интеллектуальные и адаптивные роботы» в 2005 и в 2006 гг.», при этом основные разработчики были награждены медалями ВДНХ.

6. Под руководством д.т.н. Торгашева В.А разработаны принципы и решения, соответствующие новым архитектурным и схемотехническим решениям для разработки суперкомпьютеров с динамической архитектурой (СКДА), подразумевающим полный отказ от использования традиционных процессоров в пользу множества независимых автоматов, реализуемых на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), либо на основе специально разрабатываемых отечественных БИС. Данные принципы позволяют приступить к полномасштабной разработке программного обеспечения СКДА.

7. Под руководством д.т.н. Ю.А. Косарева разработан комплекс методов, обеспечивающих устойчивость процесса компьютерного понимания речи в условиях частичных фонетических и синтаксических неточностей. Этот комплекс базируется на выдвинутой концепции интегрального отклонения и построен на основе модели взаимодействия разнородных знаний о языке и предметной области в процессе понимания речи. Модель позволяет снизить ошибки распознавания смысла фраз в 5-10 раз. В прикладном плане эти идеи реализованы в ряде моделей, например, для речевого управления самолетом, производственным оборудованием, роботом, а также в диалоговых обучающих системах. Результат отмечен как важнейший результат РАН за 1997 год.

8. Доктором физико-математических наук О.И. Смоктием была разработана теория адаптивной фильтрации оптических сигналов и соответствующие информационные технологии, позволяющие учитывать искажающее влияние атмосферы на качество аэрокосмической информации о природной среде. Внедрение полученных результатов позволило повысить качество и полноту количественной информации о природной среде при обосновании проектных инженерных решений, анализе достоверности информации о состоянии наземных (надводных) геотехнических сооружений, при разработке прогнозов чрезвычайных ситуаций и неблагоприятных природных явлений. Полученные результаты внедрены (Росавиакосмос) в практику аэрокосмического мониторинга природной среды. Премия Правительства РФ 2002 году в области науки и техники.

9. Под руководством д.т.н. В.В. Иванищевым была Разработана системы автоматизации моделирования САПФИР. конечных пользователей — экспертов в своей предметной области. Методология и средства инструментальной поддержки использовались при разработке моделей технических, экологических, социально-экономических систем, создании баз моделей «Экономика», «Фермерское хозяйство». Внедрение: Госплана РСФСР, администрация Ивановской области, Камчатки. Основные разработчики: д.т.н. В.В. Иванищев, д.т.н. В.Е. Марлей, к.т.н. В.П. Морозов и д.т.н. В.В. Михайлов. Методология позволила на основе модели теплового баланса животного (на примере северного оленя). определить биоклиматические границы ареала и прогнозировать смещение границ при возможных изменениях климата. Данное исследование явилось пионерским, не имеющим аналогов в циркумполярных странах мира Практическое использование предложенная прикладная теория получила на Таймыре (крупнейшая в Евразии популяция диких северных оленей), Ямало-Ненецкий округ (домашние северные олени — около половины всего поголовья РФ). Международная группа ученых при участии ведущего научного сотрудника лаборатории «Прикладной информатики и проблем информатизации общества» доктора физико-математических наук Тараканова Александра Олеговича сделала открытие, которое поможет при создании новых препаратов для лечения большого депрессивного расстройства. Речь идет о теории так называемой "триплетной головоломки" (Triplet puzzle). Она основана на строгих математических выводах по современным экспериментальным данным о рецепторах, которые связываются и которые не связываются между собой (д.т.н., профессор В.В. Михайлов, к.т.н. В.Ю. Мордовин).

10. Д.ф.-м.н. А.О. Таракановым были сформулированы математические основы новой теории обработки информации, использующей ключевые свойства биомолекул в качестве прототипа. Введено и исследовано новое математическое понятие «формальных иммунных сетей», обладающих способностями к обучению, распознаванию и выводу решений задач. Доказана возможность создания иммунокомпьютеров на основе математических моделей формальных иммунных сетей, аналогично широко распространенным нейрокомпьютерам на основе моделей нейронных сетей. Иммунокомпьютеры способны решать все основные задачи искусственного интеллекта (обучение, распознавание, принятие решений в незнакомых ситуациях). При этом они способны преодолеть те недостатки, которые препятствуют применению нейрокомпьютеров в областях, где ошибки слишком дорого стоят (медицина, авиация, информационная безопасность и т.д.). Результат отмечен как важнейший результат РАН за 1999 год. Исследования поддерживались грантами РФФИ и зарубежными проектами. Опубликовано монография А.О. Tarakanov, V.A. Skormin, S.P. Sokolova. *Immunocomputing: Principles and Applications*. Springer-Verlag, 2003. 193 p.

В развитие этой теории д.ф.-м.н. А. О. Таракановым введено и исследовано математически строгое понятие биомолекулярной формальной иммунной сети. Это понятие открывает возможность создать биомолекулярный иммунокомпьютер как фрагмент иммунной системы человека, контролируемый компьютером. На практике он означает минимизацию дорогостоящих и опасных экспериментов на животных и людях для борьбы с раком и с особо опасными инфекциями, а также для конструирования новых вакцин и иммуномодуляторов. С использованием этих методов А. О. Таракановым с группой ученых сделано открытие, позволяющее лечить депрессию.

Начало XXI века было сопряжено с появлением качественно новых интеллектуальных информационных технологий и систем, в рамках которых стали интенсивно проводится исследования, направленные на гармоничное объединение явных и неявных (неосознанных) экспертных знаний с формально-математическими подходами, развиваемыми в рамках классических теорий управления, принятия решений, распознавания образов, моделирования. За прошедшие 40 лет учеными института по данной проблематике был выполнен целый ряд фундаментальных и прикладных исследований, результаты которых можно отнести к числу пионерских.

*Пионерские исследования и разработки (1991-2017 гг.)\**

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Концептуальные и научно-методологические основы информатизации общества»

2. Авторы результата: член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор Р.М. Юсупов, д.т.н. профессор В.П. Заболотский

3. Содержание результата: Сформулированы концептуальные основы (сущность, цели, принципы, основные этапы и направления) информатизации.

Разработаны различные (табличные, структурные и аналитические) модели информационного общества. Созданы методология и основанные на ней методы, математические модели и методики оценивания состояния и прогнозирования хода и результатов информатизации.

Рассмотрены особенности информатизации основных сфер деятельности человека (экономика, культура, образование, здравоохранение и т.д.). Подробно исследованы методологические проблемы информатизации науки и информационной безопасности. Предложена структура проблемы информационной безопасности, имеющая три составляющие: защита информации, защита от информации, добывание информации о потенциальных угрозах в информационном пространстве.

4. Практическая значимость: Результаты указанных исследований были использованы при разработке ряда концептуальных документов, определяющих основы построения информационного общества в Санкт-Петербурге. К таким документам относятся:

Концепция информатизации Ленинградского экономического региона. 1991 г.

Концепция информатизации Василеостровского района Ленинграда. 1991 г.

Базовая концепция информатизации административного района крупного города. 1992 г.

Обобщенная концепция информатизации Ленинградского экономического региона, 1991 г.

Концепция информатизация Санкт-Петербурга, 1994 г.

Проект программы «Информатизация Санкт-Петербурга на 1994-2010 годы», 1994 г.

Стратегический план Санкт-Петербурга. Материалы тематических комиссий «Телекоммуникации и информатизация» и «Безопасность», 1998 г.

\* Наименования направлений пионерских исследований и разработок приведены в формулировках авторов.

Концепция «Стратегия перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу», 1999г.

Проект комплексной программы Санкт-Петербурга «Электронный Санкт-Петербург на 2004-2010 годы», 2002 г.

Проект Концепции информационной политики Санкт-Петербурга, 2006 г.

Проект Конвенции о запрещении военного или иного враждебного использования методов и средств на инфосферу, 1993 г.

5. Сфера применения: Все сферы человеческой деятельности подвержены информатизации.

6. Государственная оценка значимости результата: Профессора Р.М. Юсупов и В.П. Заболотский получили в 2009 году премию Правительства РФ за научно-практические разработки в области информатизации системы непрерывного образования.

Р.М. Юсупов получил в 2017 г. премию Правительства Санкт-Петербурга за работу «Интеграция образования, науки и промышленности как основа формирования и реализации стратегии развития информационного общества в Санкт-Петербурге» в области информатизации высшего и среднего профессионального образования.

7. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Юсупов Р.М., Заболотский В.П. Научно-методологические основы информатизации. СПб.: Наука, 2000, с.456.

2. Юсупов Р.М., Заболотский В.П. Концептуальные и научно-методологические основы информатизации. СПб.: Наука, 2009, с.544.

3. Юсупов Р.М. Наука и национальная безопасность. СПб.: Наука, 2006 (с.290), 2011 (с.376).

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Геофизическая кибернетика»

2. Авторы результата: член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор Юсупов Р.М., д.ф.-м.н. профессор Солдатенко С.А.

3. Содержание результата: Термин геофизическая кибернетика был предложен Юсуповым Р.М. в 1979 г. для обозначения нового междисциплинарного научного направления об управлении объектами и процессами в геофизической среде (неживой природе). Первые открытые публикации авторов в данном направлении появились в девяностых годах прошлого столетия. В них сформулированы концептуальные основы управления окружающей средой, рассмотрены особенности элементов окружающей среды и их моделей с позиций управления. В качестве таких особенностей отмечены, в частности, масштабность и пространственная распределенность геофизических процессов, огромная их энерговооруженность, сложность и недостаточная изученность их моделей и т.д.

В рамках геофизической кибернетики предварительно рассмотрены математические модели таких объектов и процессов управления, как облачность, туманы, осадки, лавинообразование, наводнения и паводки, климат, погода и т.д. Сформулировано несколько задач управления антропогенными процессами. Выделена отдельно задача управления выбросами экономическими методами (воздействиями).

4. Научная новизна: Используя методы теории чувствительности динамических систем и теории оптимального управления, авторы впервые сформулировали проблему целенаправленного воздействия на окружающую природную среду как экстремальную задачу и на этой основе разработали теоретические основы построения оптимальных систем управления геофизической средой, в том числе климатом Земли.

5. Практическая значимость: Разработанная теория открывает широкие возможности для рационального управления геофизическими процессами различных пространственно-временных масштабов, а также для выработки политики в области взаимодействия общества и природы в интересах удовлетворения потребностей человеческой цивилизации.

6. Сфера применения: федеральные органы государственного управления (Министерство природных ресурсов и экологии, Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерство сельского хозяйства, Росгидромет, Росводресурсы), Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК).

7. Сравнение с мировым уровнем: разработанный авторами подход не имеет мировых аналогов.

8. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Юсупов Р.М., Гаскаров Д.В., Киселев В.Б., Солдатенко С.А., Строганов В.И. Введение в геофизическую кибернетику и экологический мониторинг / Под ред. Р.М. Юсупова. СПб.: СПбГУВК, 1998, с.166.

2. Soldatenko S., Yusupov R. On the possible use of geophysical cybernetics in climate manipulation (geoengineering) and weather modification. WSEAS Transactions on Environment and Development. 2015. V. 11. P. 116-125.

3. Солдатенко С.А., Юсупов Р.М. Чувствительности нульмерной климатической модели и ее обратные связи в контексте проблемы управления погодой и климатом Земли // Труды СПИИРАН. 2017. Вып. 3(52). С. 5-31.



1. Направление пионерских исследований и разработок: «Обобщение модели ускоренного развития науки»

2. Авторы результата: член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор Р.М. Юсупов

3. Содержание результата: Одной из наиболее популярных наукометрических моделей является модель ускоренного развития науки, которую обычно увязывают с именем Ф.Энгельса, который в 1848 году заметил: «Наука движется вперед пропорционально массе знаний, унаследованных ею от предшествующего поколения» (Энгельс Ф., *Наброски к критике политической экономики* // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., 1955. Т.1. С.568).

Этой формулировке соответствует математическая модель в виде простейшего дифференциального уравнения:

$$\frac{dI}{dt} = kI, \quad I(t_0) = I_0, \quad t > t_0,$$

где  $k$  — константа,  $I$  — информационный параметр (количество публикаций, открытий, численность людей в науке и т.д.).

Очевидно, что даже при самых благоприятных условиях экспоненциальная закономерность в развитии науки реально не может сохраняться сколь угодно долго. В конце концов появятся ограничения в материальных и людских ресурсах или другого характера (экологического, этического и т.д.). История знает печальные примеры, когда темпы роста науки в целом или отдельных ее отраслей замедлялись в условиях экономических кризисов, революционных потрясений, неудачных вмешательств «сверху» в развитие науки и т.д.

Автор как представитель точных наук еще в начале девяностых годов прошлого столетия попытался как-то осмыслить, хотя бы на количественно-качественном уровне, те кризисные явления, которые начали проявляться в отечественной науке и тормозить ее развитие.

В результате обобщения модели Ф. Энгельса была предложена следующая модифицированная параметрическая модель развития науки:

$$\frac{dI}{dt} = kI + C, \quad I(t_0) = I_0,$$

где  $k = k_1 \Psi^\alpha L^\beta - \lambda$ ,

$L$  — людские ресурсы в науке,  $\Psi$  — параметр, характеризующий затраты (бюджет) на науку,

$\lambda$  — параметр, характеризующий старение информации (знаний),  $k_1, \alpha, \beta$  — параметры модели,

$C$  — внесистемный параметр, позволяющий учесть интенсивность информационного обмена с внешней средой. При этом случай  $C > 0$  означает приток информации (знаний) извне,  $C < 0$  связан с утечкой информации («утечка умов» и «сырых» знаний, научная дезинформация и т.д.). Обобщенная модель позволяет получить более «богатую палитру» возможных траекторий развития науки в зависимости от объема финансирования науки  $\Psi$ , численности исследований  $L$  и внешнего влияния  $C$  (см. рис.1).

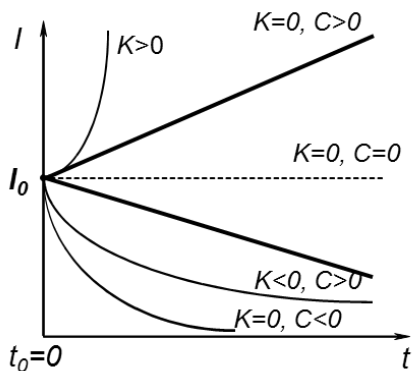


Рис.1. Обобщенная модель развития науки

#### 4. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Юсупов Р.М. Об информационных моделях развития науки. Препринт №171. СПб., 1994, с. 28.

2. Юсупов Р.М. Об одном обобщении модели ускоренного развития науки // Науковедение, №4, 1999.

3. Юсупов Р.М., Сгурев В. Обобщенная модель развития науки при нормальном и кризисном состоянии страны // Problems of Engineering Cybernetics and Robotics. Vol. 52, Sofia, 2002.

4. Юсупов Р.М., Заболотский В.П. Концептуальные и научно-методологические основы информатизации. СПб.: Наука, 2009, с.544.

1. Направление пионерских исследований и разработок: Проект «Конвенции о запрещении военного или любого иного враждебного использования методов и средств воздействия на инфосферу»

2. Авторы результата: член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор Р.М. Юсупов, к.т.н. Б.П. Пальчун

3. Содержание результата:

Проект Конвенции содержит преамбулу, собственно текст Конвенции из десяти статей и два приложения. В преамбуле отмечены причины, вызывающие необходимость разработки и принятия документа. В статьях Конвенции перечислены добровольно принимаемые обязательства государств-участников, направленные на предотвращение военного или любого иного враждебного использования информационного оружия на инфосферу.

Проект Конвенции опубликован в журнале «Вооружение. Политика. Конверсия», № 3, 1993 г.

4. Практическая значимость: Конвенция позволяет создать информационно-правовую базу в области международной информационной (кибер) безопасности. Такая база практически отсутствует до настоящего момента.

В конце девяностых годов в Генеральном штабе ВС РФ была создана межведомственная рабочая группа для доработки Конвенции и представления ее в ООН. Но особая позиция США и ряда других стран не позволили тогда положительно решить проблему.

5. Сфера применения: Проблема информационной безопасности является глобальной, затрагивает интересы всех государств. Она является важнейшим компонентом национальной безопасности, «пронизывает» все остальные виды безопасности (экономической, оборонной, социальной и т.д.).

6. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Юсупов Р.М., Пальчун Б.П. Безопасность компьютерной инфосферы систем критических приложений// Вооружение. Политика. Конверсия. № 2. М., 1993.

2. Юсупов Р.М., Пальчун Б.П. Обеспечение безопасности компьютерной инфосферы// Вооружение. Политика. Конверсия. № 3. М., 1993.

3. Юсупов Р.М. Наука и национальная безопасность. СПб.: Наука, 2006. С.302.

4. Юсупов Р.М., Пальчун Б.П. и др. «О проекте «Конвенции о запрещении военного или иного враждебного использования методов и средств воздействия на инфосферу». Материалы научной конференции 18-19 октября 2000 г. «Концептуальные проблемы информационной безопасности в Союзе России и Беларуси», часть 1, СПбГУ, 2000.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Методология и технологии квалиметрии моделей и полимодельных комплексов, описывающих сложные объекты и процессы».

2. Авторы результата: член-корреспондент РАН Р.М. Юсупов, д.т.н., профессор С.В. Микони, д.т.н. профессор Б.В. Соколов.

3. Содержание результата: Основными объектами исследования в разрабатываемой теории оценивания и управления качеством семиотических моделей (квалиметрии семиотических моделей и полимодельных комплексов) являются как свойства семиотических моделей (полимодельных комплексов), к числу которых могут, в первую очередь, отнесены адекватность, надежность, точность, полезность, сложность, развиваемость, гибкость, адаптивность, простота, оптимальность, интеллектуальность и т.п., так собственно и технологии организации взаимодействия и использования моделей и полимодельных комплексов для решения различных классов прикладных задач. При этом под семиотическими моделями понимаются модели, построенные с использованием естественных или искусственных языков. К числу последних относят все формальные языки и соответствующие классы моделей, описанные с их помощью (например, аналитико-имитационные, логико-алгебраические, логико-лингвистические модели и их комбинации). Методологические основы разработанной теории включают в себя: концепции системного анализа и комплексного моделирования; принципы программно-целевого и ситуационного управления, необходимого разнообразия, неокончательных решений, внешнего дополнения и погружения; субъектно-объектный и интегративный подходы к моделированию сложных объектов и процессов. В основу разработки концептуальных метамodelей оценивания и управления качеством семиотических моделей (полимодельных комплексов) положены две основополагающие идеи. Во-первых, объектом моделирования выбирается не сам реально существующий (проектируемый, либо абстрактный) объект, а развивающаяся ситуация, участниками которой являются объекты и субъекты моделирования (лица, принимающие решения (ЛПР), лица обосновывающие решения (ЛОР), эксперты, лица, реализующие решения), а также собственно разрабатываемые (используемые) модели. Характерная черта развивающейся ситуации состоит в том, что пространство состояний каждого из её участников изменяется во времени под действием различного рода причин (объективных, субъективных, внутренних, внешних и т.п.). Во-вторых, моделирование объектов интерпретируется как процесс управления развивающейся ситуации в условиях неопределённости, вызванной недостаточностью знаний, необходимых для принятия субъектами обоснованных решений. Перечисленные особенности концептуального описания объектов исследования теории позволяют для их формального представления использовать математические структуры, разрабатываемые в общей теории систем, теории управления и инженерных знаний.

4. Научная новизна результата: Новизна разработанной прикладной теории состоит в том, что ее авторам удалось, базируясь на сформулированных ими концепциях, подходах, принципах, провести классификацию, систематизацию семиотических моделей (полимодельных комплексов) и обобщенное описание указанных моделей, установить взаимосвязи и соответствия между различными видами и родами семиотических моделей, провести классификация и выбор системы показателей, оценивающих качество знаковых моделей и полимодельных комплексов, разработать комбинированные методы оценивания значений показателей качества семиотических моделей (полимодельных комплексов), заданных с использованием числовых и нечисловых (номинальных, порядковых) шкал, а также разработать методы и алгоритмы решения задач многокритериального анализа, упорядочения и выбора семиотических моделей (полимодельных комплексов), управления качеством семиотических моделей. Главное отличие и новизна предложенного авторами подхода к оцениванию и управлению качеством семиотических моделей состоит в том, что он базируется на фундаментальных научных результатах, полученных в современной общей теории систем и теории проактивного управления сложными объектами, что гарантирует полноту замкнутость и непротиворечивость решений, полученных в рамках рассматриваемой теории.

5. Практическая значимость: Фундаментальные и прикладные научные результаты, полученные в рамках квалиметрии моделей и полимодельных комплексов, к настоящему времени получили широкую и разнообразную практическую реализацию в различных научных организациях, на предприятиях промышленности, а также в учебном процессе ряда технических университетов. Внедрение на практике методов и алгоритмов решения задач многокритериального анализа, упорядочения и выбора семиотических моделей (полимодельных комплексов), управления качеством семиотических моделей позволило повысить обоснованность и оперативность принятия управленческих и организационно-технических решений в различных сферах жизнедеятельности (логистика, местное самоуправление, ракетно-космические и военные приложения). разработка квалиметрии моделей идет параллельно в двух основных взаимодействующих и взаимообогащающих направлениях исследований. В рамках первого направления разрабатываются общие вопросы квалиметрии моделей, которые базируются на результатах, получаемых в рамках большого числа частных прикладных теорий оценивания и управления качеством моделей (второе направление исследований), развиваемых в каждой из предметных областей.

6. Сфера применения: научные, учебные и промышленные организации, органы государственной власти, занимающиеся вопросами автоматизации и интеллектуализации процессов управленческой деятельности.

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Разработанные в квалиметрии моделей и полимодельных комплексов подходы и соответствующие методы и алгоритмы многокритериального анализа и выбора моделей могут быть положены в основу исследований чрезвычайно актуальной проблемы структурно-функционального синтеза самоорганизующих вычислений, решение которой позволит поднять на качественно новый уровень вопросы комплексной автоматизации и интеллектуализации современного производства в условиях перехода к цифровой экономике.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Разработанные и успешно реализованные к настоящему времени в ряде предметных областей (космические войска, атомная энергетика, транспортная логистика, местное самоуправление) модельно-алгоритмическое и методическое обеспечение квалиметрии моделей и полимодельных комплексов позволяют многочисленным пользователям на профессионально-ориентированном языке осуществлять в интерактивном, либо автоматическом режиме обоснованный анализ и синтез моделей, методов, алгоритмов и программ для решения различных прикладных задач, связанных с их профессиональной деятельностью. Использование данных технологий в различных предметных областях позволило повысить оперативность и обоснованность принятия решений за счет их структурно-динамической интерпретации и многокритериального оценивания, а также выбора наилучших управляющих воздействий.

9. Сравнение с мировым уровнем: Созданное и эксплуатируемое отечественное программно-математическое обеспечение квалиметрии моделей и полимодельных комплексов, по своим характеристикам не хуже (а в некоторых случаях и лучше) своих зарубежных аналогов.

10. Государственная оценка значимости результата: Результаты, полученные в квалиметрии моделей и полимодельных комплексов включены в список важнейших результатов РАН в 2004, 2008, 2010, 2014, 2016 гг. и поддержаны рядом отечественных и международных грантов и проектов ведущих университетов Российской Федерации, Международного проекта ERASMUS +, Capacity building in higher education, № 73751-EPP-1-2016-1-DE-EPPKA2-CBHE-JP.

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Юсупов Р.М., Иванищев В.В., Костельцев В.И., Суворов А.И. Принципы квалиметрии моделей // IV СПб Международная конференция «Региональная информатика-95», тез. докладов. — СПб, 1995.

2. Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Концептуальные основы оценивания и анализа качества моделей и полимодальных комплексов // Известия РАН. Теория и системы управления, 2004, №6, стр. 5-16.

3. Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с.

4. Sokolov B.V., Zelentsov V.A., Yusupov R.M., Merkuryev Yu.A. Multiple models of information fusion processes: Quality definition and estimation // Journal of Computational Science 5(2014) pp. 380-386.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Методология и технологии комплексной автоматизации и интеллектуализации проактивного мониторинга и управления структурной динамикой сложных объектов (СЛО)».
2. Авторы результата: д.т.н. профессор М.Ю. Охтилев, д.т.н. профессор Б.В. Соколов.
3. Содержание результата: Разработаны методологические и методические основы решения задач структурно-функционального синтеза интеллектуальных информационных технологий (ИИТ) и систем проактивного мониторинга и управления (СПМУ) СЛО, базирующихся на их полимодельном многокритериальном описании, полученном в рамках теории недоопределенных вычислений и управления структурной динамикой. Предлагаемый подход позволил осуществлять в интерактивном, либо автоматическом режиме интеллектуальную обработку данных и знаний о состоянии СЛО, разнотипных по своей физической природе и формам представления, а также при наличии некорректной, неточной и слабо достоверной измерительной информации. Кроме того, разработаны основы теории проактивного управления структурной динамикой СЛО, включающие в себя: концепции, принципы, способы, методы, алгоритмы и методики управления структурной динамикой этих объектов. Данная прикладная теория имеет междисциплинарный характер и базируется на результатах, полученных в классической теории управления, исследовании операций, искусственном интеллекте, теории систем и системном анализе (данные результаты включены в список важнейших результатов РАН в 2004, 2005, 2008, 2009, 2010. гг.).
4. Научная новизна результата: Новизна разработанной прикладной теории состоит в том, что ее авторам удалось, базируясь на сформулированных ими концепциях комплексного моделирования, управляемой структурной динамики СЛО, инвариантности состояний СЛО, а также состояний распределенного асинхронного вычислительного процесса, их описывающих, осуществить переход от эвристических методов алгоритмизации этих процессов к последовательности целенаправленных теоретически и методически обоснованных и взаимосвязанных этапов построения как методов (алгоритмов) анализа многоструктурных макро и микросостояний СЛО, так и методов (алгоритмов) проактивного управления ими.
5. Практическая значимость: Результаты исследований (НИР, НИОКР, ОКР), проводимых д.т.н. профессорами Соколовым Б.В. и Охтилевым М.Ю. и их учениками получили к настоящему времени широкую и разнообразную практическую реализацию как в научных организациях и предприятиях оборонной промышленности, занимающихся созданием ракетно-космической техники (РНИИ Космического приборостроения, НПО «Энергия», ЦНИИ МАШ, НПО «ЭЛАС», НПО Прикладной механики,

“ЦСКБ-Прогресс”), так и в войсковых частях и ведущих гражданских и военных образовательных учреждений РФ (СССР) при создании и эксплуатации специального программно-математического обеспечения планирования, мониторинга и управления работой космических средств, входящих в состав таких космических систем как “ГЛОНАСС”, “Глобус”, “Кондор”, “Меридиан”, “Строй”, “Буран”, ракет-носителей “Союз-2”, “Русь-М”. Представителями научной школы были разработаны и внедрены в промышленных и военных организациях РФ различные комбинированные модели, методы, алгоритмы и методики комплексного автоматизированного мониторинга состояния космических средств (КСр), планирования работы КСр и управления их структурной динамикой, которые позволили при минимальных затратах ресурсов повысить эффективность применения рассматриваемых средств.

6. Сфера применения: Органы и пункты управления ОВГУ на стратегическом (федеральном), оперативном (региональном) и тактическом(местном) уровнях управления.

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Обеспечение технологической независимости российских разработчиков от зарубежных производителей в области создания, эксплуатации и модернизации модельно-алгоритмического, технического, информационного и программного обеспечения АСУ ОВГУ на основе принципиально нового подхода к их проектированию и применению, базирующегося на комбинированном использовании логических, лингвистических и математических моделей, методов и алгоритмов, обеспечивающих суперкомпьютерную обработку и анализ в реальном времени сверхбольших объемов измерительной информации при наличии в ней некорректных, неточных и противоречивых данных.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Разработанные и успешно реализованные к настоящему времени в ряде предметных областей (космические войска, атомная энергетика, транспортная логистика) ИИТ и соответствующие СППР позволяют многочисленным пользователям на профессионально-ориентированном языке осуществлять в интерактивном, либо автоматическом режиме фильтрацию и интеллектуальный анализ разнотипных данных и знаний о состоянии сложных технических объектов. Использование данных технологий в других предметных областях позволит повысить оперативность и обоснованность принятия решений за счет их структурно-динамической интерпретации и многокритериального оценивания и выбора наилучших управляющих воздействий в формируемой в настоящее время цифровой экономике РФ.

9. Сравнение с мировым уровнем: Созданные и эксплуатируемые отечественные интегрированные АСУ космическими средствами, в состав которых включены предлагаемые ИИТ и СППР по своим характеристикам не хуже (а в некоторых случаях и лучше) своих зарубежных аналогов.



10. Государственная оценка значимости результата: д.т.н. профессор Б.В. Соколов и М.Ю. Охтилев за проделанный комплекс исследований по указанной тематике получили премии Правительства в области науки и техники соответственно в 2013 и 2014 г.

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Охтилев М.Ю. Основы теории автоматизированного анализа измерительной информации в реальном времени. Синтез системы анализа. — СПб.: ВИКУ им. А.Ф.Можайского. — 1999.— 160 с.

2. Охтилев М.Ю, Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с.

3. D. Ivanov, B. Sokolov. Adaptive Supply Chain Management. London: Springer, 2010. 269 p.

4. Information Technologies and Tools for Space-Ground Monitoring of Natural and Technological Objects. — Riga Technical University, 2014. Editors: Y.Merkuryev, G.Merkuryeva, B.Sokolov, V.Zelentsov. — 110 p.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Многомодальные интерактивные системы окружающего интеллектуального пространства».
2. Авторы результата: д.т.н. А.Л. Ронжин, д.т.н., А.А. Карпов, к.т.н. В.Ю. Будков, к.т.н. А.И. Савельев.
3. Содержание результата: Разработаны математические и алгоритмические модели, методы и опытные образцы проактивных средств автоматизации систем информационного и технологического сопровождения пользователей окружающего интеллектуального пространства, обеспечивающих анализ поведения пользователей и окружающего контекста и формирующих управляющие команды к многомодальным сервисам пространства для реализации продуктивной текущей деятельности пользователей.
4. Научная новизна результата: Разработанные технологии проектирования многомодальных интерфейсов интеллектуального пространства, отличаются применением оригинальных методов дистанционного автоматического распознавания речи, многомодальной диаризации речи дикторов, средствах компьютерного зрения и программно-аппаратных решениях цифровой обработки сигналов.
5. Практическая значимость: Созданные уникальные технические решения, в том числе: программно-аппаратная архитектура многомодального информационно-справочного киоска, технологическая инфраструктура интеллектуального зала, система протоколирования речи участников телеконференций, а также программное обеспечение разработки и функционирования многомодального интерфейса внедрены в ходе российских и международных научных проектов в рамках Европейских программ (FP6 и Intas), хоздоговоров с российскими и зарубежными компаниями («Концерн Океанприбор», «Нью Войс», «Telio AG», ОАО «Радиоавионика»).
6. Сфера применения: Интеллектуальные системы сопровождения информационно-коммуникационной деятельности человека, отличающихся сложностью бесконтактной регистрации поведения человека и анализа когнитивных процессов пользователя, необходимых для построения проактивных средств автоматизации многомодальных информационно-управляющих и робототехнических систем.
7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Предложенные решения теоретических и практических проблем информационного и технологического сопровождения распределенных мероприятий, методов многоканальной обработки аудиовизуальных сигналов и проектирования речевых и многомодальных интерфейсов для информационно-управляющих систем способствуют созданию

новых информационных и телекоммуникационных технологий цифрового общества.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Внедрение многомодальных интерактивных систем окружающего интеллектуального пространства решает проблемы безопасности и эргономичности цифровых технологий. Реализация корпоративного киберфизического интеллектуального пространства включает множество взаимосвязанных сервисов аутентификации пользователей, корпоративного телевидения, навигации посетителей, видеоконференцсвязи, обработки сенсорной информации и функционирующая согласно сценариям взаимодействия с пользователями и обеспечения безопасности на предприятии за счет интеграции разнородных компонент инфраструктуры организации (информационные экраны, турникеты, камеры видеонаблюдения и другие бесконтактные сенсоры, сетевые и вычислительные ресурсы).

9. Сравнение с мировым уровнем: Проектирование многомодальных интерактивных систем окружающего интеллектуального пространства ведется в кооперации с зарубежными партнерами и ежегодно апробируется на ряде международных конференций, с целью сравнения с передовыми зарубежными аналогами и обеспечения конкурентноспособных преимуществ разрабатываемого модельно-алгоритмического и программно-аппаратного обеспечения.

10. Государственная оценка значимости результата: Премия Правительства Санкт-Петербурга за выдающиеся научные результаты в области науки и техники в 2017 году в номинации электро- и радиотехника, электроника и информационные технологии - премия им. А.С.Попова: за цикл работ по разработке многомодальных систем окружающего интеллектуального пространства.

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Interactive Collaborative Robotics. Springer International Publishing Switzerland. A. Ronzhin et al. (Eds.): ICR 2016, LNAI 9812, 2016, 263 p.

2. Speech and Computer. Springer International Publishing Switzerland. A. Ronzhin et al. (Eds.): SPECOM 2015, LNAI 9319, 2015, 504 p.

3. Ронжин А.Л., Юсупов Р.М. Многомодальные интерфейсы автономных мобильных робототехнических комплексов // Известия Южного федерального университета. Технические науки.

4. А.Л. Ронжин, А.А. Карпов, И.А. Кагиров. Особенности дистанционной записи и обработки речи в автоматах самообслуживания // Информационно-управляющие системы, СПб.: ГУАП, Вып. 42, Т. 5, 2009, С. 32-38.2015. № 1 (162). С. 195-206.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Многомодальный пользовательский интерфейс для бесконтактного человеко-машинного взаимодействия».

2. Авторы результата: д.т.н. А.А. Карпов, д.т.н. А.Л. Ронжин, к.т.н. И.С. Кипяткова.

3. Содержание результата: в лаборатории речевых и многомодальных интерфейсов СПИИРАН предложен и исследован один из первых российских многомодальных интерфейсов пользователя и на его основе разработана компьютерная система ICanDo (Intellectual Computer AssistaNt for Disabled Operators), предназначенная для бесконтактного взаимодействия и управления персональным компьютером полностью без использования клавиатуры и мыши. Такая система необходима для помощи людям, имеющим проблемы с двигательными функциями рук или не имеющим (кистей) рук вовсе. Вместо клавиатуры и мыши для управления графическим интерфейсом компьютера предложено использовать естественные голосовые команды и движения головы пользователя. В системе для управления курсором мыши производится отслеживание пяти характерных точек лица оператора (центр верхней губы, кончик носа, точка между бровей, левый глаз и правый глаз), перемещение этих точек позволяет контролировать курсор мыши на экране монитора. Автоматическая система может распознавать несколько десятков управляющих голосовых команд на русском и английском языке (например, "печатать", "правая" и т.д.) для чего используется разработанная в СПИИРАН система распознавания и понимания речи SIRIUS (SPIIRAS Interface for Recognition and Integral Understanding of Speech).

4. Научная новизна результата: новизна предложенного интерфейса для бесконтактного человеко-машинного взаимодействия состоит в анализе, объединении и синхронизации одновременно нескольких естественных для человека модальностей (способов) бесконтактного взаимодействия: естественная речь на основе технологии автоматического распознавания речи и движения (головы) пользователя на основе технологии компьютерного зрения. С предложенным многомодальным интерфейсом был проведен комплекс когнитивных исследований и экспериментов с использованием методики Фиттса для количественной оценки способов управления компьютером.

5. Практическая значимость: результаты данных исследований и разработок, проводимых в лаборатории речевых и многомодальных интерфейсов получили к настоящему времени широкую практическую реализацию. Разработанная многомодальная система ICanDo способна помогать людям без рук или имеющим проблемы с двигательными функциями рук (например, парализованы руки) при работе с персональным компьютером делая их более независимыми и

позволяет интегрироваться в информационное сообщество, что повышает их социальный статус и дает возможность сделать профессиональную карьеру. Кроме того, такая многомодальная система может быть эффективно использована в ряде приложений для бесконтактного человеко-машинного взаимодействия, когда руки оператора заняты, например, в системах помощи водителю, системах виртуальной и дополненной реальности, автоматизированных помощниках медицинских работников при проведении операций, в военной сфере при управлении техникой, роботами, транспортными средствами и т.д. Система ICanDo получила свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ в Роспатенте (№ 2008611031), а способ бесконтактного человеко-машинного взаимодействия оформлен в виде патента РФ на изобретение «Способ бесконтактного управления курсором мыши» (№ 2618389).

6. Сфера применения: ассистивные информационные технологии для помощи людям с ограниченными возможностями здоровья, а также специальные компьютерные системы на основе бесконтактного человеко-машинного взаимодействия.

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: новые интеллектуальные многомодальные интерфейсы человеко-машинного взаимодействия позволяют пользователям/операторам более эффективно использовать возможности компьютерной техники и автоматизированных систем за счет использования естественного и привычного способа взаимодействия, подобного общению человека с человеком. Многомодальные интерфейсы обеспечивают эффективное информационное взаимодействие и управление компьютером благодаря параллельному использованию нескольких средств автоматической обработки разнородной информации, передаваемой пользователем по акустическим, визуальным, текстовым, тактильным каналам; такие интерфейсы способны анализировать естественные для человека способы взаимодействия: разговорную речь, движения, позы, жесты, рукописный ввод, артикуляцию, мимику, эмоции, и т.д.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: внедрение предложенного многомодального интерфейса ICanDo в ассистивных информационных технологиях позволяет повысить социо-экономическую интеграцию инвалидов в информационном обществе и сделает их более независимыми от помощи со стороны других лиц; многомодальный интерфейс позволит пользователям самим выбирать доступные им средства взаимодействия с компьютером, компенсируя недоступные модальности альтернативными коммуникативными каналами.

9. Сравнение с мировым уровнем: в настоящее время отсутствуют полноценные зарубежные аналоги разработанной многомодальной системы для бесконтактного человеко-машинного взаимодействия.

Ближайшими аналогами являются аппаратные трекеры движений головы и глаз человека и системы автоматического распознавания речи и голосовых команд, в том числе для русского языка (например, Google Now, Apple Siri, Microsoft Cortana, Amazon Alexa), однако они не используют объединения этих двух модальностей для управления компьютером.

10. Государственная оценка значимости результата: за исследования и разработки по данной тематике д.т.н. Карпов А.А. награжден медалью Российской Академии Наук с премией для молодых ученых по решению Президиума РАН в 2012 г., а также получил грант Президента РФ.

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Карпов А.А., Ронжин А.Л., Ли И.В., Шалин А.Ю. Речевые технологии в многомодальных интерфейсах // Труды СПИИРАН. Вып. 2, 2004, С. 183-193.

2. Карпов А.А. ICanDo: Интеллектуальный помощник для пользователей с ограниченными физическими возможностями // Вестник компьютерных и информационных технологий, № 7, 2007, С. 32-41.

3. Karpov A., Ronzhin A. ICANDO: Low Cost Multimodal Interface for Hand Disabled People // Journal on Multimodal User Interfaces, Vol. 1, No. 2, 2007, pp. 21-29.

4. Karpov A., Ronzhin A., Nechaev A., Chernakova S. Assistive multimodal system based on speech recognition and head tracking. In Proceedings of the 9th International Conference on Speech and Computer SPECOM-2004, Russia, St. Petersburg, 2004, pp. 521-530.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Система автоматического распознавания слитной русской речи со сверхбольшим словарем».
2. Авторы результата: к.т.н. И.С. Кипяткова, д.т.н. А.А. Карпов.
3. Содержание результата: в лаборатории речевых и многомодальных интерфейсов СПИИРАН разработана и исследована система автоматического распознавания слитной русской речи со сверхбольшим словарем, предназначенная для обучения акустических и фонетико-языковых моделей, а также для автоматического преобразования русской речи, поступающей в виде звукового сигнала из предварительно записанной базы данных или непосредственно от микрофона, в текст. Размер словаря системы — более 150 тыс. словоформ. В системе реализованы методы и модели, учитывающие такие особенности русского языка, как практически свободный порядок слов и наличие большого числа словоформ для каждого слова. В частности, были применены различные типы моделей языка (синтаксическо-статистическая, факторная, нейросетевая). Также система позволяет осуществлять генерацию множественных вариантов акустико-фонематических транскрипций слов, учитывающих явления редукации и ассимиляции звуков и тем самым позволяющие моделировать вариативность произношения в разговорной речи.
4. Научная новизна результата: разработанная система автоматического распознавания речи отличается применением методов и моделей, учитывающих особенности русского языка, возможностью моделировать вариативность произношения слов в разговорной речи, использовать различные типы моделей языка.
5. Практическая значимость: разработанные методы автоматической обработки языка и речи позволяют повысить точность распознавания русской речи, сохраняя при этом приемлемую скорость распознавания, что позволяет применять предложенные модели для прикладных задач. Получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, реализующих разработанные методы: "Программный модуль создания синтаксическо-статистической модели русского языка по текстовому корпусу" (№2012618285), "Программный модуль создания расширенного фонематического словаря системы распознавания разговорной русской речи" (№2012613488).
6. Сфера применения: система автоматического распознавания речи может быть использована для компьютерного стенографирования, для голосового машинного перевода с русского языка, для голосового управления компьютером, робототехническими и автоматизированными системами.
7. Вклад в научно-техническое развитие страны: в системе автоматического распознавания речи реализованы методы и модели, учитывающие особенности русского языка. Разработанная система

может быть применена в качестве речевого интерфейса, обеспечивая более естественный способ человеко-машинного взаимодействия, по сравнению с традиционными графическими интерфейсами.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: использование речевого ввода позволит пользователю одновременно осуществлять несколько функций, не связанных с устройствами ввода в машину, поскольку руки пользователя будут свободными и могут выполнять другие действия, а также позволит людям с ограниченными возможностями здоровья пользоваться компьютером и другими информационными системами.

9. Сравнение с мировым уровнем: разработанная система автоматического распознавания слитной русской речи обеспечивает точность распознавания, соответствующую мировому уровню для русского языка.

10. Государственная оценка значимости результата: проводимые исследования и разработки поддержаны грантами Президента РФ для молодых ученых в 2015-2016 гг. и 2017-2018 гг.

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Кипяткова И.С. Комплекс программных средств обработки и распознавания разговорной русской речи // Информационно-управляющие системы. № 4, Т. 53, 2011, С. 53-59.

2. Кипяткова И.С. Программно-алгоритмическое обеспечение создания синтаксическо-статистической модели русского языка по текстовому корпусу // Труды СПИИРАН. 2013. Вып. 24. С. 332-348.

3. Кипяткова И.С., Карпов А.А. Исследование нейросетевых моделей русского языка для систем автоматического распознавания слитной речи // Автоматика и телемеханика, Т. 78, № 5, 2017, С. 110-122.

4. Кипяткова И.С., Карпов А.А. Автоматическое распознавание русской речи с применением факторных языковых моделей // Искусственный интеллект и принятие решений. № 3, 2015, С. 62-69.



1. Направление пионерских исследований и разработок: «Многоагентные технологии и их использование в новых классах крупномасштабных открытых системах моделирования и управления сетевыми объектами».

2. Авторы результата: д.т.н., проф. В.И. Городецкий, к.т.н. О.В. Карсаев, к.т.н. С.В. Серебряков, В.В. Самойлов.

3. Содержание результата: В лаборатории интеллектуальных систем в течение более чем 20 лет проводились и продолжатся в настоящее время теоретические и прикладные исследования в области многоагентных систем (МАС) и технологий. К числу наиболее важных результатов в этой области относится детально проработанная теоретически и реализованная на программном уровне инструментальная система для поддержки графического стиля концептуального моделирования, процессов проектирования и программной поддержки процессов разработки сложных многоагентных приложений. Эта инструментальная система, широко известная под названием Multi-Agent System Development Kit (MASDK) получила международное признание. Информация о ней представлена в ведущих международных специализированных изданиях, посвященных наиболее передовым достижениям в области технологий МАС и их приложений. Инструментарий MASDK и разработанные с его помощью приложения демонстрировались на ряде международных и российских тематических конференций, и выставок, посвященных разработкам в области МАС. Международное признание высокого научного уровня этих разработок подтверждено более чем десятью контрактами с зарубежными компаниями по проектам, в которых разработанная технология активно использовалась для создания различных приложений.

4. Научная новизна результата: Новизна методологии, положенной в основу концепции разработки приложений при поддержке средствами инструментов MASDK состоит в том, что она базируется на проблемной и предметной онтологиях, использует иерархическую структуру принятия решений и специальные процедуры мета-обучения и объединения решений и ориентирована на создание распределенных приложений с общей онтологией на мета-уровне.

Созданная инструментальная система поддерживает все основные этапы жизненного цикла создания и использования прикладных МАС, в частности, анализ, проектирование, программную реализацию, развертывание прикладной системы в заданной компьютерной сети, ее развитие и модификацию в процессе

практического использования. Новые свойства этого программного инструментария состоят в том, что он (1) построен на базе самой современной методологии, известной под названием GAIA-методология; (2) использует стиль проектирования и разработки, управляемый от модели (model-driven engineering) (3) поддерживает графический стиль разработки системы; (4) использует концепцию повторного использования программных компонент, стандартных для различных MAC-приложений; (5) ориентирован на разработку широкого круга приложений в области распределенных интеллектуальных систем.

Принципиально новой компонентой MASDK является P2P-агентская платформа, которая формирует интеллектуальную программную инфраструктуру для прозрачного взаимодействия распределенных компонент прикладных MAC. Разработанная платформа была первой в мире опубликованной реализацией FIPA NA WG абстрактной архитектуры (2007). Эта платформа является открытой, т.е. она поддерживает динамичный состав узлов сети, т.е. агентов, и сервисов, которые эти агенты могут поставлять. Реализуемые платформой алгоритмы поиска агентов и сервисов адаптируемы к различным вариантам топологии сети. P2P агентская платформа портируется на многие операционные системы, например, Windows, Linux, и другие Unix-подобные операционные системы. Функциональность платформы отделена от её интерфейса, что позволяет создавать пользовательские интерфейсы, наиболее полно и удачно использующие средства различных операционных систем.

Всего было разработано 4 версии инструментального средства MASDK. Эта система была и остается единственной в России разработкой полномасштабной инструментальной среды для создания многоагентных приложений исследовательского уровня.

5. Практическая значимость: Практическая значимость программного инструментария MASDK подтверждается успешными прикладными разработками MAC в различных предметных областях. В частности, с ее помощью были выполнены разработки и программные реализации следующих многоагентных приложений:

– программный прототип инструмента многоагентного распределенного обучения и принятия решений. Разработанная методология определяет базовые принципы, готовые модели (рекомендуемые решения), методы и конкретные алгоритмы распределенного обучения и принятия решений на основе распределенных гетерогенных источников данных. Она была

опробована применительно к задачам обучения обнаружению вторжений в компьютерные сети (контракт с US Air Force Research Lab., контракт с институтом Fraunhofer First, Германия).

– программный прототип многоагентной системы планирования и управления проектами по разработке электронной аппаратуры (контракт с компанией Cadence Design System, США);

– программный прототип системы автономного управления воздушным движением в районе аэропорта JFK, Нью-Йорк (контракт с US Air Force Research Lab.);

– программный прототип системы автономного группового управления беспилотными аппаратами при поиске и распознавании внезапно появляющихся объектов по инфракрасной видеоинформации (контракт с лабораторией Армии США);

– несколько приложений по управлению крупномасштабной транспортной логистикой (инициативные проекты);

– программный прототип многоагентной системы стратегического планирования и управления производственными ресурсами инструментального цеха предприятия “Ижевский мотозавод “Аксион Холдинг” (по субконтракту с ООО “Разумные решения”, Самара, в рамках контракта с предприятием “Ижевский мотозавод “Аксион Холдинг”);

6. Сфера применения: Поддержка технологии построения систем моделирования, планирования и управления для открытых крупномасштабных распределенных интеллектуальных объектов сетевой структуры (см. примеры в п.5).

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Многоагентные технологии моделирования, планирования и управления крупномасштабными объектами сетевой структуры представляют собой перспективное направления исследований и разработок в области современных интеллектуальных информационных технологий, высокий потенциал которых еще предстоит раскрыть, в особенности, для интеллектуальных распределенных технологий различного назначения в области Интернета вещей. Новое научное направление под названием “Интернет агентов”, которое только зарождается в настоящее время, имеет именно такую цель.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Многоагентная технология представляет большие возможности по развитию и реализации современной концепции экономики, перспективу которой экономисты видят в реализации идей, методов и

систем, объединенных термином “цифровая экономика”. Однако уже в недалеком будущем следует ожидать ее развития в направлении экономики Алгоритмов. Многоагентные технологии способны не только эффективно поддержать практическую реализации идей цифровой экономики и экономики Алгоритмов, но и обеспечить в будущем плавный переход экономики от одной фазы развития к другой.

9. Сравнение с мировым уровнем: Данная разработка является наиболее полной программной реализацией самой передовой методологии разработки многоагентных приложений, а именно GAIA-методологии. Кроме того, она была и остается единственной системой, которая поддерживает создание распределенных многоагентных приложений, компоненты которой могут работать в динамических сетях в P2P- стиле. Система котировалась на мировом уровне в десятке лучших инструментальных систем для разработки многоагентных приложений.

10. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. V. Gorodetski, O. Karsaev, I. Kotenko, A. Khabalov. Software Development Kit for Multi-agent Systems Design and Implementation. In B. Dunin-Keplicz, E. Navareski (Eds.), From Theory to Practice in Multi-agent Systems. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 2296, pp.121-130, 2002.

2. В.И. Городецкий, О.В. Самойлов, В.В. Самойлов, С.В. Серебряков. Инструментальные средства для открытых сетей агентов. Известия РАН “Теория и системы управления”, № 1, 2008.

3. Gorodetsky V., Karsaev O., Samoylov V., and Konushy V. Support for Analysis, Design and Implementation Stages with MASDK. In Michael Luck and Jorge J.Gomez-Sanz (Eds.) Agent-oriented Software Engineering IX. Lecture Notes in Computer Science vol. 5386, pp. 272-288, 2009.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Исследования и разработки в области алгебраических байесовских сетей: Модель недоопределенного вероятностного пространства, модель знаний с интервальной вероятностной неопределенностью, вычислительно-эффективная модель рассуждений с интервальными вероятностями».

2. Авторы результата: д.т.н., профессор В.И. Городецкий, д.ф.-м.н., профессор А.Л. Тулупьев, В.В. Самойлов.

3. Содержание результата: В лаборатории интеллектуальных систем СПИИРАН в период 1988-2005 гг. выполнен комплекс пионерских исследований в области моделей знаний с неопределенностью, в которой модель неопределенности знаний задана в терминах интервальных вероятностей над утверждениями пропозициональной логики. В основу этих исследований положена известная из абстрактной алгебры теоретическая модель нормированной булевой алгебры, в которой норма удовлетворяет аксиомам теории вероятностей для дискретных пространств событий (дискретных распределений).

В этом пространстве в качестве пространства случайных событий рассматривается некоторое произвольное множество утверждений (формул) пропозициональной логики, описывающих закономерности предметной области (например, базу знаний экспертной системы), каждой из которой приписана вероятность, принимающая интервальное значение.

Принципиальна новизна постановки задачи состоит в том, что вероятностное пространство задается множеством зависимых событий, которые могут соответствовать как некоторым пропозициональным переменным, так и пропозициональным формулам, заданным над множеством атомарных пропозиций модели знаний. В качестве аксиом такого вероятностного пространства используется множество зависимостей для сложных случайных событий, выводимых из стандартной вероятностной аксиоматики, задаваемой в пространстве элементарных событий. Поскольку в роли модели знаний может выступать произвольное множество пропозициональных формул с интервальной вероятностной мерой, то такая вероятностная модель знаний может быть как недоопределенной (она может задавать некоторый класс допустимых распределений), так и противоречивой (она может противоречить аксиомам вероятностного пространства). По этой причине такая модель нуждается, с одной стороны, в контроле непротиворечивости, и если она непротиворечива, то нуждается в установлении (согласовании) непротиворечивых значений интервальных вероятностей, заданных над некоторым подмножеством пропозициональных формул.

Графическим аналогом такой модели вероятностного пространства является частично упорядоченное (в теоретико-множественно смысле) множество случайных событий, поставленных в соответствие формулам алгебры пропозициональной логики, которое в случае непротиворечивости построенной модели может пополняться новыми

узлами, для которых поиск непротиворечивых значений интервальных вероятностей сводится к задаче линейного программирования.

В рамках этого научного направления получены следующие научные результаты:

1. Разработаны теоретические основы алгебраических байесовских сетей (АБС) и алгоритмы их использование в инженерии знаний для формализации знаний экспертов и интеграции этих знаний со знаниями, извлекаемыми из экспериментальных данных. В основу модели АБС положены неклассические модели вероятностных систем (пространств), основанные на использовании зависимых системы базовых событий, которые могут не образовывать полную группу в классическом смысле и вследствие этого задавать класс распределений, в котором вероятности событий оцениваются верхней и нижней границами.

2. Разработаны эффективные алгоритмы контроля непротиворечивости моделей знаний с вероятностной интервальной мерой неопределенности. Показано, что формализм АБС позволяет решать задачу представления и поддержания непротиворечивости баз знаний с существенной неопределенностью, источники которой могут быть достаточно разнообразными. На основе модели разработаны структуры для представления знаний с интервальной вероятностной мерой неопределенности.

3. Разработан алгоритм поддержания непротиворечивости базы знаний, представленной множеством пропозициональных утверждений (формул) с интервальной вероятностной мерой. Этот алгоритм реализуется с помощью последовательности относительно небольших по размерности задач линейного программирования. При этом все множество таких задач сводится к небольшому числу стандартных формулировок, что обеспечивает эффективность алгоритма и позволяет избежать использования больших стандартных пакетов линейного программирования. Разработанный алгоритм сводит механизм рассуждений с априорными вероятностями формул алгебры пропозициональной логики к вычислению вероятностей событий в алгебре событий, которая изоморфна алгебре формул пропозициональной логики.

4. Научная новизна результата: Принципиально новыми результатами данного исследования, выполненного в лаборатории интеллектуальных систем, являются:

– Модель недоопределенного вероятностного пространства; это пространство, в отличие от классической вероятностной аксиоматики, задается множеством базовых событий (пропозициональных формул базы знаний), которые могут не образовывать полную группу событий;

– Алгоритм контроля и поддержания непротиворечивости базы знаний, заданной множеством произвольных формул алгебры пропозициональной логики с интервальной вероятностной мерой неопределенности, который сводится к решению множества простых задач линейного программирования;

– Эффективный механизм рассуждений с априорными вероятностями.

5. Практическая значимость: Разработанная модель АБС позволяет математически корректно и вычислительно эффективно решать задачи практического построения непротиворечивых баз знаний с неопределенностью, которая интегрирует экспертную и экспериментальную информацию. Результаты данной работы были использованы при выполнении контракта с Лабораторией ВВС США (Информационный директорат) на тему «Предсказание вероятности отказа авионики в предстоящем полете на основании эксплуатационных перегрузок», который попал в группу лучших проектов Лаборатории ВВС США в 2000 г.

6. Сфера применения: Интеллектуальные адаптивные системы, функционирующие в условиях неопределенности: задачи разработки баз знаний и систем принятия решений интеллектуальных систем с использованием экспериментальной и экспертной информации,

7. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Практическое использование разработанных моделей и алгоритмов позволит эффективно строить базы знаний интеллектуальных системы принятия решений в широком круге задач как в технической, так и в социально — экономической сфере, где неопределенность является характерным свойством используемых моделей знаний.

8. Сравнение с мировым уровнем: Результат соответствует мировому уровню исследований в области моделей знаний с неопределенностью, поскольку, в отличие от других известных аналогичных постановок задач и моделей, которые ориентируются на эвристические модели типа мягких вычислений и нечетких множеств, разработанная модель АБС является математически корректной, вычислительно эффективной и максимально приближенной к практической ситуации построения базы знаний с неопределенностью, когда модель вероятностного пространства может быть построена только приближенно.

9. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. V.I. Gorodetski. Adaptation Problems in Expert Systems. International Journal of Adaptive Control and Signal Processing. Vol.6 (1992), pp.201-209.

2. Городецкий В. И. Алгебраические байесовские сети—новая парадигма экспертных систем //Юбилейный сборник трудов институтов Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации РАН. 1993. Т. 2. С. 120-141.

3. В.И.Городецкий. Адаптация в экспертных системах. Известия РАН “Техническая кибернетика”, №5 (1993), с.101-110.

4. А.Л. Тулупьев, В.И.Городецкий. Алгебраические байесовские сети: поддержание непротиворечивости баз знаний. В трудах Международной конференции «Знания, Диалог, Решения (KDS-95)». Ялта, 1995, с.151-159.

5. В.И.Городецкий, Тулупьев А.Л. Формирование непротиворечивых баз знаний с неопределенностью. Известия РАН “Теория и системы управления”, №5, 1997.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Стеганография цифровых изображений: Методы скрытого встраивания информации в цифровые изображения».

2. Авторы результата: д.т.н., проф. В.И. Городецкий, В. Самойлов, Л. Попьяк (США), В. Скормин (США).

3. Содержание результата:

1. Разработан новый формат сжатого представления цифровых изображений, использующий усеченное сингулярное разложение, специальный способ квантования изображения и кодирования. Использование предложенного способа квантования и кодирования позволяет обеспечить высокое качество восстановленного изображения при степени сжатия до 20 %.

2. Предложен метод скрытия данных в цифровых изображениях, использующий модификацию компонент сингулярного разложения изображения. Этот формат используется для встраивания изображения в изображение для обеспечения скрытых коммуникаций, встраивания водяных знаков и т.д. Разработанный формат позволяет обеспечить рекордно большой объем встраиваемой информации при сохранении "визуальной прозрачности" скрытой информации и устойчивости встроенной информации по отношению к JPEG компрессии. Использование разработанного подхода для встраивания водяных знаков обеспечивает устойчивое обнаружение водяного знака после JPEG-компрессии изображения-носителя вплоть до 20%.

4. Научная новизна результата: Предложенный метод скрытия данных в цифровых изображениях, использующий модификацию компонент сингулярного разложения изображения и специальный механизм квантования изображения является новым. Метод был предложен и опубликован авторами в 2000 г.

5. Практическая значимость: Разработанный метод позволяет эффективно решать ряд практически важных прикладных задач информационной безопасности, некоторые из которых были перечислены в п.3 данного документа.

6. Сфера применения: Скрытые коммуникации, встраивание водяных знаков, защита авторских прав, и другие прикладные задачи информационной безопасности.

7. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Повышение уровня информационной безопасности корпоративных и частных данных.

8. Сравнение с мировым уровнем: До настоящего времени разработанный метод находится в тройке самых устойчивых методов встраивания скрытой информации в цифровые изображения в мире. Работы авторов 2000-2003 г. активно цитируются в зарубежной литературе, а сам метод продолжает развиваться. Это является



свидетельством того факта, что этот научный результат соответствует мировому уровню исследований в области цифровой стеганографии.

9. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. V. Gorodetski, V. Skormin, L. Popyack. Singular Value Decomposition Approach to Digital Image Lossy Compression. In Proceedings of the 4-th World Conference "Systems, Cybernetics and Informatics-2000", (SCI-2000), Orlando, USA, July 2000.

2. В.Городецкий, В.Самойлов. Стеганография на основе цифровых изображений. Труды международной конференции "Интеллектуальные системы автоматизированного проектирования" Дивноморское, Россия, 3-8 сентября, 2000.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Логистика знаний: методы, модели и приложения»
2. Авторы результата: д.т.н. профессор А.В. Смирнов, М.П. Пашкин, Н.Г. Шилов, Т.В. Левашова.
3. Содержание результата: разработаны методология и модели быстрой интеграции знаний на основе конфигурирования сети источников знаний с помощью механизмов управления онтологиями, картограмм знаний и профайлов пользователей, предложена и реализована сервис-ориентированная технология интеграции знаний в распределенной информационно-вычислительной среде. В частности, предложенная методология быстрой интеграции знаний включена в список важнейших результатов РАН за 2001г., а онтолого-ориентированный многоагентный подход «Сеть Источников Знаний», обеспечивающий решение задач логистики знаний в многоагентной среде, включен в список важнейших результатов РАН за 2002 г.
4. Научная новизна результата: Новизна разработанной теории логистики знаний (см. рисунок 1) состоит в том, что ее автору удалось, базируясь на сформулированных им концепции «сеть источников знаний», использующей модель виртуальной организации и онтологическое моделирование знаний, сформировать принципиально новое научное направление в области управления знаниями для поддержки принятия решений, основывающееся на синергетическом использовании знаний из распределенных разнородных источников.
6. Сфера применения: Полученные результаты могут быть использованы при создании: (1) контекстно-зависимых проактивных систем поддержки принятия оперативных решений для мобильных пользователей (пользователей, использующих мобильные персональные устройства) и (2) распределенных систем поддержки принятия решений, основанных на использовании человеко-машинных облачных сервисов в области управления производством, бизнесом и корпоративными структурами
7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Обеспечение технологической независимости российских разработчиков от зарубежных производителей в области создания распределенных систем поддержки принятия решений, основанных на использовании человеко-машинных облачных сервисов в области управления производством, бизнесом и корпоративными структурами.
8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Разработанные и успешно реализованные к настоящему времени в ряде предметных областей (логистика, туризм, конфигурирование

сложных изделий) системы поддержки принятия решений позволяют быстро перейти в формируемой в настоящее время цифровой экономике РФ.

9. Сравнение с мировым уровнем: Созданные и эксплуатируемые системы поддержки принятия решений не уступают своим зарубежным аналогам.

10. Государственная оценка значимости результата: д.т.н. проф. А.В. Смирнов за проделанный комплекс исследований по указанной тематике получил звание «Заслуженный деятель науки РФ» в 2007 г.

Проводимые под руководством проф. А.В. Смирнова были поддержаны грантами РФФИ, РГНФ и РНФ, проектами по программам Президиума РАН, проектами ФЦП Минобрнауки РФ, проектами Европейской Комиссии, проектами фондов CRDF и МНТЦ, грантами шведских и германских научных фондов, контрактами с зарубежными компаниями - Ford, Festo, Nokia.

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Смирнов А.В., Пашкин М.П., Шилов Н.Г., Левашова Т.В. Управление онтологиями. Известия РАН. Теория и системы управления. 2003. Часть 1. № 4, 132-146. Часть 2. № 5, 89-101.

2. Smirnov A., Pashkin M., Levashova T., Chilov N. Fusion-Based Knowledge Logistics for Intelligent Decision Support in Network-Centric Environment. International Journal of General Systems, 2005, Vol. 34, № 6, 673-690.

3. Smirnov A., Pashkin M., Chilov N., Levashova T. Constraint-Driven Methodology for Context-Based Decision Support. Journal of Decision Systems, 2005, Vol. 14, № 3, 279-301.

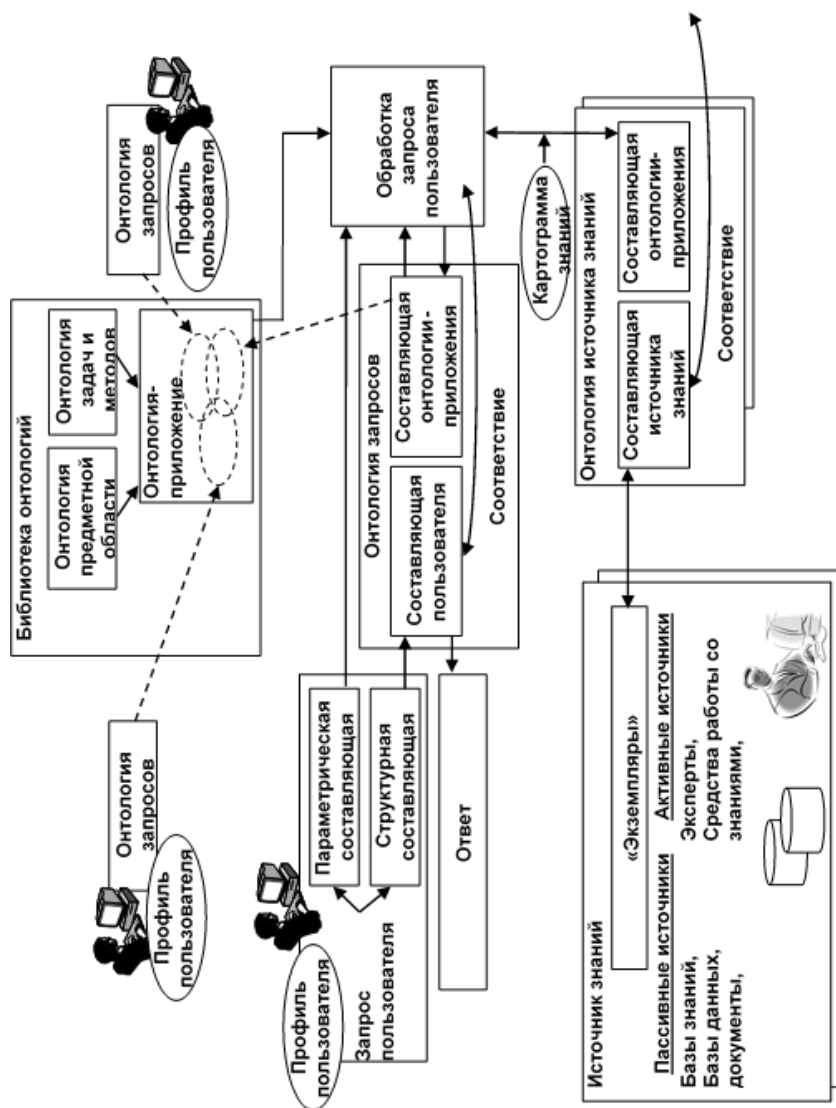


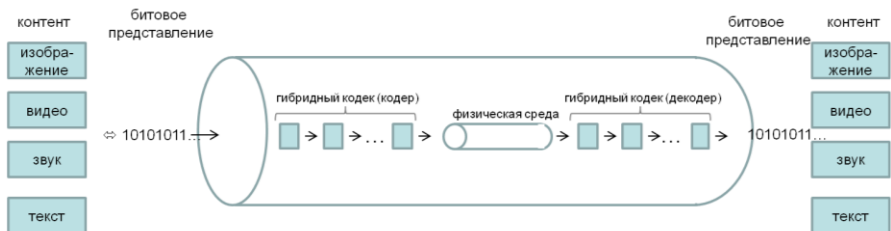
Рис. 1. Логистика знаний (технологическая схема)

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Технология построения программно-определяемых систем для задач инфокоммуникации».

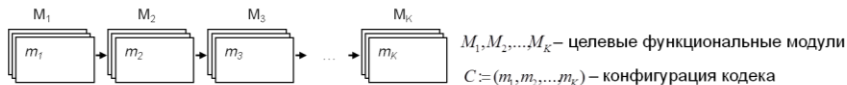
2. Авторы результата: д.т.н., профессор В.В. Александров, д.т.н. С.В. Кулешов.

3. Содержание результата: Разработаны теоретические основы и технология построения гибридных систем компрессии данных для задач инфокоммуникации (рис. 1).

Предложенный подход использован при создании систем сжатия данных, способных адаптироваться к свойствам физического канала и заданным ограничениям на энергетические и информационные характеристики, что ведет к повышению эффективности информационно-коммуникационных систем. На основе предложенного подхода разработана универсальная цифровая коммуникационная платформа с возможностью программного реконфигурирования под требуемую задачу (системы высокой готовности).



### Структура гибридного кодека



### Адаптация интерфейсов функциональных модулей кодеков

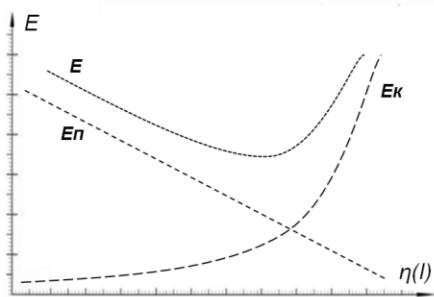
$$F(M_i^{out}) = F(M_{i+1}^in)$$

$$F(M_1^in) = F(sensor)$$

$$F(M_k^{out}) = F(channel)$$

Рис. 1. Технология построения гибридных систем компрессии данных

В рамках направления разработан метод оптимизации энергетических и информационных характеристик цифровых инфокоммуникационных систем, в основе которого лежит использование зависимости энергопотребления от содержания и формы представления битового потока. Метод позволяет уменьшить энергопотребление передающих систем и увеличить время работы мобильных устройств путем выбора величины компрессии с учетом содержания передаваемого сообщения (рис. 2).



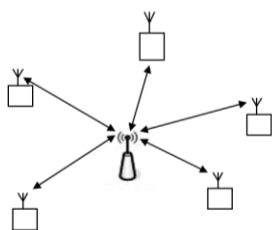
Общая энергия при передаче цифрового потока

$$E = E_k + E_n$$

$E_k$  – энергопотребление кодера;  
 $E_n$  – энергопотребление передатчика;  
 $E$  – общее энергопотребление системы;  
 $\eta(l)$  – величина компрессии информационного сообщения  $l$ .

Рис. 2. Оптимизации энергетических и информационных характеристик цифровых инфокоммуникационных систем

Предложен метод построения сети автономных пассивных устройств, в его основе лежит возможность питания пассивных (не имеющих собственного источника энергии) устройств путем накопления энергии радиоволн активного узла. При этом возможно осуществлять динамическое управление необходимым количеством энергии, требуемым для питания устройств (рис. 3).



Порог возможности ответа устройства:

$$(E_R + E_P + E_T) \kappa \leq E,$$

где  $\kappa < 1$

$E$  – энергия, сосредоточенная в преамбуле;  
 $E_R$  – энергия, затраченная приемником (receiving);  
 $E_T$  – энергия, затраченная передатчиком (transmitting);  
 $E_P$  – энергия, затраченная на обработку данных (processing)

Структура передаваемого сообщения



Рис. 3. Метод построения сети автономных пассивных устройств

Также на основе разработанных в рамках технологии построения программно-определяемых систем методов предложен подход к софтверизации — замене компонентов аппаратного обеспечения на основе развития концепции программно-определяемых систем.

4. Научная новизна результата: Новизна предложенной технологии состоит в использовании подхода софтверизации — замене специализированных компонентов их программными реализациями, в

разработке программно-определяемых каналов передачи данных, позволяющих экономить на инфраструктуре специализированных каналов (физической транспортной составляющей) путем программной реализации требуемых свойств, реализованных на базе имеющихся каналов, а также в гибком управлении свойствами таких каналов. Использование понятия гибридного кодека, состоящего из последовательности функциональных модулей, адаптивное конфигурирование каждого из которых дает возможность настройки систем компрессии под требования задачи, условия внешней среды, тип передаваемого контента.

5. Практическая значимость: Результаты исследований (НИР, НИОКР, ОКР), проводимых в лаборатории автоматизации научных исследований получили к настоящему времени широкую и разнообразную практическую реализацию как в научных организациях, так и в ведущих образовательных учреждениях РФ при создании и эксплуатации специального программно-аппаратного обеспечения.

Методы разработаны в рамках ПФИ ОНИТ РАН «Фундаментальные проблемы разработки новых структурных решений и элементной базы в телекоммуникационных системах», проект «Разработка концепции коммуникационного симулятора COMSIM (процессора динамической компрессии потока данных) на основе цифровой программируемой технологии».

Получен патент на изобретение «Цифровой биометрический комплекс оценки функционального состояния пилота воздушного судна» (№2587724 от 27 мая 2016 г.).

6. Сфера применения: Оптимизация энергопотребления при организации удаленного присутствия, компрессия многомерных данных, телеметрическая оценка функционального состояния.

7. Государственная оценка значимости результата: д.т.н. профессор Александров В.В. за проделанный комплекс исследований по указанной тематике получил Премии Правительства РФ в области науки и техники за 2010 год. Д.т.н. Кулешов С.В. удостоен премии Правительства Санкт-Петербурга за выдающиеся научные результаты в области науки и техники по номинации: естественные и технические науки — премия им. Л. Эйлера.

8. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Александров В.В., Кулешов С.В., Цветков О.В. Концепция программируемой технологии цифровой теории связи: от герц к бит/с. // Журн. «Информационно-измерительные и управляющие системы», №6, т.5, 2007. С. 62-72.

2. Александров В.В., Кулешов С.В., Цветков О.В. Цифровая технология инфокоммуникации. Передача, хранение и семантический анализ текста, звука, видео. — СПб.: Наука, 2008. — 244 с.

3. Кулешов С.В., Юсупов Р.М. Софтверизация — путь к импортозамещению? // Труды СПИИРАН. 2016. Вып. 46. С. 5-13.

4. Александров В.В., Кулешов С.В., Юсупов Р.М. Технология программно-определяемых сред и импортозамещение // Информатизация и связь, №3 2016, С. 154-157.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Рекурсивно-алгоритмический подход к обработке данных».

2. Авторы результата: д.т.н., профессор В.В. Александров, д.т.н., профессор Н.Д. Горский, д.т.н. С.В. Кулешов, к.т.н. А.А. Зайцева, к.т.н. А.Ю. Аксенов.

3. Содержание результата: Разработаны теоретические подходы к развитию дигитализации различных сфер жизни и цифровой трансформации общества.

На базе теоретических результатов разработаны подходы к выявлению семантических объектов в 2D и 3D данных, а также в видеопотоке.

В рамках рекурсивно-алгоритмического подхода разработан инструментальный комплекс для исследования видеопотоков на основе использования адаптивной динамической сегментации. Программное средство оценки аудиовизуальных данных предназначено для инструментальных исследований особенностей видеопоследовательностей на основе покадровой сегментации с последующим вычислением энтропийных характеристик. Программное средство позволяет производить сравнение параметров видеокодексов и контейнеров. Возможно осуществление проверки существующих методов компрессии, а также иных методов обработки, используемых на всех этапах передачи аудиовизуальных данных к потребителю, на соответствие экологическим нормам по уровню негативного воздействия на потребителя. Учитываются экологические факторы представления аудиовизуальных данных (воздействие частот, обусловленных периодическими процессами в кодеках на мозг).

Предложен адаптивный ранговый метод локализации областей на изображениях.



Исходное изображение



Несколько ранговых уровней (слоев) на тестовом изображении  
Рис. 1. Локализация областей на изображении

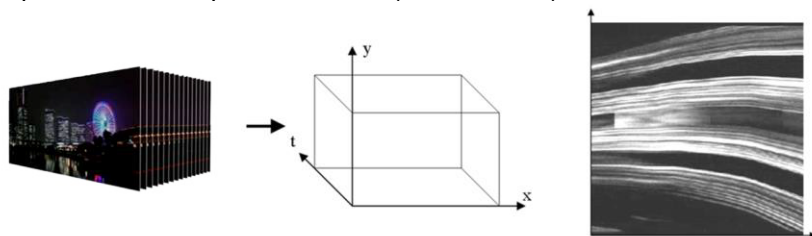


Разработаны методы обнаружения в видеопотоке областей, содержащих текст с возможностью его распознавания. Предложены методы обнаружения в видеопотоке семантически-значимых областей (на основе пирамидального представления) Работа комплекса основана на оригинальном адаптивном алгоритме, не требующем предварительного обучения.

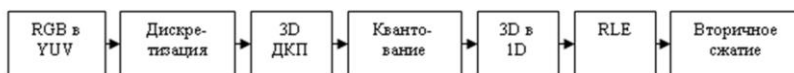


Рис. 2. Иллюстрация использования пирамидального подхода к динамическому управлению компрессией видеоданных

Разработаны методы сжатия видеоданных на основе пространственного представления (STVC-кодек).



Последовательность этапов в STVC-кодеке (кодер)



Последовательность этапов в STVC-кодеке (декодер)



Рис. 3. Метод сжатия видеоданных на основе пространственного представления (STVC-кодек)

Разработаны методы эффективного представления и хранения пространственных данных, полученных в результате 3D-сканирования физических объектов в рамках расширения методологии когнитивных технологий применительно к аддитивным технологиям (3D прототипирование) физического уровня инфокоммуникационных процессов.

Разработан алгоритм сжатия облака точек, отличающийся применением заполняющей пространство кривой (ЗПК) для переупорядочивания облаков точек и не требующий для работы восстановленной поверхности объекта (набора полигонов).

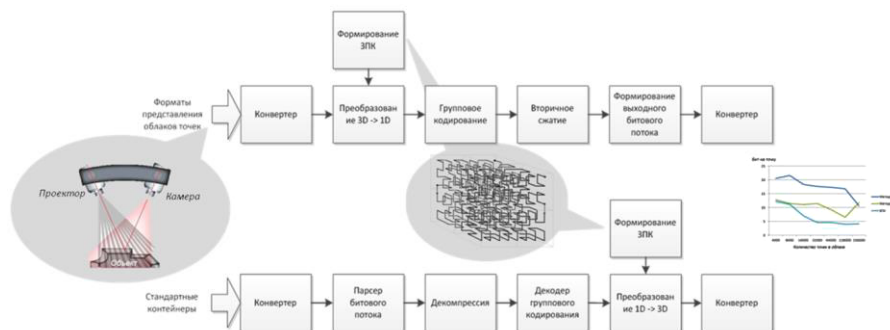


Рис. 4. Алгоритм сжатия облака точек на основе заполняющей пространство кривой (ЗПК)

**4. Научная новизна результата:** Новизна полученных результатов связана с подходом к пространственным преобразованиям структур данных, основанным на аппарате самоподобного иерархического развертывания многомерных пространств, использующем принцип заполняющих пространство кривых, давшем основу для разработки адаптивно-динамической структуры данных, методов ассоциативной адресации и поиска информации в ЭВМ, проектированию специализированных вычислительных устройств пирамидально рекурсивной архитектуры. В рамках рекурсивного подхода к обработке изображений были разработаны способы экономного сжатия и хранения изображений, передачи изображений с поэтапным проявлением на приемной стороне, поиска на изображении заданных целей и объектов с экспоненциальным снижением неопределенности и локализации в процессе поиска. Предложены системы машинного зрения, основанные на использовании сочетания психофизиологических и пирамидально-рекурсивных алгоритмических моделей, при этом процесс зрительного восприятия

рассматривается как непрерывное внутреннее моделирование окружающего мира. Результаты выполненных В.В. Александровым и его учениками исследований позволили создать системы объектно-адаптивного анализа и иерархического представления изображения сложной структуры.

5. Практическая значимость: Результаты исследований (НИР, НИОКР, ОКР), получили широкую и разнообразную практическую реализацию как в научных организациях, так и в войсковых частях и ведущих образовательных учреждениях РФ при создании и эксплуатации специального программно-аппаратного обеспечения.

6. Сфера применения: Системы обработки видеоданных, системы технического зрения, цифровое телевидение, цифровые библиотеки 3D-объектов, программное обеспечение систем 3D-сканирования и 3D-проектирования.

7. Государственная оценка значимости результата: д.т.н. профессор Александров В.В. за проделанный комплекс исследований по указанной тематике удостоен звания Заслуженный деятель науки и техники РФ.

8. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Александров В.В., Лачинов В.М., Поляков А.О. Рекурсивная алгоритмизация кривой, заполняющей многомерный интервал // Известия АН СССР. Техническая кибернетика". N 1, 1978. С. 192-198.

2. Александров В.В., Горский Н.Д. Представление и обработка изображений. Рекурсивный подход. Л., Наука, 1985.

3. V.V. Alexandrov, S.V. Kuleshov, A. J. Aksenov, A.A. Zaytseva. The Method of Lossless 3D Point Cloud Compression Based on Space Filling Curve Implementation // Automation Control Theory Perspectives in Intelligent Systems // Volume 466 of the series Advances in Intelligent Systems and Computing pp 415-422, DOI 10.1007/978-3-319-33389-2\_39.

4. Serguei Levashkin; Viktor Alexandrov; Adolfo Guzman. Kolmogorov's Theory of Computer Science. IEEE Latin America Transactions. Year: 2016, Volume: 14, Issue: 3, Pp. 1447-1453.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Ассоциативно-онтологический подход к семантическому анализу текстовых данных».

2. Авторы результата: д.т.н., профессор В.В. Александров, д.т.н. С.В. Кулешов.

3. Содержание результата: Предлагаемый ассоциативно-онтологический подход к исследованию текущего состояния информационных ресурсов (Интернет, базы данных и др.) расширяет область информационной логистики с традиционных методов, использующих лишь кодирование и передачу имеющихся данных, на методы восприятия семантико-смыслового содержания. При этом информация понимается как возможность целенаправленного управления на основе полученного сообщения, когда оно получает истолкование, зависящее от адресата.

Особенность подхода состоит в организации поиска документов, удовлетворяющих условию наличия семантических связей в документе между всеми словами поискового запроса. Система находит страницы не с точным вхождением строки запроса, а отвечает на вопрос "что есть то, что написано в запросе?".

4. Научная новизна результата: Идея анализа текстовых данных заключается в формировании «семантического облака» — графа, содержащего основные понятия с семантическими связями для каждого анализируемого документа. При этом настройка на «области информационного интереса» производится набором фраз, по которым формируются понятийные окружения. Выявление компонентов «области информационного интереса» производится путем поиска подграфа (понятийных окружений) в графе (семантическом облаке) анализируемого документа.

5. Практическая значимость: Основная задача — поиск информационного окружения какого-либо процесса, явления или персоны. Здесь под информационным окружением понимаются те ассоциации, которые могут возникнуть у человека в текущий момент времени под влиянием электронных СМИ и Интернет.



Рис. 1. Пример уменьшения понятийного окружения текста

Другая решаемая задача — поиск документов и фактов при недостатке начальных данных. (Как правило, в таких случаях известно лишь одно или несколько ключевых слов и ничего более).

Дополнительно осуществляется автоматическое реферирование документов — создание аннотации к документу, составленной из элементов текста значительно интенсифицирует задачу поиска документов. Идея автоматического построения реферата к произвольному тексту основана на построении понятийного окружения терминов текста. После фильтрации семантического производится обратное преобразование понятийного окружения, представляющего граф, вершинами которого являются слова, в текст. При этом формируется сжатый вариант текста, состоящий из ключевых фраз обрабатываемого документа.

Метод оценки качества текстов в задачах аналитического мониторинга информационных ресурсов обеспечивает фильтрацию контента, предлагаемого выдачей поисковой системы, по критериям качества текста и соответствия глоссарию предметной области. Метод позволяет производить эффективную доэкспертную проверку текста на качество.

6. Сфера применения: Основными группами потребителей технологии являются: Научные и образовательные учреждения (для построения образовательных курсов, для проверки непротиворечивости научного и учебного материала). Новостные и аналитические агентства. Студенты, учащиеся. Библиотеки, электронные библиотеки.

7. Государственная оценка значимости результата: д.т.н. Кулешов С.В. удостоен премии фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в 2009 году.

8. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Кулешов С.В., Зайцева А.А., Марков С.В. Ассоциативно-онтологический подход к обработке текстов на естественном языке // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2015. №4.

2. Александров В.В., Андреева Н.А., Кулешов С.В. Системное моделирование. Методы построения информационно-логистических систем / Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. 95 с.

3. Зайцева А.А., Кулешов С.В., Михайлов С.Н. Метод оценки качества текстов в задачах аналитического мониторинга информационных ресурсов // Труды СПИИРАН. 2014. Вып. 37. С. 144-155.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Методология и технологии формирования схем разграничения доступа к информационным и телекоммуникационным ресурсам в критических инфраструктурах на основе методов биоинспирированной оптимизации».
2. Авторы результата: д.т.н., профессор И.Б. Саенко, д.т.н., профессор И.В. Котенко.
3. Содержание результата: Разработаны методологические и методические основы решения задач первоначального проектирования и реконфигурации схем разграничения доступа к информационным и телекоммуникационным ресурсам в критических инфраструктурах, базирующихся на их полимодельном многокритериальном описании, полученном в рамках теории булевой и целочисленной матричной факторизации, и применении методов биоинспирированной оптимизации для решения поставленных оптимизационных задач. Предлагаемый подход позволил осуществлять в интерактивном либо автоматическом режиме управление в критических инфраструктурах схемами разграничения доступа к разнородным информационным и телекоммуникационным ресурсам, обеспечивая своевременной и полное удовлетворение требований по их конфиденциальности и доступности в условиях высокой динамики изменения состава объектов, субъектов и политик доступа. Данная прикладная теория имеет междисциплинарный характер и базируется на результатах, полученных в классической теории управления, теории систем и системном анализе, исследовании операций, теории эволюционных и биоинспирированных вычислений.
4. Научная новизна результата: Новизна разработанной прикладной теории состоит в том, что ее авторам удалось, учитывая современные концепции, принципы и механизмы доступа к информационным и телекоммуникационным ресурсам, сформулировать новые постановки задач многокритериальной оптимизации для первоначального проектирования и реконфигурации схем разграничения доступа и предложить, основываясь на развитии и совершенствовании методов биоинспирированной оптимизации, новые методы для их решения, обеспечивающие высокую оперативность и достаточную точность, необходимые для их реализации в критических инфраструктурах.
5. Практическая значимость: Результаты исследований в данной направлении получили практическую реализацию при реализации ряда отечественных и международных проектов (MASSIF, ФЦП, РФФИ) по созданию и эксплуатации нового поколения систем сбора, обработки и поддержки принятия решений при управлении безопасностью компьютерных систем и сетей для критических инфраструктур (сервисные инфраструктуры, единое информационно-

коммуникационное пространство, сети электронных пользовательских устройств и другие). Представителями научной школы были разработаны и реализованы различные комбинированные модели, методы, алгоритмы и методики комплексного управления системами разграничения доступа для баз данных с ролевым механизмом доступа, виртуальных частных сетей и виртуальных локальных вычислительных сетей, которые позволили при минимальных затратах ресурсов повысить эффективность применения рассматриваемых средств.

6. Сфера применения: Компьютерные системы и сети критически важных инфраструктур (энергетика, банковская сфера, транспорт), единое информационное пространство силовых министерств и ведомств, электронное правительство, «умные» города и пр.

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Обеспечение технологической независимости российских разработчиков от зарубежных производителей в области создания, эксплуатации и модернизации модельно-алгоритмического, технического, информационного и программного обеспечения систем управления кибербезопасностью различного предназначения на основе принципиально нового подхода к проектированию и применению их компонентов, базирующегося на комбинированном использовании логических, лингвистических и математических моделей и биоинспирированных методов и алгоритмов решения оптимизационных задач, обеспечивающих получение достаточно точных решений в реальном или близком к реальному времени.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Разработанные модели, методы, методики, алгоритмы и соответствующие им программные прототипы позволяют многочисленным пользователям на профессионально-ориентированном языке осуществлять в интерактивном либо автоматическом режиме интеллектуальный анализ выполнения требований политик разграничения доступа к разнотипным информационным и телекоммуникационным ресурсам в сложных технических системах. Использование данных технологий в других предметных областях позволит повысить оперативность и обоснованность принятия решений за счет их оперативного и достоверного обоснования и выбора наилучших управляющих воздействий в формируемой в настоящее время цифровой экономике РФ.

9. Сравнение с мировым уровнем: Создаваемые отечественные мониторинга и управления компьютерной безопасностью, в состав которых могут быть компоненты, реализующие предлагаемые методы, по своим характеристикам не хуже (а в некоторых случаях и лучше) своих зарубежных аналогов.

10. Государственная оценка значимости результата: Данные исследования были поддержаны РФ (проект 15-11-30029),

Министерством образования и науки РФ (проекты 14.604.21.0137, 14.604.21.0147, 14.616.21.0028), программой Евросоюза FP7 (проект MASSIF) (руководитель проектов д.т.н. проф. Котенко И.В.).

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Saenko I., Kotenko I. Genetic Algorithms for solving Problems of Access Control Design and Reconfiguration in Computer Networks // ACM Transactions on Internet Technology. Artificial Intelligence for Security and Privacy, 2017.

2. Kotenko Igor, Saenko Igor. Improved genetic algorithms for solving the optimization tasks in access scheme design for computer networks // Int. Journal of Bio-Inspired Computation, Vol. 7, No. 2, 2015, Pp.98-110.

3. Saenko I., Kotenko I. Design of Virtual Local Area Network Scheme based on Genetic Optimization and Visual Analysis // Journal of Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable Applications (JoWUA), Vol.5, No.4, December 2014, pp.86-102.



1. Направление пионерских исследований и разработок: «Методология и программно-технические решения проектирования и верификации компонентов защиты информационно-телекоммуникационных систем Интернета вещей на основе экспертных знаний».
2. Авторы результата: д.т.н., профессор И.В. Котенко, к.т.н. В.А. Десницкий, к.т.н. А.А. Чечулин.
3. Содержание результата: Разработаны методологические основы для построения и анализа компонентов защиты встроенных устройств и систем Интернета вещей, базирующиеся на (1) комбинировании компонентов встроенных устройств, сенсоров, актуаторов на базе правил с применением оптимизационного подхода; (2) моделях нарушителей систем Интернета вещей, (3) анализе защищенности целевых устройств, данных и используемых протоколов, (4) применении метода "проверки на модели" (model checking) как инструмента проверки корректности спецификаций системы и входящих в нее устройств; (5) выявлении аномальных данных от сенсоров устройств Интернета вещей. Предлагаемые подходы и прототипы программно-технических решений обеспечивает повышение показателей защищенности целевых устройств информационно-телекоммуникационных систем Интернета вещей и предоставляемых сервисов от потенциальных нарушителей информационной безопасности.
4. Научная новизна результата: Новизна предложенного модельно-методического аппарата состоит в разработке и применении комплексного подхода к повышению защищенности информационно-телекоммуникационных устройств Интернета вещей на стадии проектирования целевых систем с применением конкретных правил и эвристик, полученных путем анализа предметных областей распределенных автоматизированных систем контроля расхода электроэнергии потребителями, оперативного управления и реагирования в чрезвычайных ситуациях с использованием самоорганизующихся сетей, киберфизических систем управления водоснабжением и др.
5. Практическая значимость: Результаты исследований (НИР, НИОКР, ОКР), проводимых д.т.н. профессором И.В. Котенко, к.т.н. В.А. Десницким, к.т.н. А.А. Чечулиным и их учениками получили к настоящему времени широкую и разнообразную практическую реализацию в научных, образовательных организациях и коммерческих компаниях, связанных с разработкой и эксплуатацией защищенного программно-аппаратного обеспечения (в т.ч. ЗАО "НПП ТЕЛДА"). Представителями научной школы были разработаны и внедрены различные комбинированные модели, методы, алгоритмы, методики и экспериментальные образцы программно-аппаратного

обеспечения поддержки принятия решений проектирования и верификации комплексных киберфизических систем, которые позволили повысить защищенность конечных информационно-телекоммуникационных систем и предоставляемых ими услуг.

6. Сфера применения: государственные и коммерческие предприятия, разрабатывающие, внедряющие и управляющие комплексными киберфизическими информационно-телекоммуникационными системами Интернета вещей в рамках новых и существующих социотехнических систем.

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Обеспечение технологической независимости и импортозамещения продукции и услуг в области создания, эксплуатации и модернизации защищенного программно-аппаратного обеспечения киберфизических систем управления производственными, технологическими и социальными процессами.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: разработанные и успешно реализованные к настоящему времени в ряде предметных областей (автоматизированные системы управления водоснабжением, системы оперативного управления и реагирования в чрезвычайных ситуациях и др.) позволят повысить уровень защищенности инфраструктур критически-важных социально-значимых объектов жизнедеятельности и производства.

9. Сравнение с мировым уровнем: Разработанный модельно-методический аппарат, построенные прототипы программно-аппаратного обеспечения, а также полученные на их основе результаты экспериментальных исследований соответствуют мировому уровню, что подтверждается публикациями в ведущих мировых научно-технических изданиях.

10. Государственная оценка значимости результата: Данные исследования были поддержаны Министерством образования и науки РФ (проект 14.604.21.0033), программой Евросоюза FP7 (проекты SECFUTUR и RETRUST) (руководитель проектов д.т.н. проф. Котенко И.В.).

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Jose Fran. Ruiz, Vasily Desnitsky, Rajesh Harjani, Antonio Manna, Igor Kotenko and Andrey Chechulin. A Methodology for the Analysis and Modeling of Security Threats and Attacks for Systems of Embedded Components. Proceeding of the 20th International Euromicro Conference on Parallel, Distributed and Network-based Processing (PDP 2012), 2012. P.261-268.

2. Vasily Desnitsky, Igor Kotenko, Andrey Chechulin. Configuration-based approach to embedded device security. Lecture Notes in Computer Science, vol 7531, Springer-Verlag. P.270-285.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Методология и технологии мониторинга и управления безопасностью киберфизических систем критически важных объектов (КВО)».
2. Авторы результата: д.т.н., проф. И.В. Котенко, д.т.н., проф. И.Б. Саенко, к.т.н. А.А. Чечулин и к.т.н. Дойникова.
3. Содержание результата: Разработаны методологические основы и научно-технические основы решения задач мониторинга и управления безопасностью киберфизических систем критически важных объектов, базирующиеся на технологиях распределенных вычислений, интеллектуального анализа данных (Data Mining), обработки больших данных (Big Data), мульти-модельного анализа атак и контрмер, обработки данных от многоаспектных сенсоров, доверенных вычислений (trust computing), интернета вещей (Internet of Things), визуализации гетерогенных данных и онтологического представления знаний. На базе данных технологий был разработан комплекс взаимосвязанных методов, моделей, методик, алгоритмов и программных прототипов, предназначенных для построения и функционирования систем мониторинга и управления безопасностью киберфизических систем критически важных объектов, реализующих свойства проактивности, динамичности и многоаспектности.
4. Научная новизна результата: Новизна полученных результатов состоит в разработке новых и интеграции комплекса моделей и методов управления инцидентами в сложных киберфизических системах (с учетом облачных сервисов и сетей Интернета вещей) в интересах обеспечения комплексной безопасности критически важных объектов в условиях целевых атак не только информационно-программной, но и физической природы. Впервые для повышения надежности и безопасности обмена по шине данных было предложено использовать онтологические модели предметной области и методы теории доверенных вычислений. Для обнаружения в реальном времени сложных многошаговых атак при разработке методов моделировании элементов инфраструктуры и процессов защиты информации была учтена специфика киберфизических систем, облачных сервисов и сетей Интернета вещей. При анализе истории событий безопасности и прогнозировании действий нарушителей и их последствий были использованы возможности онтологического репозитория и технологии интеллектуального анализа данных.
5. Практическая значимость: Результаты исследований (НИР, НИОКР, ОКР) получили к настоящему времени широкую и разнообразную практическую реализацию как в научных, так и в коммерческих организациях занимающихся созданием систем защиты информации. Так, результаты были использованы в следующих организациях: компания AlienVault (разработчики SIEM системы с открытым кодом OSSIM, которая является наиболее широко распространенным SIEM-

решением на рынке), Fraunhofer-SIT (являются одним из наиболее известных научно-исследовательских организаций в области компьютерной безопасности в Германии и Европе), France Telecom (крупнейший телекоммуникационный оператор Франции), ЗАО «НПП ТЕЛДА» (российская компания, работающая в области телекоммуникаций и разработки программного обеспечения с 1993 года). Кроме того, данные результаты были использованы при формировании учебных программ по информационной безопасности в ФГБОУ ВО СПбГУТ, университете ИТМО и др.

6. Сфера применения: Коммерческие компании и государственные учреждения, применяющие средства информационной безопасностью на стратегическом (федеральном), оперативном (региональном) и тактическом (местном) уровнях управления.

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Обеспечение технологической независимости российских разработчиков от зарубежных производителей в области создания, эксплуатации и модернизации модельно-алгоритмического, технического, информационного и программного обеспечения, предназначенного для защиты информации на основе комплексного подхода к сбору, хранению, анализу, представлению и управлению данными безопасности, обеспечивающего обработку и анализ в режиме, близком к реальному, сверхбольших объемов исходных данных и эффективный визуальный интерфейс для поддержки принятия решений при выборе необходимых контрмер.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Разработанные и успешно реализованные к настоящему времени в ряде предметных областей (распределенные компьютерные и киберфизические системы) прототипы элементов систем позволяют многочисленным пользователям поддерживать необходимый уровень защиты информации.

9. Сравнение с мировым уровнем: Разработанный модельно-методический аппарат, построенные прототипы программно-аппаратного обеспечения, а также полученные на их основе результаты экспериментальных исследований соответствуют мировому уровню, что подтверждается успешным внедрением разработанных компонентов в российские и иностранные информационные системы, а также публикациями в ведущих мировых научно-технических изданиях.

10. Государственная оценка значимости результата: д.т.н. профессор И.В. Котенко за проделанный комплекс исследований по указанной тематике получил премию Правительства Санкт-Петербурга (премия А.С. Попова), к.т.н. А.А. Чечулин и к.т.н. Дойникова за проделанный комплекс исследований были награждены медалью Российской академии наук в области информатики, вычислительной техники и

автоматизации. Данные исследования были поддержаны РФ (проект 15-11-30029), Министерством образования и науки РФ (проекты 14.604.21.0137, 14.604.21.0147, 14.616.21.0028), программой Евросоюза FP7 (проект MASSIF) (руководитель проектов д.т.н. проф. Котенко И.В.) и советом по грантам при Президенте РФ (руководитель проекта к.т.н. А.А. Чечулин).

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Котенко И.В., Саенко И.Б. Создание новых систем мониторинга и управления кибербезопасностью // Вестник Российской академии наук, Том 84, № 11, 2014, С.993-1001.

2. Maxim Kolomeec, Andrey Chechulin, Anton Pronoza, and Igor Kotenko. Technique of Data Visualization: Example of Network Topology Display for Security Monitoring. Journal of Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable Applications (JoWUA), Vol.7, No.1, March, 2016. P.41-57.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Методология и технологии исследования операционных свойств силовых ведомств и предприятий ОПК».
2. Авторы результата: д.т.н., профессор И.В. Лысенко, к.т.н., доцент А.С. Гейда.
3. Содержание результата: Разработаны методологические и методические основы решения задач исследования операционных свойств силовых ведомств и предприятий ОПК, концепция исследования операционных свойств ССВП с учетом изменений, модели и методы, позволяющие исследовать операционные свойства ССВП с учетом изменений, основы теории потенциала сложных технических систем — комплексного операционного свойства, учитывающего изменения, элементы информационных технологий исследования операционных свойств ССВП и их функционирования в условиях изменений.
4. Научная новизна результата: Новизна разработанной прикладной теории состоит в том, что с ее помощью становится возможным решать прикладные задачи оценивания, анализа и синтеза по показателям ОС ССВП с учетом (в условиях) изменений, на прогнозных аналитических моделях, основывающихся на законах и закономерностях формирования эффектов при функционировании ССВП и целенаправленном изменении ССВП. К таким свойствам, по показателям которых становится возможным решать задачи оценивания, анализа и синтеза ССВП в условиях Изменений относятся показатели потенциала системы, как свойства, характеризующего приспособленность системы к достижению изменяющихся целей, ряд других показателей ОС — таких, как показатели модернизируемости, адаптивности, конверсивности, мобилизуемости.
5. Практическая значимость: Результаты исследований (НИР, НИОКР, ОКР), получили к настоящему времени широкую и разнообразную практическую реализацию в научных организациях и предприятиях оборонной промышленности (Минпромторг РФ, Генеральный штаб ВС РФ, ГосНИИАС, ФГУП «ЦНИИМаш», «Техномаш, АО «Российские космические системы») и в других организациях (Счетная Палата РФ, НИИ СП), реализующих и контролирующих государственные целевые программы различного назначения.
6. Сфера применения: Предприятия и организации, реализующие задания государственных целевых программ, государственного оборонного заказа, государственной программы вооружения в условиях существенного и регулярного воздействия среды.
7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Обеспечение лучших результатов совершенствования предприятий и организаций при выполнении ими государственных заданий в существенно меняющихся условиях, повышение обороноспособности РФ и

устойчивости развития системы силовых ведомств и предприятий ОПК в современных быстро меняющихся условиях.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Разработанные и успешно реализованные к настоящему времени в ряде предметных областей (оборонно-промышленный комплекс, системы реализации целевых программ как оборонного так и социально-экономического назначения) результаты позволяют получить лучшие результаты комплекса целевых программ, ускорить совершенствование предприятий и организаций в условиях изменяющихся условий среды, улучшить устойчивость социально-экономического развития и повысить оборонный потенциал РФ с учетом регулярного, в том числе неблагоприятного, воздействия со стороны среды.

9. Сравнение с мировым уровнем: Разработанные методологические и методические основы решения задач исследования операционных свойств силовых ведомств и предприятий ОПК в условиях Изменений, с учетом воздействия среды не хуже (а в некоторых случаях и лучше) своих зарубежных аналогов, поскольку позволяют оценивать операционные свойства систем прогностически, на аналитических математических моделях, строящихся за счет вскрытия законов и закономерностей проявления эффектов функционирования в изменяющихся условиях.

10. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Гейда А.С., Лысенко И.В., Юсупов Р.М. Основные концепты и принципы исследования операционных свойств использования информационных технологий // Труды СПИИРАН. 2015. Вып. 42. С. 5-36.

2. Гейда А. С., Лысенко И. В., Силла Е. П. Задачи исследования качества и потенциала систем реализации целевых программ // Информационно-управляющие системы. СПб. 2011. № 4. С. 77-83.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Аппаратно-программные комплексы для психофизиологических исследований».
2. Авторы результата: д.т.н. С.Б. Рудницкий, к.м.н. Е.Л. Вассерман, Н.К. Карташев, О.В. Жвалевский.
3. Содержание результата: Обоснована технология комплексной регистрации физиологических и технических сигналов, сформулированы основные требования к реализующим её аппаратно-программным комплексам, разработана и апробирована основа таких комплексов — устройство «Полиграф-синхронизатор ЛБМИ-001» и его программное обеспечение.
4. Научная новизна результата: Технология позволяет осуществлять комплексные измерения с использованием закрытых программно-аппаратных комплексов разных производителей, обеспечивая их настраиваемую синхронизацию, а также даёт возможность оперативно изменять набор регистрируемых сигналов. Устройство, лежащее в основе измерительного комплекса, является каскадируемым.
5. Практическая значимость: Разработанная технология позволяет решить типичную для исследовательских коллективов проблему — адаптация имеющейся в наличии регистрирующей аппаратуры для проведения исследований по изменившимся сценариям, с изменившимися требованиями к набору регистрируемых сигналов.
6. Сфера применения: Разработанное устройство «Полиграф-синхронизатор ЛБМИ-001» может использоваться как компьютерный полиграф, позволяющий производить синхронную регистрацию электрокардио- и электроэнцефалограмм, электрической активности кожи, пульсо- и пневмограмм, сатурации крови кислородом, микродвижений лица и рук и спектральный анализ голоса; кроме того, предлагаемая технология позволяет организовывать широкий спектр физиологических исследований, требующих синхронной регистрации физиологических и технических сигналов.
7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Предложенные решения способствуют созданию и развитию медицинских киберфизических систем — перспективного направления информационно-коммуникационных технологий в медицине и здравоохранении.
8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Внедрение предлагаемой технологии позволяет научным коллективам сэкономить значительные средства за счёт использования при проведении исследований серийно выпускаемой аппаратуры, в том числе — уже закупленной для ранее проводившихся работ и, соответственно, имеющейся в распоряжении исследователей.
9. Сравнение с мировым уровнем: Медицинские киберфизические (в перспективе социоклиберфизические) системы — стремительно развиваемое во многих странах трендирующее направление информационно-коммуникационных технологий в медицине и



здравоохранении; разработанная технология в перспективе будет, вероятно, поглощена кибер-физическими системами в качестве одного из возможных способов взаимодействия отдельных частей таких систем.

10. Государственная оценка значимости результата: Диплом и золотая медаль XVI Московского международного салона изобретений и инновационных технологий «Архимед-2013» (2013 г.); диплом конкурса лучшего инновационного проекта и лучшей научно-технической разработки года Петербургской технической ярмарки (2013 г.).

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Комплексование измерений в физиологических исследованиях: программно-аппаратный комплекс на основе внешнего синхронизирующего устройства. // Биотехносфера — 2012, № 3-4.

2. Жвалевский О.В., Карташев Н.К., Вассерман Е.Л., Рудницкий С.Б. Программа «ЛБМИ-001» // Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент) — Программы для ЭВМ, базы данных, топологии интегральных микросхем — 2015, №8 — №2015617737. URL: <http://www1.fips.ru/Archive/EVM/2015/2015.08.20/Index.htm>.

3. Вассерман Е.Л., Карташев Н.К., Жвалевский О.В., Рудницкий С.Б. Гибкая архитектура аппаратно-программных комплексов для физиологических исследований. // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. — 2016. — Т. 59, № 11. — С. 952-958.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Интеллектуальные технологии конструирования лекарственных препаратов с требуемыми свойствами».

2. Автор результата: д.т.н. В.А. Дюк.

3. Содержание результата: Разработаны научные основы применения метода структурного резонанса (СР) для решения фундаментальной задачи раскрытия закономерностей строения химических структур и взаимосвязей «структура-активность» (SAR). Уникальные возможности метода СР находить в многомерных данных сильные и сложные логические ассоциации, а также способность анализировать большие данные (Big Data) позволяют по-новому использовать известные системы дескрипторов химических соединений, оперировать новыми системами дескрипторов и создавать высокоточные модели SAR. Показано, что по сравнению с конкурирующими решениями метод СР обеспечивает более высокую точность, производительность, а также интерпретируемость результатов, позволяющую осуществлять направленный дизайн фармацевтических препаратов.

4. Научная новизна результата: Фундаментальная научная и практическая проблема современности — раскрытие закономерностей строения химических структур и взаимосвязей «структура-активность» (SAR) для направленного дизайна лекарств. Разработанный метод структурного резонанса в многомерных данных SRMD (Structural Resonance in Multidimensional Data) не имеет мировых аналогов.

5. Практическая значимость: По оценкам компании Grand View Research глобальный рынок в области биоинформатики в 2020 году достигнет 4,285 млрд. долл. При этом показатель среднегодового темпа роста CAGR оценивается выше 21 % в ближайшие 6 лет. На том рынке одну из ключевых позиций занимают компьютерные инструменты для разработки лекарств.

По данным другой американской компании Allied Market Research биоинформатический рынок к 2020 году вырастет до 12.86 млрд. долл. При этом, как ожидается, хемоинформатика и дизайн лекарств будет наиболее высокодоходным сегментом рынка. И здесь важная роль отводится не только информационной система, но и разработке инструментов анализа данных для решения задач «структура-свойство».

6. Сфера применения: Фармацевтика.

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Обеспечение технологической независимости российских разработчиков от зарубежных производителей в области создания, эксплуатации и модернизации компьютерных методов разработки лекарственных препаратов на основе принципиально нового подхода к раскрытию

закономерностей строения химических структур и взаимосвязей «структура-активность» (SAR).

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Ускорение и уменьшение стоимости разработки фармацевтических препаратов.

9. Сравнение с мировым уровнем: Уникальные свойства метода SRMD, подтверждены тем, что проект «DP4SAR — инновационный инструмент виртуального скрининга для направленного дизайна лекарств», основанный на методе SRMD, прошел всестороннюю экспертизу и стал участником проекта фонда Сколково (кластер БМТ). Основные теоретические положения технологии были ранее отнесены к важнейшим результатам Российской Академии Наук.

10. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Дюк В.А., Эмануэль В.Л. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. — Изд-во: «Питер», 2003. — 525 с.

2. Дюк В.А. Проблемы и перспективы математических методов прогнозирования свойств биологической активности химических соединений // Математическая биология и биоинформатика: Доклады VI Международной конференции. 16-21 октября 2016 г., г. Пущино. С. 74-76.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Кинематические, структурные, алгоритмические модели и бортовые вычислители антропоморфного робота Антарес».
2. Авторы результата: к.т.н. В.П. Дашевский, к.т.н. В.Ю. Будков, Н.А. Павлюк.
3. Содержание результата: Разработаны конструктивные решения рычажно-шарнирных механизмов антропоморфного робота Антарес. Проведено моделирование нагрузок на конструкцию и построена модель торса, включающая в себя основной несущий каркас, предназначенный для установки модулей головы, манипуляторов и педипуляторов. В оптимизированной модели были учтены результаты моделирования внешних нагрузок и потенциального износа исполнительного механизма таза, слабые элементы конструкции были переработаны, либо исключены из несущего каркаса робота. Разработано программно-аппаратное обеспечение контроллера модельных сервоприводов, обеспечивающее доступ к информации об угле ротора, потребляемом токе, напряжении, скорости, позволяющее изменять закон регулирования сервоприводом, например, параметры ПИД регулятора, для улучшения динамических характеристик; что было экспериментально подтверждено при организации работы сети управляемых приводов в электромеханических модульных элементах разрабатываемого антропоморфного робота Антарес. Разработанная интеграционная плата бортового вычислителя для обработки аудиовизуальных сигналов обладает возможностью подключения двух камер для реализации системы стереозрения и массива микрофонов, позволяющих локализовать источник звука и распознавать речевые команды. Для обеспечения возможности поиска некрупных и быстродвижущихся объектов, а также слежения за ними, необходимо иметь возможность получать видеопоток с камер с высоким битрейтом.
4. Научная новизна результата: разработаны кинематические и структурные схемы основных конструктивных элементов антропоморфного робота Антарес, отличающиеся использованием в колене двухмоторной компоновки, которая обеспечивает большую мощность и угол сгиба ноги, независимое взаимодействие с соседними узлами бедра и голени при сгибе, минимальное смещение центра масс при выполнении простых движений; экспериментальная оценка моделей позволила определить требуемые значения моментов вращения для сервоприводов и их максимально допустимые значения под воздействием на них различных видов нагрузок (скручивание, излом). Для снижения электрической нагрузки на основной аккумулятор робота в бедренных отделах ног предусмотрена установочная площадка для вспомогательных аккумуляторов, осуществляющих питание сервоприводов. Для ускорения работы и экономии процессорного времени основного вычислительного модуля

непосредственное управление сервоприводами выполняется посредством вспомогательных контроллеров, отвечающих за работу всех двигателей, установленных в суставных узлах каждой ноги робота.

5. Практическая значимость: Разработан новый бортовой вычислительный модуль, отличающийся использованием внешней микросхемы реального времени, независимой системой питания, низкой себестоимостью, малыми габаритами (82\*50\*5 мм), низким энергопотреблением (2-3 Вт), с частотой процессора до 1000 МГц, оперативной памяти DDR3 объемом до 1024 МБ, энергонезависимой памяти до 8ГБ, поддерживающий внешние интерфейсы периферийных устройств (USB, UART, ADC, GPIO, Ethernet и др.), предназначенный для обработки сенсорной информации и управления активационными устройствами во встраиваемых системах и мобильных робототехнических комплексах.

6. Сфера применения: Разрабатываемые антропоморфные роботы могут использоваться для решения широкого спектра задач, выполняемых в условиях и обстановке жизнедеятельности человека. Серийно выпускаемые бортовые вычислители стандарта SMARC ориентированы на использование процессоров архитектуры ARM, обладая основными преимуществами по стоимости, энергопотреблению, габаритам и весу, они являются удобной основой для создания миниатюрных встраиваемых систем для организации управления посредством IP-сетей, пользовательского интерфейса с применением сенсорных экранов, распознавания речи, голосового оповещения, организации управления станками с ЧПУ, и т.п.

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: разрабатываемые бортовые вычислители на основе SMARC-модулей планируется использовать для обработки аудиовизуальных сигналов в робототехнических комплексах, например для антропоморфных роботов-футболистов, а также встраиваемых средствах интеллектуального киберфизического пространства для проектирования систем с многомодальным интерфейсом, реализующих естественное взаимодействие между пользователями и автоматическими сервисами, в том числе для бесконтактного определения биометрических показателей на основе обработки речевого сигнала и анализа других невербальных модальностей человеческого поведения.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Разработанный антропоморфный робот ориентирован на применение в образовательных целях для участия в соревнованиях роботов-футболистов, а также при разработке ассистивных технологий человеко-машинного взаимодействия на основе многомодальных интерфейсов.

9. Сравнение с мировым уровнем: Проведенный анализ антропоморфных роботов показал наличие моделей от 30 см до 180 см с различным числом степеней свободы и кинематическими схемами. Наиболее близкими аналогами к разрабатываемому роботу Антарес были найдены роботы Poppy и Darwin-OP. При разработке конструкции ног робота Антарес в колене использована двухмоторная компоновка, обеспечивающая большую мощность узла, независимое взаимодействие с соседними узлами бедра и голени при сгибе. Снижение электрической нагрузки на основной аккумулятор робота достигается за счет использования вспомогательных аккумуляторов в бедренных отделах ног, осуществляющих питание сервоприводов. Непосредственное управление сервоприводами также выполняется посредством вспомогательных контроллеров, отвечающих за работу всех 6 двигателей, установленных в суставных узлах ног робота.

10. Государственная оценка значимости результата: Грант Президента РФ № МК-7925.2016.9 (Будков В.Ю.), грант РФФИ № 16-19-00044.

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Kodyakov A.S., Pavlyuk N.A., Budkov V.Yu., Prakupovich R.A. Stability Study of Anthropomorphic Robot Antares under External Load Action. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 803 (2017) 012074.

2. Павлюк Н.А., Будков В.Ю., Бизин М.М., Ронжин А.Л. Разработка конструкции узла ноги антропоморфного робота Антарес на основе двухмоторного колена // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. № 1 (174). С. 227-239.

3. Гапонов В.С., Дашевский В.П., Бизин М.М. Модернизация программно-аппаратного обеспечения модельных сервоприводов для использования в антропоморфных робототехнических комплексах // Доклады ТУСУР. 2016. Т. 19, № 2. С. 41-50.

4. Pavluk N., Ivin A., Budkov V., Kodyakov A., Ronzhin A. Mechanical Leg Design of the Anthropomorphic Robot Antares // Interactive Collaborative Robotics, First International Conference ICR 2016, Budapest, Hungary, August 24-26, 2016, Springer International Publishing, 2016. LNAI 9812. pp. 113-123.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Модели, методы и алгоритмы анализа защищённости персонала информационных систем от социоинженерных атак».

2. Авторы результата: д.ф.-м.н., доцент А.Л. Тулупьев, М.В. Абрамов, к.т.н. А.А. Азаров, к.п.н., доцент Т.В. Тулупьева.

3. Содержание результата: Была разработана иерархия моделей комплекса «критичные документы — информационная система - пользователь — злоумышленник». Модель пользователя информационной системы включает в себя модель профиля уязвимостей пользователя, а модель злоумышленника — модель профиля компетенций злоумышленника. Предложен подход к формализации профиля компетенций злоумышленника и расчёту вероятности успеха социоинженерного атакующего воздействия злоумышленника на пользователя с использованием определённого типа атаки и уязвимости.

Разработаны подходы к поиску аккаунтов сотрудников заданной компании в социальной сети ВКонтакте. На основе данного подхода предложены алгоритмы и их реализация на языке программирования C#. Программный модуль осуществляет сбор обучающей и тестовой выборки, на основе которых строится дерево принятия решений. Результатом прохода по дереву решений является утверждение о принадлежности страницы в социальной сети ВКонтакте одному из сотрудников компании. Также разработаны подходы к построению и анализу социального графа сотрудников, служащего основой для расчёта вероятности успеха социоинженерной атаки злоумышленника на пользователя, при осуществлении опосредованного атакующего воздействия злоумышленника через других пользователей информационной системы организации. Получен алгоритм расчёта весовых коэффициентов дуг социального графа, используемых при расчёте вероятности успеха опосредованной социоинженерной атаки. Разработана архитектура комплекса программ для оценки защищённости персонала информационной системы от социоинженерных атак. Построен алгоритм работы модуля для построения и анализа социального графа сотрудников компании.

4. Научная новизна результата: Разработанные подходы поиска аккаунтов сотрудников компании в социальной сети ВКонтакте и дальнейшего извлечения данных из этих аккаунтов делают вклад в решение задачи построения профиля уязвимостей пользователей информационных систем, который лежит в основе оценок защищённости персонала от социоинженерных атак. Разработанные формальные модели комплекса «критичные документы — информационная система — пользователь — злоумышленник» позволили получить оценки уязвимости системы, агрегирующие сведения о широком круге факторов, влияющих на неё.

5. Практическая значимость: Созданные алгоритмы и их реализация в виде программных модулей позволяют автоматизированно собирать

информацию о пользователях системы, которая играет ключевую роль для ряда выводов об их защищённости от социоинженерных атак, в том числе об определении наиболее уязвимых пользователей и соответствующих критических мест в системе. На основании этих выводов будет разрабатываться система предупреждающей диагностики и бэктрекинга инцидентов.

6. Сфера применения: Полученные результаты используются в комплексе программ для анализа защищённости персонала информационных систем от социоинженерных атак. Данный комплекс является инструментом для реализации части мер по обеспечению информационной безопасности в компаниях, связанных с защитой персонала. Комплекс может применяться на любых коммерческих и некоммерческих предприятиях с разной численностью сотрудников, где актуальны задачи обеспечения информационной безопасности.

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Разработанные формальные модели комплекса «критичные документы — информационная система — пользователь — злоумышленник» лежат в основе алгоритмов для оценки защищённости персонала информационных систем от социоинженерных атак. Разработанные модели, методы и алгоритмы поиска аккаунтов сотрудников компании в социальной сети ВКонтакте и дальнейшего извлечения данных из этих аккаунтов могут применяться как непосредственно в комплексе программ для анализа защищённости пользователей информационных систем от социоинженерных атак, так и в качестве самостоятельных инструментов для решения различных задач. Например, визуализация социального графа сотрудников компании может способствовать определению неформального лидера коллектива, через которого удобнее будет распространять информацию.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Разработанные программные модули применяются в комплексе для анализа защищённости персонала информационных систем от социоинженерных атак. Указанный комплекс будет способствовать сокращению количества успешных атак злоумышленников и, тем самым, приведёт к сокращению наносимого компаниям ущерба, связанного в том числе и с расследованием подобных преступлений.

9. Сравнение с мировым уровнем: Проблема информационной безопасности имеет многовековую историю, но самостоятельную актуальность приобрела только во второй половине XX века. С тех пор исследования в указанной области получили активное развитие. Большая часть таких исследований была посвящена усовершенствованию технической базы, осуществляющей контроль информационной безопасности. В таком срезе вопросы информационной безопасности хорошо изучены, разработано большое количество средств, позволяющих снизить вероятность успеха атаки злоумышленника. Однако необходимо учитывать



пользователя информационной системы, который является одним из её самых уязвимых мест.

Существуют несколько подходов к решению задачи защиты разработателей от социоинженерных атак. Один из основных — это разработка стандартов и инструкций для пользователей информационных систем. Но часто пользователи пренебрегают исполнением этих стандартов и компрометируют информационную систему.

Другой подход связан с защитой системы от социоинженерных атак на программно-техническом уровне. Среди таких исследований встречаются посвящённые правилам разграничения доступа, разработке DLP-систем, которые предназначены для мониторинга и блокирования подозрительных действий пользователя в системе, но и они оказываются бессильны перед инсайдером, который может запомнить какую-то информацию, сфотографировать её на телефон и т.п.

Несмотря на актуальность исследований в области социоинженерных атак, к сожалению, систематически такие работы, направленные на анализ защищённости пользователей информационных систем от социоинженерных атак и разработку систем упреждающей диагностики уязвимостей пользователей, не проводятся. Кроме того, хотя потребность в расследовании инцидентов упоминается как в научной литературе, так и в литературе управленческо-публицистического характера, до сих пор не предложены и не рассматриваются научные подходы к бэктрекингу инцидентов. Таким образом исследования коллектива лаборатории в области анализа защищённости пользователей информационных систем от социоинженерных атак являются актуальными и находятся на мировом уровне.

11. Государственная оценка значимости результата: Гранты Правительства Санкт-Петербурга для студентов, аспирантов, молодых ученых, молодых кандидатов наук. Стипендии Президента Российской Федерации. Стипендия Правительства Российской Федерации.

12. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Азаров А.А., Тулупьева Т.В., Суворова А.В., Тулупьев А.Л., Абрамов М.В., Юсупов Р.М. Социоинженерные атаки. Проблемы анализа. СПб.: Наука, 2016. 352 с. ISBN 978-5-02-039592-3.

2. Абрамов М.В., Азаров А.А., Тулупьева Т.В., Тулупьев А.Л. Модель профиля компетенций злоумышленника в задаче анализа защищённости персонала информационных систем от социоинженерных атак // Информационно-управляющие системы. 2016. №4. С. 77-84.

3. Азаров А.А., Абрамов М.В., Тулупьева Т.В., Тулупьев А.Л. Анализ защищенности групп пользователей информационной системы от социоинженерных атак: принципы и программная реализация // Компьютерные инструменты в образовании. 2015. № 4. С. 52-60.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Методы моделирования социально-значимого поведения респондентов на основе байесовских сетей доверия».
2. Авторы результата: к.ф.-м.н. Суворова А.В., д.ф.-м.н., доцент Тулупьев А.Л., к.пс.н. Тулупьева Т.В., к.т.н. А.Е. Пашенко, д.м.н., доцент Т.В. Красносельских
3. Содержание результата: Разработаны научно-методологические и теоретические основы для проектирования и разработки проблемно-ориентированных систем в социальных проектах. Предложена модель на основе байесовской сети доверия для оценки параметров поведения респондентов на основе данных об ограниченном числе эпизодов поведения. Формализованы в виде алгоритмов методы расчета оценок параметров поведения. Алгоритмы реализованы в комплексе программ, содержащем как модули для исследовательских экспериментов, так и инструменты для решения практических задач. Полученные результаты предлагают новые подходы к обработке данных особого типа, часто встречающихся при анализе социально-значимого поведения на основе результатов опроса или интервью, что позволяет обеспечить поддержку принятия решений в условиях, когда для получения данных невозможно организовать длительное наблюдение, но имеются результаты одномоментного опроса и сведения с неопределенностью, полученные от экспертов.
4. Научная новизна результата: Предложены новые модели и методы для обеспечения поддержки принятия решений в условиях, когда для получения данных о поведении невозможно организовать длительное наблюдение, но имеются сведения с неопределенностью, полученные от экспертов, предположения о классах и семействах процессов, а также ограниченное число измеряемых особенностей такого процесса. Теоретическая часть работы относится к таким направлениям, как исследование и разработка средств представления знаний, содержащихся в естественно-языковых высказываниях, разработка методов анализа данных, разработка теоретических основ создания программных систем для новых информационных технологий (в части синтеза в условиях информационного дефицита различных показателей интенсивности рискованного поведения). Результаты работы вносят вклад в теоретическую основу, а также в основу для проведения вычислительных экспериментов для исследования и моделирования поведения респондентов.
5. Практическая значимость: Полученные результаты предлагают подходы к обработке данных особого типа, часто встречающихся при анализе социально-значимого поведения на основе результатов опроса или интервью. Такие данные являются неполными, выражены на естественном языке и характеризуются неопределенностью. В частности, в качестве одного из применений построенных моделей

можно выделить использование разработанного комплекса программ для сопровождения эпидемиологических и социально-эпидемиологических исследований, направленных на моделирование, анализ и мониторинг социально-значимого поведения и изучение численных характеристик указанного поведения (таких как интенсивность и риск, связанный с рассматриваемым поведением). Таким образом, разработанный комплекс программ может являться составной частью комплексной системы для поддержки принятия решений в области здравоохранения.

6. Сфера применения: Здравоохранение, образование, социальные проекты, включая различные превентивные программы, направленные на изменение характеристик поведения, научные (социологические, психологические, маркетинговые и др.) исследования, учитывающие характеристики поведения.

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Обеспечение доступного инструментария для косвенной оценки характеристик поведения, необходимого в междисциплинарных научных исследованиях и при сопровождении различных социальных проектов, направленных на модификацию поведения.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Разработанные модели и методы и реализующий их инструментарий позволяют исследователям и практикам (вне зависимости от сферы базовой подготовки) осуществлять анализ характеристик поведения как индивидов, так и социальных групп. Использование данных технологий позволит повысить оперативность и обоснованность принятия решений за счет более быстрого отслеживания динамики характеристик поведения (например, при мониторинге в задачах общественного здоровья или оценивании эффективности социальных программ).

9. Сравнение с мировым уровнем: Предложенный подход позволяет выполнять измерения интенсивности поведения на основе ответов респондентов о последних эпизодах того или иного вида социально-значимого поведения. Несмотря на то, что недавнее поведение (recent behavior) часто используется как показатель рискованности поведения, вопросы о том, в какой степени такие данные позволяют оценить интенсивность поведения, а также, насколько ответы респондентов об их поведении соответствуют фактическим данным, недостаточно изучены.

10. Государственная оценка значимости результата: Данные исследования были поддержаны грантами РФФИ и проектами ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники в 2002-2006 гг.»

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Suvorova A., Tulupyeva T. Bayesian Belief Networks in Risky Behavior Modelling // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2016. Vol. 451. P. 95-102
2. Tulupyeu A., Suvorova A., Sousa J., Zelterman D. Beta prime regression with application to risky behavior frequency screening // *Statistics in Medicine*. 2013. Vol. 32, Issue 23. P. 4044-4056. DOI: 10.1002/sim.5820.
3. Суворова А.В., Тулупьев А.Л., Сироткин А.В. Байесовские сети доверия в задачах оценивания интенсивности рискованного поведения // *Нечеткие системы и мягкие вычисления*. 2014. № 2. С.115-129
4. Суворова А.В. Моделирование социально-значимого поведения по сверхмалой неполной совокупности наблюдений // *Информационно-измерительные и управляющие системы*. 2013. №9, т. 11. С. 34-38.
5. Тулупьева Т.В., Пащенко А.Е., Тулупьев А.Л., Красносельских Т.В., Казакова О.С. Модели ВИЧ-рискованного поведения в контексте психологической защиты и других адаптивных стилей. СПб.: Наука, 2008. 140 с.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Алгоритмы компьютерной алгебры для работы с графами произвольной структуры».

2. Авторы результатов: д.ф.-м.н., проф. С.Н. Баранов, д.ф.-м.н., доц. С.А. Евдокимов, к.ф.-м.н. С.В. Соловьев, д.ф.-м.н., с.н.с. А.Л. Чистов.

3. Содержание результатов: Найдено полное множество инвариантов произвольной цикломатической схемы, введены и полностью изучены нормальные кольца Шура над циклической группой; построен алгоритм полиномиальной сложности для распознавания и проверки изоморфизма циркулянтных графов; вычислены инварианты конечных проективных плоскостей, позволившие найти дистанционно-регулярные графы диаметра 3, удовлетворяющие 6-условию, но не являющиеся дистанционно-транзитивными (2002 г.).

Построен фундаментальный алгоритм для вычисления степени доминантного морфизма алгебраических многообразий (2002 г.). Разработан алгоритм верификации для логики с вероятностями (2003 г.). Произведена классификация кластерных алгебр конечного типа и установлена связь этих алгебр с обобщенными многогранниками Stashef'a. Получено обобщение теоремы Минковского о существовании многогранника с заданными площадями и направлениями граней на старшие ко-размерности. Как следствие, доказано, что эллиптичность и выпуклость функционалов площади эквивалентны для цепей с рациональными коэффициентами и не эквивалентны для целых коэффициентов. Доказано, что центрально-когерентные частично гиперболические диффеоморфизмы трехмерных многообразий с абелевой фундаментальной группой частично гиперболически в гомологиях. Построен алгоритм полиномиальной сложности для распознавания и нахождения канонической пометки произвольных циркулянтных графов. Алгоритм включает нахождение циклической базы произвольной разрешимой группы перестановок (2003 г.).

Разработан новый подход к теории кластерных алгебр и даны применения этого подхода к изучению двойных клеток Брюа. Описаны возможные значения сингулярных чисел эрмитовой (или комплексной симметричной) матрицы с заданными сингулярными числами внедиагонального блока. Также описаны возможные значения собственных чисел эрмитовой матрицы  $C=A+B$ , если задано объединение множеств собственных чисел матриц  $A$  и  $B$  (2003-2004 г.). Построена теория решения систем алгебраических уравнений над алгебраически замкнутыми полями нулевой характеристики. Определено понятие  $S$ -кольца над коммутативным конечным кольцом и для таких  $S$ -колец доказан аналог теоремы Бернсайда-Шура. Доказана справедливость гипотезы Брауэра о совпадении вершинной связности и степени любого её связного базисного отношения для достаточно

замкнутой ассоциативной схемы. Построен детерминированный полиномиальный алгоритм для вычисления степени доминантного морфизма алгебраических многообразий (2003-2004 гг.).

Предложен унифицированная версия подхода SPO (Single Pushout) для систем переписывания графов на базе лямбда-исчисления с индуктивными типами для атрибутивных вычислений с учетом свойства их обратимости (2011-2012 гг.).

4. Научная новизна: Впервые рассмотрены аспекты обратимости вычислений в данной области теоретической информатики. Существенно понижена известная до этого верхняя оценка сложности решения систем алгебраических уравнений над полем нулевой характеристики. Открыта возможность построения алгоритма для первой теоремы Бертини и обоснования метода представления компонентов алгебраических многообразий над полем нулевой характеристики. Доказана гипотеза А.Б. Замолодчикова о периодичности алгебраических  $Y$ -систем, и развита теория обобщенных многогранников Stashef'a. Доказана неразрешимость проблемы выполнимости для логики с вероятностями.

5. Вклад в научно-техническое развитие страны: Распространение методов теории категорий на прикладные области теории графов и методов компьютерной алгебры. Фундаментальный результат в области построения эффективных алгоритмов для решения систем алгебраических уравнений. Развитие методов компьютерной алгебры и математической логики.

6. Сравнение с мировым уровнем: Соответствует общемировым тенденциям.

7. Сфера применения: Исследования в области теории категорий, теории алгоритмов и математической логики и их применение в теоретической информатике.

8. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Evdokimov S., Ponomarenko I. A New Look at the Burnside-Schur Theorem // Bulletin of the London Mathematical Society. 2005. Т. 37. № 4. С. 535-546.

2. Chistov A.L. Polynomial-Time Computation of the Degree of Algebraic Varieties in Zero Characteristic and its Applications // Journal of Mathematical Sciences. 2002. Т. 108. № 6. С. 897-933.

3. Chistov A., Fournier H., Gurvits L., Koiran P. Vandermonde Matrices, NP-Completeness, and Transversal Subspaces // Foundations of Computational Mathematics. 2003. Т. 3. № 4. С. 421-427.

4. Баранов С.Н., Буавер Б., Соловьев С.В., Феро Л. Некоторые приложения  $\lambda$ -исчисления с типами к атрибутивным вычислениям в системах категорных преобразований графов // Труды СПИИРАН. 2012. № 4 (23). С. 296-323.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Технология быстрого прототипирования и модель единого технологического процесса разработки сертифицируемых программных продуктов».

2. Авторы результатов: д.ф.-м.н., проф. С.Н. Баранов, д.т.н., проф. А.Н. Домарацкий, к.т.н. Н.К. Ласточкин, к.т.н., с.н.с. В.П. Морозов, д.т.н., проф. В.В. Никифоров.

3. Содержание результатов: Разработана инструментальная система и методика для быстрого создания программных продуктов и их переноса на персональные компьютеры на базе языка форт. Разработана специальная техника плоских схем (рис. 1), ориентированная на построение тестовых комплектов для встроенных операционных систем реального времени. Разработана автоматизированная система поддержки процесса разработки программных изделий, точно соответствующих заданным требованиям с точным выдерживанием заданных сроков разработки, задачи создания эффективных методов управления программными проектами. Предложена модель процесса разработки программных продуктов для отечественных разработчиков на базе модели зрелости способностей CMM и практического опыта ее применения для выполнения заказов на разработку наукоемкого программного обеспечения по заказам компании Моторола. Разработана и реализована алгоритмическая модель оценивания характеристик для проектов по созданию программных изделий.

*Flat chart:* Rows specify the execution order, columns reflect the task priorities

```

1 | 2 | 3
TestStep: ThreeTasks = {
1) | | 3, &ActivateTask, 3, 0
2) | | 3, &Lock, 1, 0
3) | 2, &ActivateTask, 2, 0
4) | 2, &Lock, 2, 0
5) | 1, &ActivateTask, 1, 0
6) | 1, &Lock, 1, 0
7) | | 3, &Lock, 2, 0
8) | 2, &Unlock, 2, 0
9) | | 3, &Unlock, 1, 0
10) | 1, &Lock, 1, 0
11) | 1, &EndTask, 1, 0 }

```

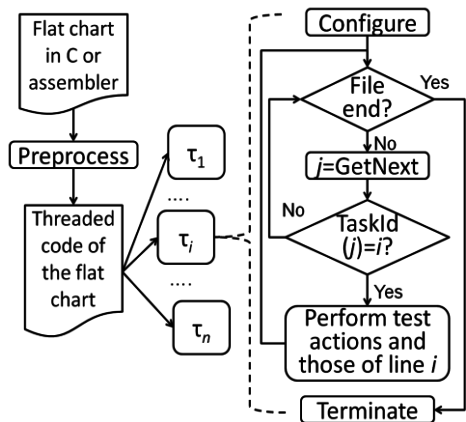


Рис. 1. Техника плоских схем для тестирования встроенных операционных систем реального времени

Разработаны формализованные критерии покрытия тестами исходных функциональных требований на программное приложение в рамках

интегральной технологии верификации и тестирования, их применимость проверена экспериментально на ряде промышленных проектов среднего и большого размера. Разработаны инструментальные средства для автоматизации тестирования программных приложений. Разработан подход к оценке выполнимости программных приложений для систем реального времени, представленных средствами графического формализма Use Case Maps. Определен подход к формированию универсального каркаса для управления разработкой и сертификацией программного обеспечения. Собраны и проанализированы основные пользовательские требования к такому универсальному каркасу.

4. Научная новизна: Впервые создан единый технологический процесс с возможностью государственной сертификации создаваемых программных продуктов. Определены способы преобразования элементов UCM-моделей, ориентированных на представление сигнальных интерфейсов, в элементы представлений типа маршрутных сетей, для которых уже разработаны методы оценки выполнимости. Предложен механизм преобразований UCM-моделей в поведенческие трассы, для которых уже известны способы порождения из них тестовых примеров. Уточнена модель, используемая при ручной разработке спецификаций приложения на основе теории базовых протоколов Летичевского для символьной верификации спецификаций. Предложены новые способы ограничения поведенческих характеристик модели при условии сохранения их соответствия исходным требованиям. Описаны методики применения разработанной модели для генерации кода приложения и кода тестов после ее успешной верификации. Описаны методики построения формализованной модели для генерации кода приложения и кода тестов после ее успешной верификации.

5. Практическая значимость: Разработан шаблон для представления спецификации требований в соответствии с моделью CMM/CMM. Уточнены продуктовые, проектные и процессные метрики, необходимые для отслеживания хода разработки и сертификации программного продукта. Расширена применимость разработанных ранее методов оценки выполнимости приложений реального времени на UCM-модели. Методика автоматизированного порождения тестового набора со 100%-ным покрытием исходных функциональных требований расширена на спецификации, задаваемые с помощью UCM-моделей. Повышение уровня автоматизации тестирования программных приложений. Совершенствование процесса отечественной разработки программных продуктов. Совершенствование процесса тестирования встроенных операционных систем реального времени. Перенос больших



программных систем на новые платформы, прежде всего персональные компьютеры с форт-системой.

6. Вклад в научно-техническое развитие страны: Повышение уровня стандартизации программных разработок и обеспечение их качества через механизмы государственной сертификации. Расширение возможностей статического анализа выполнимости приложений реального времени. Повышение надежности исполнения критических приложений реального времени. Повышение уровня зрелости разработчиков программного обеспечения. Совершенствование процесса разработки программных продуктов. Повышение качества создаваемого программного обеспечения.

7. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Рост активности в промышленной разработке программных продуктов. Экономия вычислительных ресурсов при обеспечении выполнимости приложений реального времени, специфицированных средствами UCM-моделей. Рост активности в промышленной разработке программных продуктов.

8. Сравнение с мировым уровнем: Соответствует общемировым тенденциям по стандартизации процессов разработки программного обеспечения и сертификации создаваемых программных продуктов.

9. Сфера применения: Промышленная разработка и сертификация программных продуктов с бюджетным финансированием. Статическое оценка выполнимости приложений для систем реального времени, работающих в условиях жестких ограничений на используемые ресурсы. Промышленная разработка больших программных систем и их перенос на персональные компьютеры.

10. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Баранов С.Н., Ноздрунов Н.Р. Язык Форт и его реализации. // Изд-во Машиностроение, Лен.отд., Л., 1988.

2. Baranov S.N., Kotlyarov V.P. A Formal Application Model for Code and Test Generation. // Automatic Control and Computer Sciences, 2012, vol.46, no.7, p.371-378. DOI: 10.3103/S0146411612070048.

3. Baranov S.N. A Practical Simulator of Associative Intellectual Machine. // Advances in Neural Networks — ISNN 2016. LNCS 9719, pp.185-195.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Методология проверки логической и динамической корректности программных приложений реального времени, реализуемых на многоядерных процессорах».

2. Авторы результата: д.ф.-м.н., проф. С.Н. Баранов, д.т.н. проф. В.В. Никифоров, к.т.н., доц. В.И. Шкиртиль.

3. Содержание результата: Для программных комплексов реального времени, исполняемых на многоядерных процессорах в условиях жестких ограничений на используемые вычислительные ресурсы, предложены методы построения вычислительных моделей программных систем реального времени средствами языка XML и средствами маршрутных сетей — графических моделей, являющихся разновидностями сетей Петри, определены подходы к построению методов анализа выполнимости систем.

Построен эффективный метод статической проверки многозадачных приложений, разделяющих информационные ресурсы, на наличие опасности возникновения колец взаимных ожиданий — тупиков и клинчей. Метод основан на использовании специальных многодольных ориентированных графов - графов связей критических интервалов. Разработан новый протокол доступа к разделяемым ресурсам. Предписываемый протоколом порядок действий, предотвращающий возникновение взаимного блокирования задач, не связан со значениями базовых приоритетов задач.

4. Научная новизна результата: Новизна разработанной методологии состоит в том, что на базе использования моделей многозадачных программных комплексов в виде маршрутных сетей и эквивалентных текстовых представлений средствами языка XML строятся многодольные ориентированные графы связей критических интервалов, позволяющие выполнять статическую проверку логической корректности моделируемых программных комплексов на отсутствие опасности возникновения тупиков и клинчей, а также проверять требования динамической корректности — выполнимость ограничений на своевременность выполнения задач. Предложенный протокол доступа к ресурсам может применяться в условиях использования дисциплин планирования с любых дисциплин планирования, что в случае систем на многоядерных процессорах существенно повышает эффективность использования процессорного времени.

5. Практическая значимость: Разработанная методология позволяет устанавливать выполнимость конкретных программных приложений реального времени, ориентированных на исполнение, многоядерными процессорами, получать оценку их эффективности. Предложенный новый протокол безопасного доступа к разделяемым ресурсам, допускает использование любых эффективных дисциплин

планирования с динамически назначаемыми приоритетами задач что повышает эффективность использования процессоров в 2-3 раза.

6. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Использование предложенной методологии при разработке сложных компьютеризированных комплексов для технических изделий широкого назначения позволит уточнять необходимую мощность встроенных компьютерных систем, что будет способствовать их удешевлению.

7. Сравнение с мировым уровнем: Разработанные в ходе проведенных исследований графы связей критических интервалов, позволяющие выполнять статическую проверку логической корректности структуры программных комплексов, а также безопасный протокол доступа к ресурсам, допускающий использование эффективных дисциплин планирования с динамически назначаемыми приоритетами задач к настоящему времени не были представлены в мировой литературе.

8. Сфера применения: Разработка программных комплексов для систем реального времени, работающих в условиях жестких ограничений на производительность используемых вычислительных ресурсов.

9. Государственная оценка значимости результата: В.И. Шкиртиль — лауреат премии Правительства Санкт-Петербурга за 2012 г.

10. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Никифоров В.В., Павлов В.А. Операционные системы реального времени для встроенных программных комплексов // Программные продукты и системы. 1999. № 4. С. 24-33.

2. Никифоров В.В. Планирование заданий в синхронных системах реального времени // Труды СПИИРАН. 2002. Т. 1. № 1. С. 129-144.

3. Никифоров В.В., Баранов С.Н. Статическая проверка корректности разделения ресурсов в системах реального времени // Труды СПИИРАН. 2017. № 3 (52). С. 137-156.

4. Baranov S.N., Nikiforov V.V. Analysis of Real-Time Applications Feasibility through Simulation. // Automatic Control and Computer Sciences, 2017, vol.51, no.7, pp.479-488.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Когнитивные ассоциативные нейросетевые машины и системы».
2. Авторы результата: д.т.н., профессор В.Ю. Осипов.
3. Содержание результата: полученных в период с 2010 по 2016 г. Разработана модель интеллектуальной ассоциативной машины (ИАМ) для решения трудно формализуемых задач в геоинформационных системах (ГИС).

Предложенные правила преобразования разнородных сигналов и осуществления пространственных сдвигов образов вдоль слоев позволяют наделить рекуррентную нейронную сеть (РНС) логической структурой, рассматривать слои сети как состояния электронной карты на текущие моменты времени с привязкой к географическим координатам. ИАМ позволяет расширить возможности ГИС по интеллектуальной обработке разнородной информации.

Разработана когнитивная аналоговая нейросетевая машина для оперативной ассоциативной пространственно-временной обработки больших объемов разнородной информации. Разработаны новые теоретические положения, модели и методы, оригинальные способы и устройства, реализующие когнитивную аналоговую нейросетевую оперативную обработку разнородной информации с применением мемристоров. Полученные решения позволяют осуществить прорыв в создании малогабаритных когнитивных аналоговых нейросетевых машин (КАНМ), нового когнитивного вооружения, военной и гражданской техники. Эти машины позволят оперативно решать прикладные задачи когнитивной ассоциативной обработки информации со сложностью, которую не преодолеть с применением современных СуперЭВМ.

4. Научная новизна результата: Развитие взглядов на теорию создания когнитивных ассоциативных нейросетевых машин и систем.
5. Практическая значимость: Расширение практических возможностей создания таких машин и систем с применением мемристоривных технологий.
6. Сфера применения: Разработка перспективных когнитивных ассоциативных нейросетевых машин и систем.
7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Разработка новых способов и моделей устройств, позволяющих реализовать перспективные когнитивных ассоциативных нейросетевых машин и системы.
8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Расширение возможностей по решению машинами и системами трудно-формализуемых творческих задач. Повышение производительности труда различных специалистов, использующих эти машины и системы.

9. Сравнение с мировым уровнем: Предложенные идеи имеют ряд приоритетов по сравнению с известными в мире решениями. На идеи, лежащие в основе КАНМ, получены 7 патентов на изобретения на способы и устройства интеллектуальной обработки информации в нейронной сети.

10. Государственная оценка значимости результата: модель интеллектуальной ассоциативной машины (ИАМ) для решения трудно формализуемых задач в геоинформационных системах в отчетном докладе РАН за 2010 г. включена в важнейшие научные достижения по направлению фундаментальных исследований «Локационные системы. Геоинформационные технологии и системы».

11. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Патенты на изобретения на способы интеллектуальной обработки информации в нейронных сетях: RU 2553074 (2015); RU 2514931 (2014); RU 2502133 (2013); RU 2483356 (2013); RU 2446463 (2012); RU 2427914 (2011); RU 2413304 (2011).

2. Осипов В.Ю. Ассоциативная интеллектуальная машина / Информационные технологии и вычислительные системы, № 2, 2010, С. 59- 67.

3. Осипов В.Ю. Ассоциативно-пространственная адресация к памяти рекуррентных нейронных сетей // Информационные технологии. 2015. Т. 21, № 8. С. 631-637.

4. Osipov V. Space-Time Structures of Recurrent Neural Networks with Controlled Synapses. Advances in Neural Networks — ISNN — 2016. pp. 177 - 184.

5. Osipov V. Structure and basic functions of cognitive neural network machine. MATEC Web of Conferences 113, 02011 (2017), pp. 1-5.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Математические модели динамики течений и диффузии примесей в водоеме».

2. Авторы результата: д.т.н., проф. Воробьев В.И., к.ф.-м.н., доц. С.В. Афанасьев.

3. Содержание результата: Разработаны и опробованы на реальных объектах трехмерная и двухмерная модели динамики и диффузии. Трехмерная модель базируется на полной системе уравнений геофизической гидродинамики: описывающих ускорение Кориолиса; приближение Буссинеска; приближение гидростатики; гипотеза о пропорциональности потоков турбулентных пульсаций, осредненных за некоторое характерное время. Предложен алгоритм и численная схема решения динамики жидкости и переноса примеси и взвешенных частиц для водоемов, которым является и Невская губа, позволяющий проводить расчет распространения примеси с достаточной скоростью счета.

Выполнены расчеты течений и распространения примеси для разных акваторий при решении народнохозяйственных задач. Дана оценка влияния защитных сооружений на распространение и осаждение примеси в Невской губе при различных гидрометеорологических ситуациях и, в частности, в штормовых условиях.

4. Научная новизна результата: Впервые сформулирована и решена совместная задача моделирования течений и распространения примесей с учетом горизонтальной диффузии, гравитационного осаждения, образование и развитие донных осадков. Разработан численный алгоритм и пакет прикладных программ, включавший программы расчета течений, диффузии примесей и машинной графики.

5. Практическая значимость: Расширение производства и осуществление гидротехнических проектов изменяет окружающую среду, что приводит к нарушению сложившегося экологического равновесия, поэтому необходим поиск новых условий, обеспечивающих равновесие. Одним из важных этапов решения проблемы является создание математических моделей, с помощью которых можно осуществлять оценку и качества воды, выбирать рациональный режим водопользования.

6. Вклад в научно-техническое развитие страны: Большое значение для Ленинграда в восьмидесятые годы приобрело решение вопроса о строительстве комплекса сооружений для защиты города от наводнений. Проект строительства сооружений вызывал много критических замечаний, связанных, в частности, с прогнозом влияния дамбы на загрязнение акватории Невской губы и Финского залива. Как показало 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%, что и подтвердилось после введения в строй защитных сооружений.

7. Сфера применения: Исследования в области моделирования хозяйственной деятельности в мелких морях и эстуариях с целью оценки нагрузки на окружающую среду.

8. Сравнение с мировым уровнем: Соответствует общемировым тенденциям.

9. Государственная оценка значимости результата: Результаты использовались для экспертизы проектов гидротехнического строительства, при проведении гидромеханизированных работ и при разработке рекомендаций по оздоровлению водоемов.

10. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. С.В.Афанасьев, В.И.Воробьев «Алгоритмическое моделирование процесса выпадения примесей в осадок в задачах рационального использования водных ресурсов» Алгоритмические модели в автоматизации исследований. М.: Наука, 1980, С.57-60.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Моделирование стремительно развивающихся сценариев биологических процессов и опасных экологических ситуаций».
2. Автор результата: к.т.н., с.н.с. А.Ю. Переварюха.
3. Содержание результата: Разработана динамическая модель возникновения и самопроизвольного завершения опасного и плохо прогнозируемого явления — специфического взрывообразного увеличения численности уязвимого полужескокрылого насекомого-фитофага. Сценарий реализуется для автохтонного вредителя псиллиды *Cardiaspina albitemtura* (Hemiptera, Psyllidae) поражающего эвкалиптовые леса Востока Австралии в виде одиночных вспышек численности, вызывающих дефолиацию деревьев из-за развития вторичных инфекций. Вспышка разделяет два промежутка неустойчивых апериодических колебаний, продолжительности которых в большей мере зависят от выбора начального положения траектории. Основная фаза вспышки начинается из почти стабилизировавшегося состояния после преодоления порогового равновесия, возникающего из-за сложности межвидового взаимодействия паразитов первого и второго порядков.
4. Научная новизна результата: Впервые модельный сценарий вспышки основан на возможности увеличения эффективности воспроизводства в ограниченном сверху и снизу диапазоне состояния популяции. Замедление темпа убыли поколений обусловлено ослаблением в этот момент обычных механизмов плотностной регуляции. В разработанной переопределяемой вычислительной структуре учтена различная уязвимость жизненных стадий до вступления в репродуктивный возраст. Снижение роли факторов смертности будет неравномерно распределено в этапах онтогенеза насекомого. Резкое включение механизма регуляции из-за исчерпания ресурсов усиленного опосредованной конкуренцией между взрослыми и личиночными стадиями реализовано специальным дополнением в правой части уравнения убыли численности. Описанное переменное действие регуляции убыли численности вызывает касательную бифуркацию, что завершает фазу неконтролируемого размножения. Стохастические флуктуации при низкой численности псиллид описываются хаотической динамикой аттрактора, состоящего из конечного множества несвязных интервалов. Граничный кризис аттрактора 3 топологического типа вызывает сценарий необратимой деградации популяции.
5. Практическая значимость: Модель дает описание стремительного перехода между фазами взрывообразного популяционного процесса насекомых-вредителей, и показывает моменты резкого ослабления действия регулирующих факторов — эффективности паразитизма паразитических наездников семейства Encyrtidae — основных врагов для



личинок псиллид. Показана опасность проникновения в экосистемы эвкалиптовых насаждений Новой Зеландии перепончатокрылых рода *Echthroplexis*, паразитов второго порядка.

6. Сфера применения: Биологические методы подавления опасных вредителей и контроль за распространением чужеродных видов.

7. Вклад в научно-техническое развитие страны: Показаны перспективы биологических методов борьбы с вредителями и значимость естественной регуляции при сохранении биоразнообразия.

8. Ожидаемый вклад в решение социально-экономических проблем: Предотвращение чрезмерного использования ядохимикатов в сельском хозяйстве за счет своевременного поддержания численности энтомофагов, контролирующей численность фитофагов.

9. Сравнение с мировым уровнем: Впервые получена модель, описывающая вспышку исходя из онтогенетических свойств насекомых с неполным циклом превращений, демонстрирующая невынужденный вариант завершения вспышки, который реализуется при бифуркации редукции стационарного состояния.

10. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Perevaryukha A.Y. Modeling abrupt changes in population dynamics with two threshold states // *Cybernetics and Systems Analysis*. 2016. Т. 52. № 4. Р. 623-630.

2. Perevaryukha A.Y. An iterative continuous-event model of the population outbreak of a phytophagous Hemipteran // *Biophysics*. 2016. Т. 61. № 2. Р. 334-341.

3. Perevaryukha A.Y. A model of development of a spontaneous outbreak of an insect with aperiodic dynamics // *Entomological Review*. 2015. Т. 95. № 3. Р. 397-405.

1. Направление пионерских исследований и разработок: «Проблемы информатизации общества и регионов, информационная и национальная безопасность, законодательно-правовые аспекты международных отношений и информационной безопасности».

2. Авторы результата: к.т.н. М.А. Вус.

3. Содержание результата: Научно обоснованы концепция гармонизации национального законодательства, совершенствования правовой базы и рекомендации по сближению законодательства государств СНГ и членов ОДКБ о коллективной безопасности в области информатизации общества и национальной безопасности. Разработаны законы: «Об информатизации, информации и защите информации»; «Об электронной торговле»; «О государственных электронных услугах» для государств-участников СНГ. Законы приняты Парламентской Ассамблеей государств-участников СНГ и Парламентской Ассамблеей ОДКБ.

4. Научная новизна результата и практическая значимость: Разработанные проекты международно-правовых документов носят концептуальный характер. Предложенный их разработчиками подход позволил соединить спектр проблем правового регулирования в области информационной безопасности и в других направлениях развития сотрудничества государств-участников СНГ, в том числе в вопросах противодействия терроризму и сотрудничества в обеспечении международной безопасности. Принятые парламентами акты направлены на сближение и гармонизацию национального законодательства в сфере обеспечения информационной безопасности и легализуют основу международного сотрудничества в этой сфере (в рамках СНГ, ОДКБ).

Модельные законы приняты Парламентской Ассамблеей государств участников СНГ и Парламентской Ассамблеей ОДКБ. А их авторы награждены Межпарламентским Орденом «Содружество». Постановление Совета МПА СНГ от 17.04.2014 г. № 28-1]

5. Основные публикации, подтверждающие приоритет СПИИРАН:

1. Государственная тайна и её защита в Российской Федерации / Аникин П.П., Бальбердин А.Л., Вус М.А. и др. 3-е изд., испр. и доп. / Под ред. М.А. Вуса и А.В. Фёдорова; предисловие Р.М. Юсупова. СПб: «Изд-во «Юридический центр Пресс». 2007. 752 с.

2. Глоссарий основных понятий в законодательстве о государственной тайне государств-членов ОДКБ. Сборник / Сост. Бачило И.Л., Вус М.А., Гусев В.С., Макаров О.С. - СПб: СПИИРАН. 2011. 79 с.

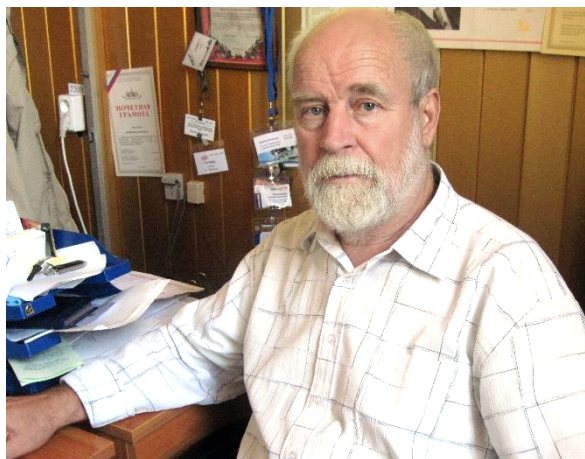
3. Словарь-справочник терминов и определений понятий модельного законодательства государств - участников СНГ / Под ред. М.А. Вуса и В.В. Бондуrowsкого. — СПб: Изд-во «Юридический Центр-Пресс». 2012. 360 с.

4. Словарь-справочник по информационной безопасности для Парламентской Ассамблеи ОДКБ / Под общ. ред. М.А. Вуса и М.М. Кучерявого. — СПб: СПИИРАН. 2014. 94 с.

5. Комментарий к модельному закону СНГ «О государственных секретах» / Вус М.А., Макаров О.С. / Предисловие чл.-кор. РАН Р.М. Юсупов — СПб: СПИИРАН. Изд-во «Анатолия». 2015. 136 с.

6. Парадигма правового регулирования обеспечения международной информационной безопасности на примере опыта СНГ И ОДКБ / Под общ. ред. д-ра юридических наук О.С. Макарова. — Минск.- И-т нац. безопасности Респ. Беларусь. 2016. 344 с.

## В.И. ВОРОБЬЕВ МУЗЕЙ ИСТОРИИ СПИИРАН



Экспозиция вычислительной техники в музее истории СПИИРАН. Экспозиция музея знакомит посетителей со средствами вычислительной техники середины XX – начала XXI вв. Посетители могут увидеть экспонаты, представляющие историю информатики,

вычислительной техники и средств связи. Экспозиция отражает происхождение и развитие вычислительной техники в стране, процесс возникновения информатики как фундаментальной науки.

Роль музея в популяризации достижений науки и техники трудно переоценить. Музей выполняет также культурно-нравственную функцию, осуществляя связь поколений и передачу знаний и опыта, что является одной из важнейших задач музея.

Музеи вычислительной техники, реальные и виртуальные, широко представлены на просторах Интернета. Живой интерес к истории развития ИКТ неуклонно растет, что подтверждается увеличением количества музеев вычислительной техники, среди которых Computer History Museum в Калифорнии, музей науки Великобритании, Европейский виртуальный компьютерный музей (ЕСМ), обновленная экспозиция в Политехническом музее в Москве.

Любой современный исследовательский центр рано или поздно сталкивается с дефицитом информации. На данный момент наши знания о достижениях в области вычислительных и коммуникационных технологий дискретны, не всегда достоверны и нередко отстают от реального темпа прогресса. Очевидно, эта область науки уже требует накопления упорядоченных знаний, их классификации и анализа, понимание динамики развития с целью установления эмпирических связей и соотношений, что позволит впоследствии выявить дедуктивные закономерности развития.

В качестве первого шага на этом пути, является создание научного, общедоступного, многопланового музея развития

вычислительной техники, информационных и коммуникационных технологий, который решает следующие задачи:

- повышение общеобразовательного культурного уровня и компьютерной грамотности;

- стимулирования интереса к вопросам практического повсеместного использования компьютерных средств;

- сохранение историко-культурного наследия общества, связанного с созданием и развитием средств работы с одним из важнейших национальных богатств общества - информационными ресурсами;

- восстановление и сохранение с помощью виртуальных средств утраченных экспонатов - вычислительных машин различных моделей.

История коллекции начиналась с решения директора СПИИРАН члена-корреспондента РАН Юсупова Р.М. о создании музея института в 2008г. В ходе работы над экспозицией сотрудники стремились сохранить и показать раритеты. Собраны и систематизированы уникальные материалы, способные осветить сорокалетнюю историю института, связанную с развитием вычислительной техники в стране, возникновением информатики как фундаментальной науки. История коллекции музея неразрывно связана с историей создания 7 октября 1974 Отдела вычислительной техники физико-технического института (далее ЛНИВЦ, ЛИИАН и СПИИРАН), руководителем которого был назначен доктор технических наук профессор В.М. Пономарев.

Мощь государства определяется не только добываемыми ресурсами или количеством выработанной энергии, но и научной мощью, включающей вычислительные и информационные ресурсы. В 1974г. в Ленинграде назрела критическая ситуация, связанная с острой нехваткой вычислительных мощностей. Ресурса ЛО ЦЭМИ АН СССР, который пытался взять на себя роль вычислительного центра коллективного пользования, явно не хватало. В Москве и Новосибирске уже работали системы коллективного пользования. Встала такая задача и в Ленинграде. Пакетный режим, в котором эксплуатировались ЭВМ, обеспечивал лишь более или менее эффективную загрузку, но время решения задачи, т. е. время отладки и получения содержательного результата, составляло месяцы, а для некоторых задач и годы.

Перед коллективом ЛВЦ (отдел ФТИ), руководимым д.т.н. В.М. Пономаревым, была поставлена задача создания вычислительных ресурсов в виде системы коллективного пользования, и далее, на ее базе, задача разработки системы автоматизации научных исследований.

Первая задача — установка мощных ЭВМ — была сложной инженерной задачей, с которой справлялись не все институты. Так, один из институтов АН СССР, получив дефицитнейшее

оборудование (БЭСМ-6), не сумел запустить его в работу. Эту задачу коллектив ЛВЦ успешно решил. В 1975 году были введены в эксплуатацию МИР-2 и М-6000, первая ЭВМ БЭСМ-6 (рис. 1), в 1976 году — вторая, которые сразу были объединены в многомашинный вычислительный комплекс, что позволило на некоторое время удовлетворить потребности ленинградских учреждений АН СССР.



Рис. 1. Пульт управления БЭСМ-6

Эффективность решения задач определялась не только мощностью процессора, но и математическим обеспечением ЭВМ, включающим ОС, набор компиляторов для языков программирования (ассемблеры, АЛГОЛ, ФОРТРАН, PL-1, SIMULA, APL, GPSS и др.), библиотек научных программ, СУБД и средств автоматизации программирования. За короткое время были установлены и сданы в эксплуатацию практически все компоненты программного и математического обеспечения, которые были доступны и работоспособны, включая библиотеки научных программ общего пользования: IBM, МГУ, Уилкинсона и др.

Анализ отечественного и зарубежного рынка вычислительной техники того времени 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 выпуске систем такого класса специализировалась фирма Control Data Corporation.

Следующим шагом по расширению ресурсов и внедрению новых сервисов была установка в 1978 г. вычислительной системы CYBER-172-6 фирмы CDC, которая отличалась от отечественных ЭВМ рациональной и сбалансированной архитектурой, большим разнообразием и качественным периферийным оборудованием и развитым математическим обеспечением. В частности, были установлены и успешно эксплуатировались библиотека MSFLIB, которая содержала большое число уникальных алгоритмов и программ, а также система управления базами данных. Система CYBER включала кроме центрального процессора 10 периферийных процессоров и, что особенно важно, сетевой процессор. Данные особенности архитектуры позволяли повысить производительность, т.к. центральный процессор занимался только решением задач пользователей. Наличие сетевого процессора открывало возможности для создания компьютерных сетей. Первые эксперименты по установлению межкомпьютерных связей были проведены с Будапештом и с Финляндией. В этом институт был одним из лидеров в стране. Своевременный выбор руководством института сетевого направления определил успехи института вплоть до настоящего времени.

«САЙБЕР 172» (рис. 2) является одним из главных экспонатов коллекции музея, демонстрируя как за столь короткий промежуток времени изменились не только технологии производства и эксплуатации ЭВМ, но и мыслительно-поведенческие стереотипы современного человека.

Дальнейшим шагом в развитии системы коллективного пользования стала установка в 80-е годы ЕС-1052, ЕС-1060, объединённых в единый многомашинный комплекс, СМ ЭВМ и развитие терминальной сети. Удаленные терминалы были установлены и подключены по телефонным проводам более чем в 50 территориально разнесённых учреждениях. В качестве сетевых ЭВМ использовались компьютеры серии СМ ЭВМ, которые также применялись для автоматизации эксперимента в академических институтах, а также для управления производственными системами. В отличие от системы CYBER, в которой для обеспечения сетевых телекоммуникаций использовался метод коммутации каналов, отечественные компьютеры объединялись на базе метода коммутации пакетов, что и было использовано в проекте

АКАДЕМСЕТЬ, реализованном в 19xx году. С этого момента ЛНИВЦ полностью взял на себя выполнение заявок академических учреждений на выполнение вычислительных работ.



Рис. 2. Вычислительная система «САИБЕР 172»

С помощью вычислительной техники и математического и программного обеспечения решались научные задачи:

- физика плазмы, твердого тела и газовой динамики;
- квантово-механические расчеты электронных структур молекул, спектров и структур полимерных систем;
- расчеты эфемерид астрономии и небесной механики;
- планетарная геофизическая гидродинамика теории климата;
- математическое моделирование фитоценозов;
- прогноз продуктивности в экосистемах;
- моделирование системы «Человек-Биосфера»;
- создание региональных моделей рационального использования ресурсов и др.

В 1990-х годах на волне всеобщего увлечения персональными ЭВМ и идолопоклонства перед западными технологиями институт сохранил накопленный опыт и обеспечил преемственность созданных отечественных технологий. Концепции, сформулированные в начале 70-х годов прошлого века, получили в дальнейшем развитие в рамках центра коллективного пользования, эксплуатирующего в настоящее время кластер высокопроизводительных параллельных вычислений. Данная технология показывает преемственность поколений и



необходимость передачи знаний и навыков работы, как с программным, так и аппаратным обеспечением.

Способ коллективного использования информационных и вычислительных ресурсов в современном мире приобрел новые более развитые формы организации в концепции облачных вычислений. Идеи, косвенно соотносящиеся с тем, что используются в технологиях облачных вычислений, и описывающие возможность вычислений с использованием удаленных вычислительных центров, зародились еще в 70-х - 80-х годах прошлого века. Именно тогда разработчики программного обеспечения предложили модель приложений, при которых все вычисления и обработка информации осуществляются не на компьютере пользователя, а на удаленных серверах. Однако глобальной сети в то время не существовало, поэтому первые идеи «облаков» оказались трудно реализуемыми и практически не использовались при создании новых программ.

Все это потребовало новых исследований, в ходе которых в СПИИРАН была разработана облачная структура, обусловленная экономичным распределением нагрузок на узлы кластера, доступностью облака и виртуальных машин из сети Интернет (рис. 3).



Рис. 3. Кластер СПИИРАН

В коллекции музея имеются экспонаты, показывающие основные направления развития средств вычислительной техники предыдущих лет:

- средства для выполнения арифметических вычислений (арифмометр, калькуляторы, программируемые микрокалькуляторы), не забыты и конторские счеты;

- средства телекоммуникации (модемы, хабы, телепроцессоры для построения магистральной опорной сети);

- персональные ЭВМ (IBM PC XT, первые игровые ЭВМ);

- серверные ЭВМ;

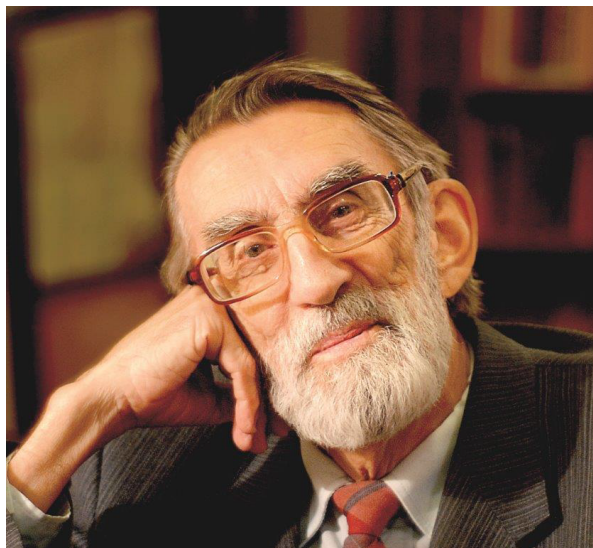
- элементы технологической базы (электронные лампы, транзисторы, микросхемы), другая радиоэлектронная аппаратура.

Экспозиция музея направлена на формирование у подрастающего поколения понимания места и роли средств вычислительной техники в жизни современного общества.

История СПИИРАН отражена в ежегодных официальных отчётах, трудах и юбилейных очерках, но настоящая биография Института, как развивающегося организма, приобретает реальные очертания в окружении предметов — свидетелей его жизни. Историческое наследие является базисом для создания информационных технологий будущего.

В любой самостоятельной области науки рано или поздно наступает этап структуризации. В области информационных технологий этот процесс активно происходит в настоящее время. Параллельно из разрозненных во времени и пространстве фрагментов складывается целостная история развития, в обобщенном и агрегированном виде, передаваемая последующим поколениям. Одним из таких фрагментов является музей истории СПИИРАН.

**Н.В. Благово**  
**МУЗЕЙ ИСТОРИИ ШКОЛЫ К. МАЯ**



Мысль о создании в Институте нового и необычного структурного подразделения — Музея истории школы К. Мая возникла у директора Института Рафаэля Мидхатовича Юсупова после прочтения им в начале 1994 года книги «Школа на Васильевском» (фото обложки), авторы которой Д.С. Лихачёв, Н.В. Благово и Е.Б. Белодубровский

рассказали на её страницах об истории образовательного учреждения, располагавшегося ранее в нынешнем здании СПИИРАН. Оказалось, что этот дом на 14 линии был построен в 1910 году для одной из лучших школ Санкт-Петербурга — Гимназии и Реального училища К. Мая, славившейся своими традициями гуманной педагогики и многочисленными выдающимися воспитанниками. Эти результаты и пути их достижения были особенно интересны директору Института, т.к. он к тому времени накопил большой опыт преподавательской и воспитательной работы во время службы в Военно-воздушной академии им. А.Ф. Можайского.

Для реализации возникшей идеи директор пригласил в свой кабинет 4 февраля 1994 года автора настоящей статьи, которому было сделано предложение о создании в Институте Музея истории школы К. Мая. С волнением и радостью оно было принято бывшим учеником школы, сорок лет назад располагавшейся в доме, который в настоящее время занимает СПИИРАН. Вскоре после этой судьбоносной встречи началась подготовительная работа — беседы с бывшими учениками или потомками таковых, сбор документов, фотографий, экспонатов. На первом этаже в части бывшего зала заседаний Педагогического совета было предоставлено помещение площадью около 20 м<sup>2</sup>, отремонтированное благодаря поддержке

начальника отдела образования и культуры администрации Василеостровского района Т.И. Голубевой. Одобрение и содействие созданию нового Музея также оказывали обучавшиеся в этой школе академик Д.С. Лихачёв и главный учёный секретарь Санкт-Петербургского научного центра РАН д.ф.-м.н., профессор Э.А. Тропп, познакомившиеся с ходом подготовительных работ 4 ноября 1994 года, а также многие тогдашние сотрудники Института, в первую очередь — к.т.н. А.Ф. Ткач, к.т.н. Д.В. Бакурадзе, д.т.н. Н.Д. Горский, д.т.н. В.Е. Марлей, д.т.н. С.В. Микони, д.т.н. А.О. Поляков, Б.К. Чесноков, Г.С. Боброва, Р.И. Белова, Л.Н. Сухина.

Торжественное открытие Музея истории школы К. Мая состоялось 12 мая 1995 года в ясный прохладный и солнечный день в присутствии многих бывших воспитанников школы и служащих Института. После вступительного слова директора СПИИРАН собравшихся горячо приветствовал бывший ученик реального училища К. Мая академик Дмитрий Сергеевич Лихачёв. Завершив выступление, он открыл установленную на фасаде мемориальную доску, текст которой гласил: «В этом здании с 1910 по 1918 г находилась основанная в 1856 г. школа К. Мая, воспитавшая многих выдающихся деятелей отечественной и мировой науки и культуры», а также освободил от покрывала восстановленный над входной аркой здания барельеф майского жука, что было встречено бурными аплодисментами. Вслед за ним присутствовавших поздравили заместитель мэра города доктор исторических наук, профессор В.С. Ягья, академик А.А. Фурсенко, сын ученика школы члена-корреспондента АН БелССР А.В. Фурсенко, доктор технических наук, профессор А.М. Ельяшевич, сын ещё одного ученика, действительного члена АН БелССР М.А. Ельяшевича. От имени бывших спецшкольников выступил участник парада Победы генерал-майор В.Г.Рожков. Ценный подарок Музею — картину художника Л.Харлоу «Сельская дорога», принадлежавшую А.Л. Липовскому, последнему директору гимназии и реального училища К. Мая, сделала его внучка Т.А Лазарева. Поразила всех своей эмоциональной речью выпускница 1919 (!) года архитектор-реставратор М.М. Налимова, подарившая выпускной знак и удостоверение об окончании Советской Единой Трудовой школы.

Спустя два дня в присутствии многих бывших выпускников 6-ой Специальной артиллерийской школы (6 САШ) участников Великой Отечественной войны состоялось открытие ещё одной мемориальной доски, её текст гласит: «В этом здании с 1937 по 1942 г. находилась 6-я Специальная артиллерийская школа, выпускники которой защищали Родину на фронтах Великой Отечественной войны 1941-1945 гг.» По этому случаю выступили выпускники 6 САШ участники Великой Отечественной войны генерал-майоры В.Г. Рожков и В.В. Волков.



Открытие Музея истории школы К. Мая

В последующие 22 года Музей, насчитывающий более 10000 единиц хранения, благодаря содействию администрации Института, постоянно расширялся территориально, а его экспозиция и фонды безвозмездно пополнялись бывшими питомцами этого учебного заведения, потомками таковых и многочисленными его друзьями. Список дарителей, состоящий из более, чем 400 фамилий, постоянно пополняется. Большую помощь в создании Музея оказали: выпускник 1929 г. Б.Ф. Янус, выпускники 1935 г. А.П. Просандеева и к.х.н. С.А. Кожин, к.г-м. н. Т.Л. Модзалевская, И.В. Новожилова, Т.В. Римская-Корсакова, д.б.н. А.М. Семёнова-Тян-Шанская, Е.В. Петровская, А.М. Бухалова, А.П. Минина.

В настоящее время Музей истории школы К. Мая, насчитывающий более 10 000 единиц хранения, располагается на первом этаже в трёх основных помещениях здания на 14 линии ВО. В бывшем зале заседаний Педагогического совета располагается экспозиция, посвященная историческому периоду — 1856-1918 гг., когда образовательное учреждение носило название «Гимназия и реальное училище К. Мая». Здесь находится 13 витрин и 13 стендов, стол директора, шкаф с наглядными пособиями, три библиотечных шкафа, уникальная парта начала XX века, фисгармония, старинное зеркало. Многочисленные фотографии, документы и предметы дают представление о 62 годах становления и развития школы, вошедшей в начале XX века в число наиболее известных и достойных средних

учебных заведений столицы. Посетителю предоставлена возможность последовательно познакомиться биографиями, как основателя школы К.И. Мая (1820-1895), так и его преемников на посту директора — В.А. Кракау (1857-1936) и А.И. Липовского (1867-1942), основными педагогическими принципами, четвертными ведомостями и аттестатами, выпускными нагрудными знаками, учебниками, наглядными пособиями, личными вещами педагогов и учеников. Всё это убедительно иллюстрирует вышеназванный исторический период, со времени открытия школы 22 сентября 1856 года до её национализации 16 октября 1918 года.



Музей истории школы К. Мая

Эта школа была основана 161 год тому назад по инициативе проживавших на Васильевском острова Петербурга выходцев из Германии, которые хотели дать своим детям знание не только классических предметов, как это было принято тогда в государственных школах, но и прикладных дисциплин, весьма полезных в последующей жизни. Основателем и первым директором новой частной немецкой школы, получившей первоначально название «Реальное училище на степени гимназии», стал талантливый педагог Карл Иванович Май, который, исходя из девиза «Сперва любить — потом учить», провозглашенного ещё в XVII веке великим чешским гуманистом Я.А. Коменским, создал здесь уникальную систему воспитания и образования, провозгласив главной целью первое. Такая постановка приоритета

исходила из мнения о том, что все люди одарены от природы по-разному, но каждый может и должен быть воспитанным. Учебное заведение состояло из двух отделений: гимназического — для детей, склонных к гуманитарным предметам, и реального — для тех, кому легче даются точные науки. Следует подчеркнуть, что школа К. Мая всегда была во всех отношениях общедоступной — сюда принимали детей независимо от сословной принадлежности родителей и их национальности. Уровень воспитательной работы был настолько высок, что ученик в ответ на вопрос отца о мере наказания за ложь, ответил уверенно и просто: «У нас в школе говорить неправду не принято. Ведь если об этом узнает директор, он огорчится, а разве можно огорчать любимого директора». В этом же смысле высказался и знаменитый географ и государственный деятель П.П. Семёнов Тянь-Шанский, отметивший в своей речи на празднике, посвящённом 25-летию школы, что: «...ни один из бывших воспитанников не пал нравственно». Прекрасное образование всегда обеспечивали очень хорошие педагоги, немалое число из которых были преподавателями вузов, при этом каждый из них отдавал детям не только знания, но и всю свою душу, всё своё сердце, всё своё время без остатка. Первый директор школы был одним из пионеров использования наглядного метода преподавания, существенно улучшавшего восприятие учащимися тех или иных понятий. Система дополнительного образования — литературный, драматический, географический, исторический и фотографический кружки, посещение музеев, разнопрофильных промышленных предприятий, высших учебных заведений, пригородов, знакомство с природой окрестностей, была хорошо развита и вносила существенный вклад в развитие подрастающих поколений. Этому также способствовал и школьный музей, обладавший богатой и разнообразной коллекцией, имевший археологический, геологический, исторический, нумизматический и другие интереснейшие разделы. Укреплению здоровья также уделялось постоянное внимание не только на ежедневных занятиях физкультурой, но и во время пеших, велосипедных и лыжных прогулок, катания на коньках в школьном дворе, участия в баскетбольном, гандбольном и футбольном кружках. Всё вышесказанное позволяло успешно решать первостепенную задачу школы - готовить юношей к труду, полезному для общества, посредством развития их в умственном, нравственном, эстетическом и физическом направлениях. О высоком уровне подготовки выпускников свидетельствует тот факт, что 15% из них удостоивались золотой медали и 17% — серебряной. «Гимназия Мая была государством в государстве, отделённым бесконечным океаном от казённости», так характеризовали это учебное заведение современники, подчёркивая, что эту школу «никогда нельзя назвать ни монархической, ни демократической, ни республиканской, ни аристократической. Она всегда стремилась быть общечеловеческой». Большую часть своей истории «майские жуки», как учащиеся и педагоги

себя дружелюбно называли, располагались в доме №13 на 10 линии Васильевского острова. Когда же стало ясно, что старый дом уже не вмещает всех желающих и не соответствует требованиям, предъявляемым к тогдашним средним образовательным учреждениям, то в 1910 году на 14 линии по проекту выпускника гимназии академика архитектуры Г.Д.Гримма было построено новое, прекрасное, рассчитанное на 650 учащихся, здание, где помимо просторных и светлых классов, находились 8 предметных кабинетов (3 в виде амфитеатра), библиотека, содержавшая 12 тысяч книг на 6 языках, спортивный зал, столовая.

Следующая экспозиция Музея, посвящена деятельности новых образовательных учреждений, размещавшихся в школьном здании на 14 линии в 1918-2006 гг., находится в помещении бывшей библиотеки школы. Здесь, содержание 7 стендов, 16 витрин и двух библиотечных шкафов, даёт возможность посетителям последовательно получить представление о работе Советской Единой Трудовой школы и о сменившей её 6 САШ, наконец, о школе №5, функционировавшей в этом доме после войны. Каждая из вышеназванных экспозиций по своему интересна и существенно отличается от других.

Последняя из экспозиций отражает время, когда осуществлённая новой властью 16 октября 1918 года национализация средних учебных заведений страны и последовавший за нею ряд постановлений серьёзно изменили не только название, но и общую атмосферу в школе, её педагогический процесс, состав учителей и учеников. Было введено совместное обучение мальчиков и девочек, отменены оценки, использовался бригадно-лабораторный метод преподавания, появились пионерская и комсомольская организации. Педагогические принципы прежней школы были характеризованы как буржуазные, воплощавшие их в своей работе учителя во главе с директором оказались уволенными, расформировали и старшие классы, коллективы учащихся, которые представляли опасность для общества, поскольку в своём возрасте были слишком сильно пропитаны духом прежней власти. Однако и в этих условиях школьная жизнь продолжалась интересно и разнообразно — устраивались школьные спектакли, конечно, с соответствующей идеологической окраской, работали кружки, среди которых особую любовь, благодаря его руководителю Р.В. Озолу, заслужил «Спартак», состоявший из нескольких спортивных секций. Деятельность Советской Единой трудовой школы, неоднократно менявшей статус, номер, сроки обучения, директоров продолжалась в «майском» доме до осени 1937 года.

Хронологически близка к предыдущей отдельная выставка. Её материалы, находящиеся на стенде и витрине, иллюстрируют страшную тему репрессий 1918-1955 гг., невинными жертвами которых стали 153 бывших ученика школы, 56 из которых были расстреляны.



Короткий временной отрезок, с 1 сентября 1937 года по 5 февраля 1942 года — самый трагический и героический по содержанию в многолетней истории этого учреждения. В это время здание занимала 6 САШ, во время трёхлетнего пребывания в которой юноши получали общеобразовательные знания в объёме 8-10 классов, а также проходили специальную подготовку, что вкупе позволяло им в дальнейшем становиться офицерами-артиллеристами. В годы Великой Отечественной войны спецшкольники сражались на всех фронтах, доблестно защищали осаждённый Ленинград, штурмовали Берлин, 123 из них отдали свою жизнь за свободу и независимость Родины. Их памяти посвящены помещённые в витрины фотографии, документы, личные вещи, награды воинов, а также специальный стенд с 60 фотографиями погибших, установленный в вестибюле в год 70-летия Великой Победы.

Последний раздел этого помещения повествует о жизни школы №5, работавшей в старом школьном доме с 1 сентября 1944 г. до 31 августа 1976 г. Здесь наряду с партой, вариантами школьной формы, пионерской атрибутикой, аттестатами и медалями, особый интерес представляют фотографии с автографами двух космонавтов — дважды Героя Советского Союза Г.М. Гречко и Героя России А.И. Борисенко, когда-то учившихся в этих стенах, о чём информирует и открытая ими 4 октября 2012 г. доска в вестибюле Института.



Г.М. Гречко и А.И. Борисенко

Дополняют вышеописанные экспозиции, расположенные рядом в бывшем кабинете директора, две постоянные выставки, одна, посвящённая учившимся «у Мая» (как тогда говорили) пяти представителям семьи Рерихов и другая, основанная на коллекции документов, фотографий, личных предметов — академику Д.С. Лихачёву.



Открытие мемориальной доски

Многие воспитанники школы успешно проявили себя в различных сферах человеческой деятельности. Среди посвятивших свою жизнь науке 163 присвоена учёная степень доктора наук, 25 удостоены академических званий в Академии наук (в их числе 6 избраны в иностранные АН), 16 — в Академии художеств. Несколько выпускников достигли высоких постов на государственной службе: два стали министрами, шесть — губернаторами, пять — членами Государственного Совета императорской России. Высшие воинские звания, генеральские или адмиральские, имели 26 бывших учеников школы. Ряд бывших учащихся в дальнейшем был отмечен высокими государственными наградами: 3 — золотой звездой Героя Социалистического труда, 2 — золотой звездой Героя Советского Союза, 1 — золотой звездой Героя России, 8 стали лауреатами Ленинской премии.

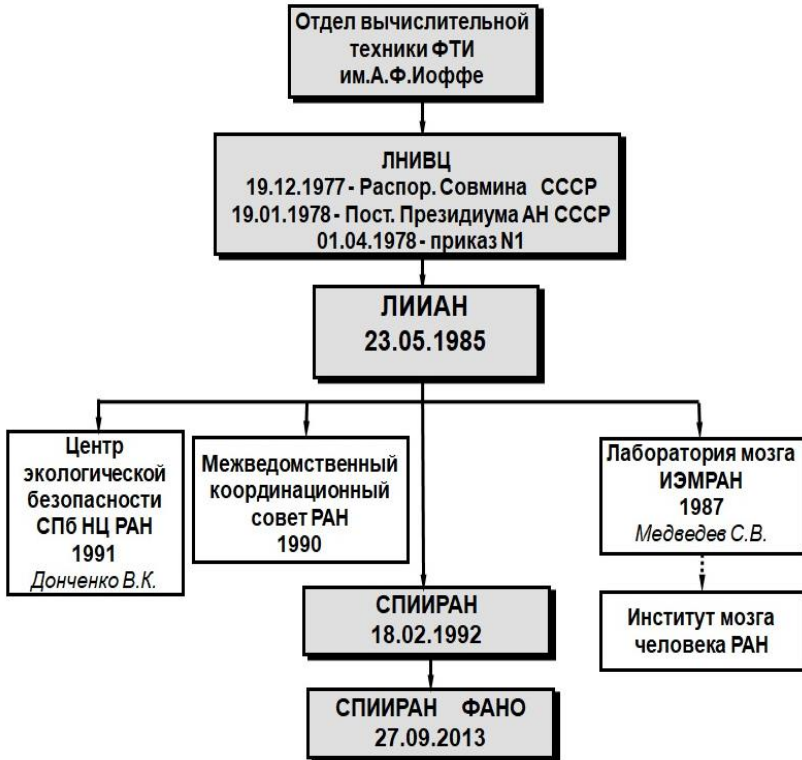
Об истории школы и судьбах её отдельных учеников повествуют написанные в рамках работы Музея книги: «Школа на Васильевском острове» (авт. Н.В. Благово), «Семья Рерихов в школе К. Мая» (авт.и Н.В. Благово), «Сперва любить-потом учить. Музей истории школы К. Мая. 1995-2015» (авт. Н.В. Благово), «Шестая специальная артиллерийская школа» (авт. В.Г. Рожков), «И.В. Петрашень и его семья: страницы прошлого» (авт. Е.М. Ледовская), сборник «На службе Отечеству» Труды СПИИРАН. (сост. Н.В. Благово), буклеты о Музее (9 изданий), статьи в периодической печати, 4 видеофильма, радио и телепередачи. Текущая информация постоянно обеспечивается работой сайта [www.kmau.ru](http://www.kmau.ru), созданного и руководимого выпускником 1967 г. М.Т. Валиевым.

За 22 года работы Музея его посетило более 23 тысяч экскурсантов из 114 городов, находящихся в 26 странах мира, около 1500 из них оставили благодарные отзывы. Среди познакомившихся с Музеем немало видных учёных, в том числе академики Е.П. Велихов, Д.С. Лихачёв, М.Б. Пиотровский, Д.В. Рундквист, члены-корреспонденты РАН Ю.М. Батулин, Ю.В. Гамалей и А.М. Финкельштейн, президент РАО Л.А. Вербицкая, вице-президент Академии художеств В.А. Ляшин, генеральный директоры ГМЗ «Петергоф» В.В. Знаменов и Е.Я. Кальницкая, мнения которых о Музее и смысле его существования прекрасно выразил в своём отзыве лауреат Нобелевской премии Ж.И. Алфёров, написавший: «Очень хорошо, что в наше жестокое время Академия наук показывает реальный пример сохранения наших замечательных традиций в самой важной области — образовании и воспитании. Музей школы К. Мая, — прекрасный пример, и я надеюсь, что придёт время, когда он, не поменяв адреса, будет Музеем в действующей школе К. Мая, а связи Института информатики и автоматизации РАН и школы сохранятся навсегда, и укреплять их будут ученики школы».

Используя потенциал Музея, сотрудники Института ведут просветительскую и воспитательную работу со школьниками и студентами Санкт-Петербурга, пропагандируя лучшие научные, педагогические и культурно-нравственные традиции российского образования и науки.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

**ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЕ ДЕРЕВО СПИИРАН**



РАСПОРЯЖЕНИЕ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР



Совет Министров СССР

РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 19 декабря 1977 г. № 2643р

МОСКВА, КРЕМЛЬ

Принять предложение ГКНТ, Академии наук СССР, Минфина СССР и Ленгорисполкома об организации в г. Ленинграде вычислительного центра Академии наук СССР (на правах научно-исследовательского института) на базе отдела вычислительной техники Физико-технического института имени А. Ф. Иоффе Академии наук СССР.

Организацию указанного вычислительного центра осуществить в пределах ассигнований и фонда заработной платы, предусмотренных Академии наук СССР на научно-исследовательские работы, без увеличения численности работников предприятий и организаций, расположенных в г. Ленинграде.



Председатель  
Совета Министров СССР А. КОСЫГИН.

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРЕЗИДИУМА РАН СССР  
О СОЗДАНИИ ЛНИВЦ АН СССР**



**ПРЕЗИДИУМ АКАДЕМИИ НАУК СССР**

*ПОСТАНОВЛЕНИЕ*

Президиум Академии наук СССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. В соответствии с распоряжением Совета Министров СССР от 19 декабря 1977 г. № 2643р организовать на базе Отдела вычислительной техники Физико-технического института имени А.Ф.Иоффе АН СССР Ленинградский научно-исследовательский вычислительный центр АН СССР /на правах научно-исследовательского института/ в составе Отделения механики и процессов управления АН СССР.

Президиум Академии наук СССР  
Акademie der Wissenschaften der UdSSR



А.П.Александров

Заместитель главного секретаря  
Президиума Академии наук СССР  
академик

Ю.В.Бромберг



Копия верна

*Заместитель главного секретаря  
Президиума Академии наук  
(А. С. Воронин)*  
"10." 11 1978

ПРИКАЗ № 1 ЛНИВЦ АН СССР

АКАДЕМИИ НАУК СССР  
Ленинградский  
научно-исследовательский  
вычислительный центр

П Р И К А З  
01.04.78 № 1  
Ленинград

§ 1

Сбывляю пункт 3 постановления Президиума Академии наук СССР от 19 января 1978 года № 194: "... Назначить доктора технических наук ПОНОМАРЕВА Валентина Михайловича директором Ленинградского научно-исследовательского вычислительного центра АН СССР."

§ 2

С 01.04.1978 г. приступил к исполнению обязанностей директора Ленинградского научно-исследовательского вычислительного центра Академии наук СССР.

Директор ЛНИВЦ АН СССР  
доктор технических наук



В.М. Пономарев



## ПРИКАЗ О СОЗДАНИИ ЛЕНИНГРАДСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА АН СССР

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
Ордена Ленина  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
им. А. Ф. Иоффе

### П Р И К А З

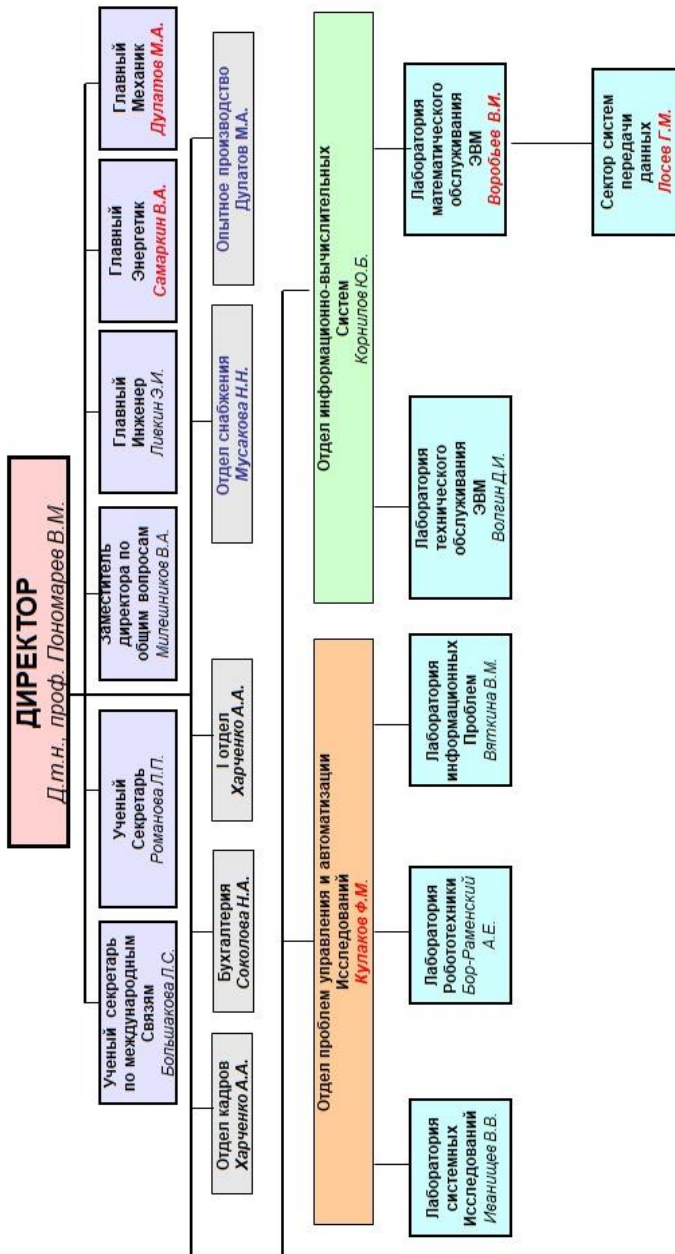
От 31.03.78 г. № 48-К  
г. Ленинград

В связи с преобразованием Отдела Вычислительной техники Физико-Технического института им. А. Ф. Иоффе АН СССР в Ленинградский научно-исследовательский центр АН СССР, на основании Постановления Президиума АН СССР № 194 от 19.01.1978 г. с 31 марта 1978 г. перевести в ЛИИЦ АН СССР следующих сотрудников:

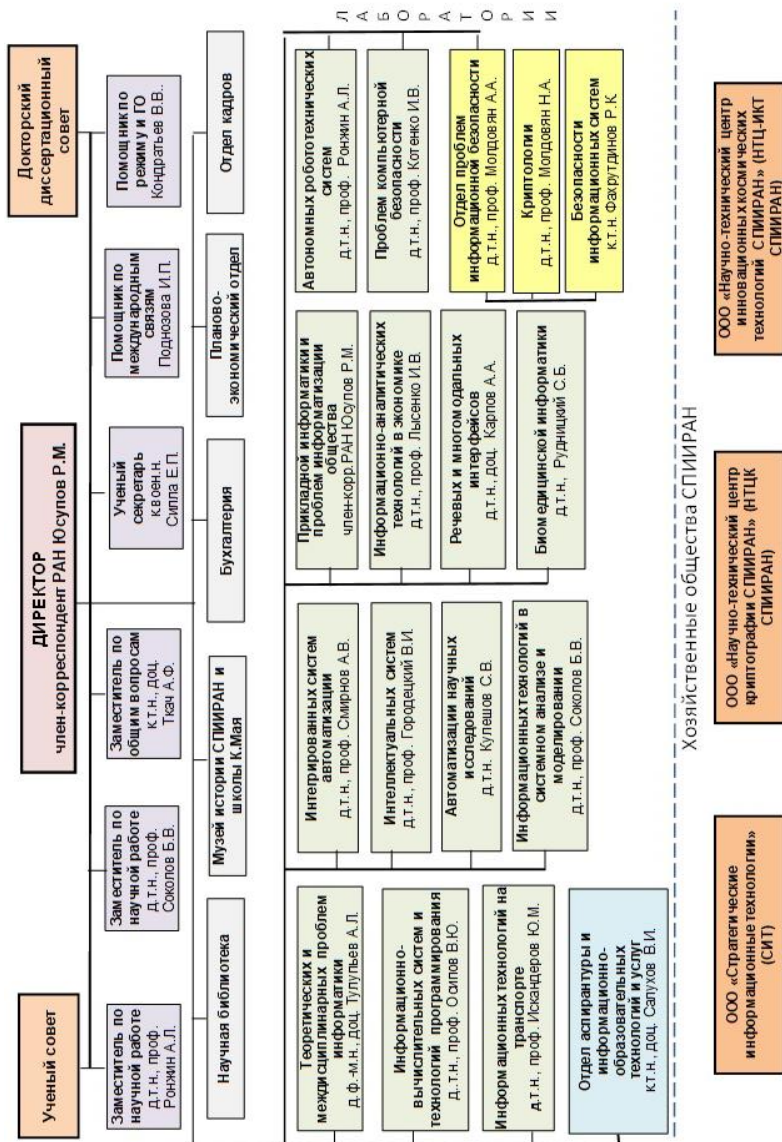
- |                                          |                        |
|------------------------------------------|------------------------|
| 1. старшего инженера                     | АРИСТОВА В.А.          |
| 2. и.о. зав. сектором                    | АЛЕКСАНДРОВА В.В.      |
| 3. инженера математика-программиста      | АРСЕНТЬЕВУ А.В.        |
| 4. младш. научн. сотрудника              | АФАНАСЬЕВА С.В.        |
| 5. стажера-исследователя                 | БАЛОННИКОВА А.М.       |
| 6. инженера по радиоэлектронике          | БАХВАЛОВУ Т.В.         |
| 7. лаборанта                             | БЕГУН О.Н.             |
| 8. инженера математика-программиста      | БЕЛАШ Е.В.             |
| 9. инженер                               | БОМБИНУ-МИХАЙЛОВУ Е.В. |
| 10. инженера по радиоэлектронике         | ВЛАДЕВА С.Г.           |
| 11. руководителя группы                  | ВОЛГИНА Д.И.           |
| 12. и.о. старш. научн. сотрудника        | ВОРОБЬЕВА В.И.         |
| 13. инженера-математика программиста     | ВСЕСВЕТСКОГО И.Г.      |
| 14. инженера                             | ГЕРАСИМОВА В.В.        |
| 15. инженера                             | Г. РАДЕВУ Л.П.         |
| 16. инженера по радиоэлектронике         | ГОРСКОГО Н.Д.          |
| 17. ст. инженера математика-программиста | ГРИГОРЬЕВА В.В.        |
| 18. инженера по радиоэлектронике         | ДОБРЯКОВА В.И.         |
| 19. лаборанта                            | ДРОЧИЛО Е.И.           |
| 20. инженера по радиоэлектронике         | ЕВЛАМИНЦЕВА А.А.       |
| 21. инженера по радиоэлектронике         | ЖИКАРЕНЦЕВА В.В.       |



## СТРУКТУРА ЛЕНИНГРАДСКОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ЛНИИВЦ 1978 ГОД



## СТРУКТУРА СПИИРАН



**ОСНОВНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ, ПРОВОДИМЫЕ СПИРАН**

- 1 Международные конференции ИФАК — гибкие и интегрированные ПС, искусственный интеллект-промышленное применение — 1980, 1982, 1983, 1990, 1993.
- 2 Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика» — 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016.
- 3 Санкт-Петербургская Межрегиональная конференция «Информационная безопасность регионов России» — 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017.
- 4 Международная конференция «Математические методы, модели и архитектуры для систем защиты компьютерных сетей» — 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2010, 2012.
- 5 Международный семинар «Научный анализ и поддержка политики безопасности в киберпространстве» — 2010, 2012.
- 6 Международный семинар «Автономные интеллектуальные системы - агенты и извлечение знаний» — 1995, 1997, 1999, 2003, 2005, 2007.
- 7 Международный семинар «Интеграция информации и геоинформационные системы» – 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015.
- 8 Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД) — 2005, 2006, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017.
- 9 Международная конференция «Речь и компьютер» — 1996, 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2009, 2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017.
- 10 Всероссийская конференция «Информационные технологии в управлении (ИТУ)» — 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016.
- 11 Межрегиональная научно-техническая конференция «Перспективные направления развития отечественных информационных технологий», Севастополь (Крым), 2015, 2016, 2017.

## **БАЗОВЫЕ КАФЕДРЫ И СОВМЕСТНЫЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЛАБОРАТОРИИ**

### **Базовые кафедры:**

- Автоматизации исследований. Ведущий ВУЗ — СПбГЭТУ, год создания (далее г.с.)1979.
- Филиал кафедры механики и управляемого движения. Ведущий ВУЗ — СПбГУ, г.с. 1981.
- Распределенные интеллектуальные системы автоматизации. Ведущий ВУЗ — СПбГПУ, г.с. 2009.
- Информационная безопасность. Ведущий ВУЗ — ПГУПС, г.с. 2010.
- Информационных и автоматизированных систем. Ведущий ВУЗ — СПбГУАП, г.с. 2016.
- Информационных систем и технологий в экономике. Ведущий ВУЗ — СПбГЭУ, г.с. 2017.
- Информационные технологии в логистике. Ведущий ВУЗ — СПб школа экономики и менеджмента НИУ ВШЭ, г.с. 2018.

### **Лаборатории:**

- Научно-исследовательская лаборатория «Проблемы региональной информатизации и управления». Ведущий ВУЗ — Астраханский государственный университет, г.с. 2006.
- Научно-исследовательская лаборатория в составе кафедры САПР. Ведущий ВУЗ — Технологический институт Южного Федерального университета в г. Таганроге, г.с. 2010.
- Научно-исследовательская лаборатория информационных технологий в транспортных системах, энергетике, системах автоматизации и моделирования. Ведущий ВУЗ — Марийский государственный технический университет, г.с. 2012.
- Международная научная лаборатория «Интеллектуальные проактивные защищенные технологии и системы». Ведущий ВУЗ — НИУ ИТМО, г.с. 2014.
- Международная научная лаборатория «Интеллектуальные технологии для социкиберфизических систем». Ведущий ВУЗ — НИУ ИТМО, г.с. 2014.
- Международная научная лаборатория «Информационная безопасность киберфизических систем». Ведущий ВУЗ — НИУ ИТМО, г.с. 2017.
- Виртуальная совместная лаборатория. Ведущий ВУЗ — ВУНС ВВС «ВВА», г. Воронеж, г.с. 2015.
- Совместная научно-исследовательская лаборатория проектирования и программирования робототехнических систем. Ведущий ВУЗ — ГУАП, г. Санкт-Петербург, год создания 2016.

**НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ СПИИРАН**

- Информатизация и формирование информационного общества. Руководитель член-корреспондент РАН *Р.М. Юсупов*.
- Алгоритмические модели цифровой программируемой технологии развивающихся инфокоммуникационных систем. Руководитель д.т.н. *В.В. Александров*.
- Логистика знаний: методы, модели и приложения. Руководитель д.т.н. *А.В. Смирнов*.
- Теория и технология многоагентных систем. Руководитель д.т.н. *В.И. Городецкий*.
- Методология и технология комплексной автоматизации и интеллектуализации проактивного управления и мониторинга сложных объектов. Руководитель д.т.н. *Б.В. Соколов*.
- Интеллектуальные геоинформационные системы. Руководитель д.т.н. *В.В. Попович*.
- Интеллектуальные технологии в управлении, робототехнике и телекоммуникационных системах. Руководитель д.т.н. *А.В. Тимофеев*.
- Криптография: методы, алгоритмы и протоколы для защиты информации в компьютерных системах. Руководители д.т.н. *А.А. Молдовян*, д.т.н. *Н.А. Молдовян*.
- Интеллектуальные сервисы защиты информации в киберфизических системах. Руководитель д.т.н. *И.В. Котенко*.
- Многомодальные интерфейсы окружающего интеллектуального пространства. Руководители д.т.н. *А.Л. Ронжин*, д.т.н. *А.А. Карпов*.
- Информационные и компьютерные науки в окружающем интеллектуальном пространстве. Руководитель д.ф.-м.н. *А.Л. Тулупьев*.

**СОТРУДНИКИ ИЗ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО СОСТАВА  
ИНСТИТУТА, РАБОТАЮЩИЕ В СПИИРАН В НАСТОЯЩЕЕ  
ВРЕМЯ**

Александров Виктор Васильевич д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ
Воробьев Владимир Иванович д.т.н., профессор
Кулаков Феликс Михайлович д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ
Федорченко Людмила Николаевна к.т.н.
Поднозова Ирина Петровна
Сухинина Людмила Николаевна
Смирнова Ольга Леонидовна
Фоминова Наталья Николаевна



**ЗАСЛУЖЕННЫЕ ДЕЯТЕЛИ НАУКИ РФ 1984–2017 г.г.**

<b>1984 год</b>	Юсупов Р.М.	чл.-корр.РАН
<b>1993 год</b>	Александров В.В. Кулаков Ф.М.	д.т.н., профессор д.т.н., профессор
<b>1994 год</b>	Домарацкий А.Н.	д.т.н., профессор
<b>1996 год</b>	Полонников Р.И.	д.т.н., профессор
<b>1998 год</b>	Городецкий В.И. Смоктый О.И.	д.т.н., профессор д. ф.-м. н., профессор
<b>2002 год</b>	Иванищев В.В. Тимофеев А.В.	д.т.н., профессор д.т.н., профессор
<b>2007 год</b>	Смирнов А.В. Соколов Б.В.	д.т.н., профессор д.т.н., профессор
<b>2011 год</b>	Попович В.В.	д.т.н., профессор

**СОТРУДНИКИ, НАГРАЖДЕННЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ  
ОРДЕНАМИ И МЕДАЛЯМИ В СПИИРАН**

<b>Александров В.В.</b> степени	Медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II
<b>Бакурадзе Д.В.</b> степени	Медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II
<b>Корнилов Ю.Б.</b>	Орден «Знак Почета»
<b>Коноплев В.Н.</b>	Орден «Знак Почета»
<b>Лосев Г.М.</b>	Медаль «За доблестный труд»
<b>Мирошниченко Т.И.</b> степени	Медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II
<b>Поднозова И.П.</b> степени	Медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II
<b>Полонников Р.И.</b>	Орден «Дружбы»
<b>Пономарев В.М.</b>	Орден «Знак Почета», Медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени
<b>Смирнов А.В.</b> степени	Медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II
<b>Смоктый О.И.</b>	Орден «Дружбы», Орден «Почета»
<b>Ткач А.Ф.</b>	Орден «Дружбы»
<b>Юсупов Р.М.</b>	Орден «Почета», Орден «За заслуги перед отечеством» IV степени, «Почетная грамота Президента РФ»

## **ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИЙ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ**

**Полонников Р.И.** Государственная премия РФ в области науки и техники в 1993 г.

**Смоктый О.И.** Премия Правительства РФ 2002 г. в области науки и техники за разработку и внедрение методов и технологий аэрокосмического мониторинга природной среды.

**Юсупов Р.М., Заболотский В.П., Вус М.А., Касаткин В.В.** Премия Правительства РФ 2009 г. в области образования за создание и внедрение комплекса учебно-методических, научных и научно-организационных работ в области информатизации системы непрерывного образования

**Александров В.В.** Премия Правительства РФ 2011 г. в области науки и техники за разработку и создание новой техники

**Соколов Б.В.** Премия Правительства РФ 2012 г. за повышение эффективности грузовых перевозок на основе создания устойчивой транспортно-логистической системы модульного типа для высокоскоростной обработки и доставки грузов.

**ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИЙ ПРАВИТЕЛЬСТВА  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

**Ронжин А.Л.** Молодежная премия Общественного Совета Санкт-Петербурга за 2004 г. в области информационных технологий. **2004 г.**

**Юсупов Р.М., Соколов Б.В., Охтилев М.Ю.** Премия Правительства Санкт-Петербурга за выдающиеся достижения в области высшего и среднего профессионального образования. **2009 г.**

**Юсупов Р.М.** Премия Правительства Санкт-Петербурга имени А.С.Попова за выдающиеся достижения в области электро- и радиотехники, электроники и информационных технологий. **2009 г.**

**Котенко И.В.** Премия Правительства Санкт-Петербурга имени А.С.Попова за выдающиеся достижения в области электро- и радиотехники, электроники и информационных технологий. **2012 г.**

**Шкиртиль В.И.** – Премия правительства Санкт-Петербурга за развитие инновационной деятельности в образовательном учреждении. **2012 г.**

**Кулешов С.В.** Премия Правительства Санкт-Петербурга в номинации естественные и технические науки им. Л. Эйлера. **2016 г.**

**Ронжин А.Л.** Премия Правительства Санкт-Петербурга в области научно-педагогической деятельности. **2016 г.**

**Ивакин Я.А.** Премия Правительства Санкт-Петербурга за выдающиеся достижения в области высшего и среднего профессионального образования. **2016 г.**

**Юсупов Р.М., Касаткин В.В.** Премия Правительства Санкт-Петербурга за работу «Интеграция образования, науки и промышленности как основа формирования и реализации стратегии развития информационного общества в СПб». **2017 г.**

**Ронжин А.Л.** Премия Правительства Санкт-Петербурга имени А.С.Попова за выдающиеся достижения в области электро- и радиотехники, электроники и информационных технологий. **2017 г.**

## **СТИПЕНДИИ ПРЕЗИДЕНТА РФ РАБОТНИКАМ ОПК**

**Лысенко И.В.** 2004 г.  
**Попович В.В.** 2005 г.  
**Соколов Б.В.** 2006 г.  
**Александров В.В.** 2012 г., коллективная стипендия.  
**Ронжин А.Л.** 2014 г., коллективная стипендия.  
**Зеленцов В.А.** 2017 г.

## **СТИПЕНДИИ И ГРАНТЫ ПРЕЗИДЕНТА РФ ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

**Ронжин А.Л.** 2011 г.  
**Карпов А.А.** 2012-2013 гг.  
**Ронжин А.А.** 2013-2014 гг., 2015-2016 гг.  
**Кипяткова И.С.** 2015-2016 гг.  
**Будков В.Ю.** 2016-2017 гг.

## **МЕДАЛИ И ПРЕМИИ РАН ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

**Уланов А.В.** 2006 г.  
**Карпов А.А.** 2012 г.  
**Чечулин А.А.** 2015 г.  
**Дойникова Е.В.** 2015 г.

## **МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРЕМИИ И НАГРАДЫ**

**Александров В.В.** Премия им. Дж.Фон Неймана  
**Благово Н.В.** Премия им. А.С. Лихачева  
Премия им. Н.К. Рериха  
Почетный знак «Святой Татьяны»  
в степени – наставник молодежи

**Вус М.А.** Орден «Содружество». МПА СНГ  
**Юсупов Р.М.** Премия им. Дж.Фон Неймана  
Премия им. Н.К. Рериха  
Орден «Содружество». МПА СНГ

Научно-популярное издание

**Юсупов** Рафаэль Мидхатович,  
**Пономарев** Валентин Михайлович,  
**Бакурадзе** Дмитрий Викторович,  
**Соколов** Борис Владимирович,  
**Воробьёв** Владимир Иванович,  
**Благово** Никита Владимирович,  
**Силла** Евгений Петрович

**ИСТОРИЯ СПИИРАН**  
**40 лет научной деятельности**

Редактор *Л. И. Корнеева*  
Подготовка к печати *И. Н. Мороз*

---

Подписано к печати 20.12.2017.  
Формат 60×90 1/16. Усл. печ. л. 12,38. Заказ № 556.  
Тираж 100 экз., цена свободная.

---

Редакционно-издательский центр ГУАП  
190000, Санкт-Петербург, Б. Морская, д. 67