

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАТИКИ

Р. М. ЮСУПОВ¹, Ю. В. ЮСУПОВ²

¹Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, ²Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

¹СПИИРАН, 14 линия ВО, д.39, Санкт-Петербург, 199178, ²СПбГПУ, ул. Политехническая, д. 29, Санкт-Петербург, 195251

1

2

<yusupov@iias.spb.su>, <yury.yusupov@gmail.com>

<www.spiiras.nw.ru>

УДК [002:681.3]:338.98

Юсупов Р. М., Юсупов Ю. В. **Состояние и перспективы развития информатики** // Труды СПИИРАН. Вып. 5. — СПб.: Наука, 2007.

Аннотация. Рассматриваются становление, состояние и перспективы развития информатики. Акцентируется внимание на истории информатики в России и в Санкт-Петербурге. Перспективы развития информатики увязываются с формированием нового этапа взаимоотношений науки и технологий, с процессами естественной эволюции информатики и ее междисциплинарным взаимодействием с кибернетикой. — Библ. 27 назв.

UDC [002:681.3]:338.98

Yusupov R. M., Yusupov Yu. V. **Informatics State of the Art and Development Prospective** // SPIIRAS Proceedings. Issue 5. — SPb.: Nauka, 2007.

Abstract. Informatics rise and development, state and future prospects are considered hereby. Particular emphasis is given to informatics' history in Russia and St. Petersburg. Informatics development prospects are linked with forming a new stage in correlations between science and technology and processes of informatics natural evolution as well as with its interdisciplinary interaction with cybernetics. — Bibl. 27 items.

1. Становление информатики

В настоящее время существует, по крайней мере, четыре содержательных аспекта термина информатика: наука, технологии, отрасль экономики, сфера человеческой деятельности [1]. В данной работе основное внимание будет уделено информатике, как бурно развивающейся отрасли науки, и информационным технологиям.

Термин информатика появился в середине шестидесятых годов практически одновременно у нас в стране и во Франции. В 1963 г. в журнале «Известия вузов. Электромеханика», №11 была опубликована статья профессора Темникова Ф. Е. «Информатика». В этой статье была сделана одна из первых попыток очертить границы интегральной науки об информации, состоящей из трех составных частей — теории информационных элементов, теории информационных процессов и теории информационных систем. Но, к сожалению, научная общественность страны серьезно не отреагировала на это событие. Более популярным оказался импортный французский вариант термина информатика (от французского «informatique»), который был предложен для обозначения науки об ЭВМ и их применении.

Первоначально под информатикой у нас понимали науку, связанную, прежде всего с научной или научно-технической информацией. Это нашло свое отражение и в официальных изданиях (справочниках и энциклопедиях). Например, в «Энциклопедии кибернетики» (1974 г.) и в «Словаре по кибернетике» (1979 г.) информатика определяется как «научная дисциплина, изучающая

структуру и общие свойства научной информации, а также закономерности всех процессов научной коммуникации».

Такое «узкое» (библиотекведческое) понимание информатики определялось в значительной мере позицией созданного в 1952 г. Института научной информации АН СССР, преобразованного в 1955 г. в ВИНТИ — Всесоюзный (сегодня Всероссийский) институт научной и технической информации. В определенной степени такую точку зрения на информатику ВИНТИ сохранил до настоящего времени. Об этом свидетельствует, в частности, содержание «Рубрикатора государственной автоматизированной системы научно-технической информации», разрабатываемого и издаваемого ВИНТИ. Так в Рубрикаторе, выпущенном в 2004 г., в основную структуру информатики включены только следующие разделы: общие вопросы информатики, организация информационной деятельности, документальные источники информации, аналитико-синтетическая переработка документальных источников информации, информационный поиск, информационное обслуживание, технические средства обеспечения информационных процессов. Многие научные дисциплины, которые сегодня большинством специалистов связываются с информатикой, указанным документом включены в такие разделы как «Кибернетика», «Автоматика. Вычислительная техника», «Математика» и «Связь». Представляется, что информатика в таком «узком» понимании сегодня близка по своему содержанию к научной дисциплине, которая в англоязычной терминологии звучит как *information science* (информационная наука, информационное дело).

Информатика в широком смысле (в дальнейшем речь будет идти в основном о ней) начала активно формироваться как комплекс научных направлений, изучающих процессы и средства сбора, хранения, передачи и обработки информации, в значительной мере в связи с бурным развитием вычислительной техники и телекоммуникаций.

Так уже во втором издании Словаря по кибернетике (1989 г.) информатика определяется как наука, изучающая информационные процессы и системы в социальной среде, их роль, методы построения, механизмы воздействия на человеческую практику, усиление этого воздействия с помощью вычислительной техники.

Не умаляя роли вычислительной техники в развитии информатики и даже соглашаясь с тем, что вычислительная техника сформировала новый взгляд на информатику, считаем, что нельзя механистически отождествлять информатику с теорией и практикой построения и использования вычислительной техники. Такая попытка делалась и делается рядом авторов до сих пор.

Формирование исходных теоретических основ и понятий информатики началось еще до появления первых электронных и даже релейных компьютеров. Своим развитием информатика обязана ряду наук, в том числе математике, логике, теории связи, экономике, электронике, теории управления, лингвистике и кибернетике. Так в математической логике выработаны концепции формального языка, алгоритмов и исчисления в общем смысле. Более того, такие понятия как булевские функции и машина Тьюринга оказали прямое влияние на общую архитектуру компьютеров. И такое взаимодействие информатики с логикой и теорией алгоритмов никогда не прекращалось и остается очень тесным.

Попытки определить информатику и главный объект исследования — информатику — делаются постоянно. Эта деятельность особенно активизировалась в последние годы. Диапазон подходов и предложений весьма широк. Появляются весьма экзотические предложения, связанные, например, с духовно-

религиозной трактовкой природы информации и информационного взаимодействия во вселенной. Предлагаются новые наименования обсуждаемого научного направления — информология, информаномия, информациология, информатистика, инфотроника, информатология, информодинамика и т.д. (см. рис.1).

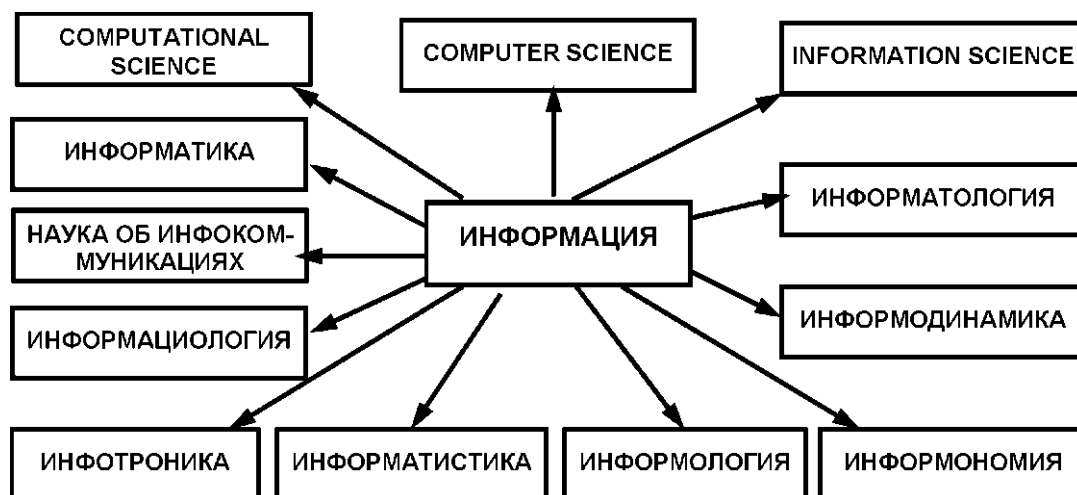


Рис.1. «Науки» об информации.

Пока наиболее прочные позиции сохраняются за терминами информатика и computer science (в англоязычных странах). Приведем некоторые определения информатики, данные ведущими российскими и зарубежными специалистами в этой области.

Информатика — это название фундаментальной естественной науки, изучающей процессы передачи и обработки информации (*Ершов А. П.*).

Информатика — наука о преобразовании информации, которая базируется на вычислительной технике. Предметом информатики является вычислительная технология как социально-исторический феномен ... состав информатики — это три неразрывно и существенно связанные составные части: технические средства, программные и алгоритмические (*Дородницын А. А.*).

Информатика — это некая синтетическая дисциплина, которая включает в себя разработку новой технологии научных исследований и проектирования, основанное на использовании ЭВТ, и несколько крупных научных дисциплин, связанных с проблемой общения с машиной, и наконец, с созданием машины (*Моисеев Н. Н.*).

Информатика — это комплексная научная и технологическая дисциплина, которая изучает, прежде всего, важнейшие аспекты разработки, проектирования, создания, «встраивания» машинных систем обработки данных, а также их воздействия на жизнь общества (*Михалевич В. С.*).

Информатика — наука о проблемах обработки различных видов информации, создании новых высокоэффективных ЭВМ, позволяющая предоставлять человеку широкий спектр различных информационных ресурсов (*Якубайтис Э. А.*).

Информатика (наука об инфокоммуникациях) — наука, которая изучает, как приобретает, репрезентируется (представляется), хранится и воспроиз-

водится информация, а также как она передается и используется (Кузнецов Н.А.).

Информатика — научное направление, являющееся составной частью кибернетики, основные задачи которого заключаются в изучении информационных потребностей общества и разработке путей, средств и методов наиболее рационального их удовлетворения (Герасименко В. А.).

Информатика — это наука об осуществляемой преимущественно с помощью автоматических средств целесообразной обработке информации, рассматриваемой как представление знаний и сообщений в технических, экономических и социальных областях (Французская Академия наук).

Информатика — это наука, техника и применение машинной обработки, хранения и передачи информации (Брой М., Германия).

Анализ этих и других определений позволяет сформулировать «усредненное» определение информатики как науки о методах и средствах сбора, хранения, передачи, представления и обработки информации.

В последние годы чрезвычайно важное значение приобретает изучение еще одного информационного процесса — процесса защиты информации. Начинают активно развиваться теоретические основы защиты информации и информационной безопасности, разрабатываются технологии, системы и средства защиты, производится подготовка специалистов по нескольким направлениям, таким как организация и технология защиты информации, комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем, компьютерная безопасность и т.д.

Представляется, что теория и практика информационной безопасности и защиты информации составят в перспективе важнейший раздел информатики. Поэтому расширенное определение информатики включает методы и средства сбора, хранения, передачи, представления, обработки и защиты информации. Методы формируют теоретические основы информатики — теория информации, теория алгоритмов, теория информационных процессов, теория обработки сигналов и изображений, теория формальных языков и программирования, теория искусственного интеллекта и т.д. Под средствами можно понимать информационные системы, вычислительную технику, системы связи и передачи данных, информационные технологии.

Основным объектом (категорией) информатики является информация. В настоящее время можно выделить три следующих направления исследований, направленных на дальнейшие исследования этого объекта: уточнение понятия информации, уточнение роли и места информации в природе и обществе, развитие количественных методов и мер измерения информации.

Хотя информация является общенаучной категорией, строгого, устраивающего всех специалистов, понятия этого феномена до сих пор нет.

Информацией называют:

- любые сведения о каких-либо ранее неизвестных событиях или явлениях;
- содержательное описание объекта или явления;
- результат выбора;
- содержание сигнала, сообщения;
- меру разнообразия;
- отраженное разнообразие;
- сущность, сохраняющуюся при вычислимом изоморфизме;

- сущность, определяющая изменение знаний при получении сообщения;
- уменьшаемую неопределенность;
- меру сложности структур, меру организации;
- результат отражения реальности в сознании человека, представленный на его внутреннем языке;
- семантику или прагматику синтаксиса языка представления данных;
- продукт научного познания, средство изучения реальной действительности;
- основное содержание отображения;
- бесконечный законо-процесс триединства энергии, движения и массы с различными плотностями кодовых структур бесконечно-беспредельной Вселенной;
- непременную субстанцию живой материи, психики, сознания;
- результат гомоморфного (т. е. сохраняющего основные соотношения) отображения данной предметной области в некоторые отторжимые от этих элементов сущности — сигналы, характеристики, описания;
- вечную категорию, содержащуюся во всех без исключения элементах и системах материального мира, проникающую во все «поры» жизни людей и общества;
- свойства материи, ее атрибут; некую реалию, существующую наряду с материальными вещами или в самих вещах;
- язык мира как живого целого и т.д.

Приведенные определения условно можно распределить на 4 группы:

- житейское (содержательное) понимание информации;
- понятия, использующие формализованные модели реальных объектов и процессов;
- подход с позиций теории отражения и познания;
- подход, учитывающий связь информации со свойствами материи.

Отсутствие единства в определении информации не является препятствием для развития информатики. Такое положение в науке не ново. Так, например, термометр был придуман за много лет до того, как ученые поняли, что именно он измеряет. От первого термометра до общей теории статистических свойств физических систем и основ квантовой физики прошло около трех столетий.

Можно также согласиться с мнением, что термин информация относится к базовым неопределяемым понятиям науки. По этому поводу американский информатик Т. Сарацевич заявил следующее [2, 3]: «Все недовольны тем, что информационная наука не хочет потрудиться над определением информации. На самом же деле ни одна современная наука не имеет определений своих основных феноменов. В биологических науках нет определения жизни, в медицинских — здоровья, в физике — энергии, в электротехнике — электричества, в ньютоновских законах — противодействия. Это просто основные явления, и эта их первичность и служит им определением».

Одним из основоположников кибернетики и информатики Н. Винер в своей книге «Кибернетика» [4] писал: «Информация есть информация, а не материя и энергия. Тот материализм, который не признает этого, не может быть жизнеспособным в настоящее время». В то же время в следующей своей работе «Кибернетика и общество» [5] он был вынужден дать следующее «потреби-

тельское» понятие информации: «Информация — это обозначение содержания, полученного из внешнего мира в процессе нашего приспособления к нему и приспособления к нему наших чувств. Процесс получения и использования информации является процессом нашего приспособления к случайностям внешней среды и нашей жизнедеятельности в этой среде».

Продолжают развиваться дискуссии и в связи с рассмотрением проблемы о роли информации в природе и обществе. Основные научные споры в настоящее время концентрируются вокруг двух концепций — атрибутивной и функциональной. «Яблоком раздора» этих концепций является, в сущности, вопрос о наличии информации в неживой природе. Первая концепция рассматривает информацию как атрибут, присущий всем уровням материи, в то время как вторая связывает информацию с самоуправляемыми и самоорганизуемыми системами, сводя порой область бытия информации до человеческого общества.

Так А.Д.Урсул в работе «Природа информации» (М.:Политиздат, 1968) считает, что информация является всеобщим свойством материи от простейших неорганических форм до человеческого общества. В то же время академик Н.Н.Моисеев считает, что информация связана с заделами управления и принятия решений (Н.Н.Моисеев. Информатика в экономике и управлении. М.:АНХ при СМ СССР, 1986).

Весьма разнообразными являются и подходы к определению количества информации. Предложено значительное число определений и мер для оценки количества информации, наиболее употребительными среди которых являются следующие подходы [смотри, например, 6, 7]: энтропийный, алгоритмический, комбинаторный, структурный, семантический, прагматический.

Для более детального раскрытия проблем и перспектив развития информатики приведем несколько структур ее срезов.

Представляется, что информатика как наука формируется на стыке естественных, технических и общественных наук. Такой характер ее развития, а также комплексность и междисциплинарность информатики, позволяют уже сейчас вычленивать в составе этой науки вполне самостоятельные (по предметам и методам исследований) направления. К ним в первую очередь можно отнести теоретическую, техническую (и/или прикладную), социальную и биологическую информатику.

Теоретическая информатика включает мировоззренческие (философские) основы, семантические и семиотические аспекты, статистическую теорию информации, теорию информационных процессов, информационный подход и познание, теорию алгоритмов, основы информационного моделирования, теорию языков программирования, искусственный интеллект и другие дисциплины.

Техническая информатика изучает принципы и методы функционирования и построения технических средств информатики — вычислительной техники, средств телекоммуникаций, оргтехники, а также прикладные основы создания базовых, прикладных и вспомогательных информационных технологий.

Социальная информатика изучает общие закономерности информационного взаимодействия в обществе, включая проблемы социальной коммуникации, формирования информационных ресурсов и информационного потенциала общества, информатизации общества и образования инфо- и ноосферы, социальной структуры и особенностей информационного общества.

Биоинформатика рассматривает общие закономерности и особенности протекания информационных процессов в объектах биосферы (живых организмах и растениях).

Отметим, что приведенная структуризация информатики является в определенной мере условной, возможно, субъективной. В зависимости от точки зрения (возможно, конъюнктуры) и результатов познания действительности можно выделить и другие виды информатики — экономическую, прикладную, правовую, экологическую, речевую, информатику неживой природы и т.д. Пока информатика в определенной мере повторяет в своем развитии путь кибернетики. В свое время кибернетика «породила» ряд «дочерних» направлений, к которым относятся теоретическая, техническая, военная, экономическая, медицинская, технологическая кибернетика и др.

Будем надеяться, что время и потребности общественного развития позволят более четко определить границы и внутреннюю структуру информатики как науки.

Определение информатики, данное академиком А. А. Дороднициным, позволяет рассматривать информатику, как совокупность трех составных частей: технические средства (hardware), программные средства (software) и методы-модели-алгоритмы (brainware). Такое представление удобно для оценки состояния этих составляющих в России с уровнем исследований и разработок за рубежом.

Так, считается, что в области аппаратных и программных средств информатики Россия серьезно отстает от мирового уровня. По разным оценкам отставание определяется в 10-15 лет. Результаты же некоторых фундаментальных исследований в области brainware пока не уступают, а нередко превосходят мировой уровень. Это, в частности, касается таких теоретических направлений, как теория моделирования, искусственный интеллект, теория принятия решений и др.

В методическом и организационном отношении полезно рассмотреть структуризацию информатики по объектному признаку, представленную на рис. 2.

Схема на этом рисунке позволяет установить логическую связь между основными объектами информатики — информации, информационными процессами и информационными технологиями, на базе которых создаются информационные системы, и дает возможность провести обоснованное (в рамках приведенного подхода) объединение различных направлений информатики. Последнее становится возможным также благодаря представлению информационных технологий в виде триады — аппаратное (hardware), математическое и программное (brain-software), организационно-методическое (orgware) обеспечения.

На рис. 2. перечислены также основные научные дисциплины, формирующие сегодняшние теоретические основы информатики. Перечень и содержание этих дисциплин, как уже было отмечено выше, по мере развития информатики могут и должны изменяться.

Приведенная структурная схема определяет и место информатизации как социально-техногенного процесса массового внедрения инфокоммуникационных технологий во все сферы человеческой деятельности для поддержания уровня информированности всех членов общества и его различных институтов

(структур), необходимого для кардинального улучшения качества труда и условий жизни людей. В ходе информатизации обеспечивается переход человечества в новую стадию развития — постиндустриальное общество (информационное общество или общество, основанное на знаниях) [1].



Теоретические основы информатики

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. - статистическая теория информации - философские аспекты - качественная теория информации - когнитология - криптография ... | <p><i>теория моделирования</i></p> <p><i>теория языков программирования</i></p> <p><i>теория алгоритмов</i></p> <p><i>теория программирования</i></p> <p><i>искусственный интеллект</i></p> <p><i>базы данных</i></p> <p><i>распознавание образов</i></p> <p><i>теоретические основы защиты информации .</i></p> |
| <ol style="list-style-type: none"> 2. - теория информационных процессов | <p><i>теория синтеза организационных структур</i></p> <p><i>методы управления разработками и программами .</i></p> |
| <ol style="list-style-type: none"> 3. - теоретические основы вычислительной техники и вычислительных сетей - теория связи ... | |

Рис. 2. Структура информатики

2. Развитие информатики в России

В предыдущем пункте было приведено определение информатики, данное академиком А. А. Дороднициным. В этом определении он предложил, по существу, в качестве основ информатики рассматривать триаду: аппаратные средства (hardware), программные средства (software) и методы-модели-алгоритмы (brainware).

Первые две составляющие этой триады, формирующие аппаратно-программные средства информатики, ассоциируются у специалистов в первую очередь с вычислительной техникой.

Вычислительная техника играет в становлении и развитии информатики фундаментальную роль. Во-первых, ВТ стала основным, универсальным сред-

ством хранения, представления и обработки информации. Во-вторых, теоретические основы вычислительной техники и программирования стали базовыми разделами информатики и стимулировали дальнейшее развитие самих вычислительных систем.

Считается, что первая электронная цифровая вычислительная машина ЭНИАК была создана в Пенсильванском университете (США) в период с 1943 по 1946 годы.

История развития вычислительной техники в нашей стране является весьма драматической, историей успехов и упущенных возможностей. Представляется, что эта история, по мнению автора, может быть условно представлена четырьмя следующими этапами:

- золотой век — конец 40-х - середина 60-х годов XX века;
- роковое решение — середина 60-х - конец 70-х годов XX века;
- экспансия персональных компьютеров — восьмидесятые годы XX века;
- постсоветский период — девяностые годы XX века и далее.

Первый этап характеризуется рядом оригинальных результатов отечественных специалистов, как в области создания вычислительной техники, так и в разработке теории и практики программирования. Можно смело утверждать, что в этот период СССР был одним из мировых лидеров в сфере разработки, создания и применения компьютеров.

На втором этапе дальнейшая судьба развития вычислительной техники и программного обеспечения, а также информатики в целом, была определена принятием руководством страны стратегии копирования зарубежных, в основном американских (в частности, систем и машин IBM-360), разработок в области компьютеров. Кроме того, в эти же годы произошла разинтеграция («разтравление») индустрии вычислительной техники. Появились самостоятельные отрасли микроэлектроники (Министерство электронной промышленности — МЭП), универсальных ЭВМ (Министерство радиопромышленности — МРП) и управляющих ЭВМ (Министерство приборостроения, автоматизации и систем управления — МПСА и СУ). Указанные два административно-волевых решения негативно сказались на дальнейшую судьбу компьютеростроения в стране. Как следствие, заметно сократились исследования и разработки отечественных аппаратных и программных средств, особенно системных, начало накапливаться отставание от западных разработок.

Для третьего этапа характерно широкое внедрение практически во все сферы деятельности персональных компьютеров, как правило, зарубежных. Попытка создать производство отечественных ПК не увенчалась успехом.

Четвертый этап — постсоветское время, начало которого — девяностые годы прошлого столетия, которые потрясли страну, привели к распаду СССР, сломали советскую административно-бюрократическую систему управления, вызвали целую серию кризисов в экономике, политике и социальной сферах.

Естественно, что эти события не могли не сказаться на развитии вычислительной техники и информатики в стране. Вместе с СССР рухнули все государственные программы развития средств вычислительной техники и программного обеспечения, распались практически все научно-технические связи в рамках СССР и стран — членов Совета экономической взаимопомощи (СЭВ).

Хронология развития вычислительной техники в нашей стране достаточно подробно изложена в работе [8]. Взяв за основу эту хронологию, выделим в развитии ВТ следующие этапы:

- Организация первой в СССР вычислительной лаборатории, прообраза будущих вычислительных центров (И. Я. Акушский, 1941).
- Разработка первого в СССР проекта цифровой электронной вычислительной машины (И. С. Брук, Б. И. Рамеев, август 1948 г.).
- Обоснование принципов построения ЭВМ с хранимой в памяти программой, независимо от Джона фон Неймана (С. Л. Лебедев, октябрь-декабрь 1948 г.).
- Регистрация первого в СССР свидетельства об изобретении цифровой ЭВМ (И. С. Брук, Б. И. Рамеев, декабрь 1948 г.).
- Первый пробный пуск макета малой электронной счетной машины МЭСМ (С. А. Лебедев, ноябрь 1950 г.).
- Приемка Государственной комиссией МЭСМ — первой в СССР и континентальной Европе ЭВМ, запущенной в регулярную эксплуатацию (С. А. Лебедев, декабрь 1951 г.).
- Завершение отладки и запуск в эксплуатацию первой в Российской Федерации ЭВМ М-1 (И. С. Брук, Н. Я. Матюхин, январь 1952 г.).
- Выпуск первых в СССР промышленных образцов ЭВМ (Ю. Я. Базилевский, Б. И. Рамеев, 1953 г., ЭВМ "Стрела").
- Создание самых производительных в Европе (на момент ввода в эксплуатацию) быстродействующих электронных вычислительных машин: БЭСМ (апрель 1953 г.), М-20 (1958 г.) и БЭСМ-6 (1967 г.) (С. А. Лебедев, М. К. Сулим, В. А. Мельников).
- Ввод в эксплуатацию СЭСМ — первого в Союзе матрично-векторного процессора (С. А. Лебедев, З. Л. Рабинович, январь 1955 г.).
- Разработка первых в СССР универсальных ЭВМ общего назначения "Урал-Г", «Урал-2», «Урал-3», «Урал-4» (Б. И. Рамеев, 50-е гг.).
- Создание первого в Советском Союзе семейства программно и конструктивно совместимых универсальных ЭВМ общего назначения «Урал-11», «Урал-14», «Урал-16» (Б. И. Рамеев, В. И. Бурков, А. С. Горшков, 60-е гг.).
- Разработка и серийный выпуск первых в СССР малых универсальных ЭВМ М-3 и «Минск-1» (И. С. Брук, Н. Я. Матюхин, Г. Л. Лопато — 1956-1960 гг.).
- Создание первой и единственной в мире троичной ЭВМ 'Сетунь' (Н. П. Брусенцов, 1958 г.).
- Создание первой (и, вероятно, единственной в мире) суперпроизводительной специализированной ЭВМ с использованием системы счисления в остатках (И. Я. Акушский, 1958 г.).
- Разработка теории цифровых автоматов (В. М. Глушков, 1961 г.).
- Предложена идея схемной реализации языков высокого уровня (В. М. Глушков, З. Л. Рабинович, 1966 г.).
- Разработка первых в СССР машин для инженерных расчетов "Проминь" и МИР — предвестников будущих персональных ЭВМ (В. М. Глушков, С. Б. Погребинский, 1959-1965 гг.).
- Создание первой в СССР полупроводниковой управляющей машины широкого назначения "Днепр" (В. М. Глушков, Б. Н. Малиновский, 1960 г.).
- Применение впервые в СССР микропрограммного управления в ЭВМ (Н. Я. Матюхин, ЭВМ "Тетива", 1961 г.).

- Создание первой в СССР (и, возможно, единственной в мире) ЭВМ с использованием только прямых кодов операндов (Н. Я. Матюхин, ЭВМ "Тетива", 1961 г.).
- Выдвижение впервые в СССР идеи многопроцессорной системы (С. Л. Лебедев, 1956 г.).
- Высказана идея мозгоподобных структур ЭВМ (В. М. Глушков, 1961 г.).
- Создание первой в мире управляющей мини-ЭВМ УМ1-НХ (Ф. Г. Старос, 1962 г.).
- Разработка первых в СССР монолитных больших интегральных схем (Ф. Г. Старос, начало 1970-х годов).
- Постановление ЦК КПСС и СМ СССР о строительстве Научного центра микроэлектроники в г. Зеленограде (8.09.1962 г.).
- Первое в СССР использование виртуальной памяти и асинхронной конвейерной структуры ЭВМ (С. А. Лебедев, БЭСМ-6, 1967 г.).
- Организация при Таганрогском радиотехническом институте научно-исследовательского института однородных микроэлектронных вычислительных структур (А. В.Каляев, 1972 г.).
- Предложены принципы построения рекурсивных (не неймановских) ЭВМ и впервые в мире высказаны идеи data-flow компьютеров и систем с массовым параллелизмом (В. М. Глушков, В. А. Мясников, М. Б. Игнатъев, В. А. Торгашев. Доклад на конгрессе ИФИП, 1974 г.).
- Реализация первой в мире многоформатной векторной структуры ЭВМ (М. Л. Карцев, ЭВМ М-10, 1974 г.).
- Впервые в мире предложена и реализована концепция полностью параллельной вычислительной системы — с распараллеливанием на всех четырех уровнях: программ, команд, данных и слов (М. Л. Карцев, вычислительные комплексы на базе ЭВМ М-10, 70-е гг.).
- Создан первый в СССР мобильный управляющий многопроцессорный комплекс на интегральных схемах с автоматическим резервированием на уровне модулей, производительностью 1.5 млн. операций в секунду (С. Л. Лебедев, В. С. Бурцев, ЭВМ 5Э26, 1978 г.).
- Разработан проект первой в СССР векторно-конвейерной ЭВМ (М. А. Карцев, ЭВМ М-13, 1978 г.).
- Создан макетный образец рекурсивной ЭВМ, показавший в десятки раз более высокую производительность, чем БЭСМ-6 при существенно меньших аппаратных затратах (М. Б. Игнатъев, В. А.Торгашев, 1979 г.).
- Создана первая отечественная проблемно-ориентированная супер-ЭВМ с матричной архитектурой и производительностью до 125 млн. операций в секунду (И. Л. Медведев, И. В. Прангишвили ПС-2000, 1980 г.).
- Разработка первой в мире полноценной теоретической модели распределенных вычислений, где количество одновременно выполняемых процессов может иметь мощность континуума, в отличие от машины Тьюринга (В. А.Торгашев «Динамические автоматные сети», 1980 г.).
- Создан первый в СССР персональный компьютер (М. Л.Карцев, А. Ф.Июффе, ЭВМ "Агат", 1982 г.).
- Создан первый в СССР многопроцессорный комплекс (10 процессоров) с общей памятью и внутренним языком высокого уровня, с производительностью 125 млн. оп./сек. (В. С.Бурцев, «Эльбрус-2», 1985 г.).

- Создан оригинальный отечественный суперкомпьютер с макроконвейерной архитектурой, частично использующий принципы рекурсивных ЭВМ, с производительностью до 128 млн. оп./сек. (В. М. Глушков, С. Б. Погребинский, ЕС-1766 /ЕС-2701, 1986).
- Создан оригинальный отечественный суперкомпьютер с программируемой архитектурой с производительностью до 128 млн. оп./сек. (экспериментальный образец — 8 млн. оп.сек.) (А. В. Каляев, О. Б. Макаревич, ЕС-2703, 1986 г.).
- Создан оригинальный отечественный суперкомпьютер с динамической архитектурой на базе динамических автоматных сетей с производительностью до 500 млн. оп./сек. (В. У. Плюснин, В. А. Торгашев, ЕС-2704, 1987 г.).
- Создан первый в СССР векторно-конвейерный суперкомпьютер с производительностью 250 Мфлопс (В. А. Мельников, В. П. Иванников, «Электроника ССБИС», 1989 г.).
- Создан первый отечественный суперкомпьютер с массовым параллелизмом и производительностью 1 терафлопс (В. К. Левин, МВС-1000М, 2001 г.).
- Создан российско-белорусский суперкомпьютер с производительностью 2.5 терафлопс (С. М. Абрамов, С. В. Абламейко, СКИФ К-1000, 2004 г.).
- Создан отечественный суперкомпьютер с производительностью 8 терафлопс (В. К. Левин, МВС-15000, 2005 г.).
- Создан отечественный суперкомпьютер с производительностью 10 терафлопс (В. К. Левин, МВС-15000ВМ, 2006 г.).

В приведенном перечне событий изложены основные результаты, в частности, научных школ, руководимых С. А. Лебедевым, Б. И. Рамеевым, И. С. Бруком, В. М. Глушковым, В. К. Левиным и специализирующихся в основном в области разработки «классических» средств вычислительной техники.

Существенные результаты были достигнуты в стране также в области создания бортовых и стационарных вычислительных системах в интересах обороны — авиационные, корабельные системы, системы предупреждения о ракетном нападении и наблюдении за космическим пространством, системы противовоздушной и противоракетной обороны и т.д.

К сожалению, в середине 60-х годов было принято отмеченное выше роковое решение о копировании разработок фирмы IBM, что привело фактически к серьезному замедлению темпов отечественных исследований в области вычислительной техники и их программного обеспечения.

Развитие исследований в стране в рамках третьей составляющей информатики (brainware) проходило во времени более «устойчиво». Это определилось в значительной мере наличием эффективной системы организации отечественной академической и вузовской науки и подготовки высококвалифицированных специалистов и научных кадров.

Развитие фундаментальных основ информатики в СССР и России связано с многими именами. К ним можно отнести, в частности, Н. М. Амосова, А. И. Берга, М. М. Бонгарда, Н. П. Бусленко, В. И. Варшавского, Е. П. Велихова, М. А. Гаврилова, М. Г. Гаазе-Рапопорта, В. М. Глушкова, Ю. В. Гуляева, А. А. Дородницына, А. П. Ершова, Ю. И. Журавлева, А. Д. Закревского, А. В. Каляева, Л. В. Канторовича, М. В. Келдыша, А. И. Китова, И. Е. Кобринского, А. Н. Колмогорова, А. А. Красовского, Н. А. Криницкого, М. А. Лаврентьева, С. С. Лаврова, В. К. Левина, О. Б. Лупанова, Л. А. Люстерника, А. А. Ляпунова, А. А. Маркова, В. С.

Михалевича, Д. А. Поспелова, Г. С. Поспелова, В. Н. Пушкина, В. И. Сифорова, С. Л. Соболева, А. Н. Тихонова, Г. С. Цейтина, М. Л. Цейтлина, М. Р. Шура-Буры, С. В. Яблонского и многих других.

Ведущими центрами проведения исследований и разработок в области информатики и кибернетики стали такие академические институты: Вычислительный центр, Институт точной механики и вычислительной техники, Математический институт им. В. А.Стеклова, Санкт-Петербургское отделение МИАН, Институт математического моделирования, Институт прикладной математики им. М. В.Келдыша, Институт системного анализа, Институт кибернетики АН УССР, Институт проблем управления, Институт проблем передачи информации, Институт проблем информатики, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации, Объединенный институт информатики СО, Институт систем информатики им. А. П. Ершова СО, Институт математики им. С. Л. Соболева СО, Вычислительный центр СО (с 1.09.1997 г. Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН) и др.

Большой вклад в развитие информатики внесли коллективы Московского, Санкт-Петербургского, Киевского, Новосибирского, Нижегородского, Казанского и многих других университетов. Фундаментальные и прикладные исследования проводились и в ряде отраслевых институтов и конструкторских бюро.

Надо отметить, что в первые годы развития кибернетики и информатики многие, а по мнению Д. А. Поспелова, «все фундаментальные исследования и инженерные разработки, которые могли использоваться в военной сфере, в СССР были скрыты от широкой общественности завесой секретности ... В этом состоит главная причина того, что у истоков развития кибернетики (информатики) в СССР стояли сотрудники различных закрытых ведомств и предприятий, в большинстве своем носивших военную форму. все первые книги в области кибернетики, вычислительных машин и программирования, выпущенные уже во второй половине 50-х годов без грифа секретности, были написаны военными. Этот нетривиальный для истории науки факт имел для отечественной информатики немаловажное значение. Если бы не активная наступательная позиция военных, поддержанная членами АН СССР, то идеологические концепции, охраняемые представителями консервативной философской элиты, задержали бы на много десятилетий развитие информатики.» [9].

В связи с указанным, заметим, что, например, члены Академии наук Берг А. И., Красовский А. А., Попов Е. П., Поспелов Г. С., Пугачев В. С., Мизин И. А., Левин В. К., Бусленко Н. П., внесшие весомый вклад в развитие кибернетики и информатики в стране, имели генеральские звания.

Д.А.Поспелов совершенно справедливо отмечает, что причиной закрытия указанных исследований в те времена являлось также стремление государственного и партийного аппарата страны «уберечь» советских граждан от влияния крамольных идей кибернетики — лженауки и идеологического оружия империалистической реакции.

К фундаментальным теоретическим основам информатики можно отнести такие научные дисциплины, как математическую логику, элементы дискретной математики, теорию алгоритмов и формальных грамматик, теорию автоматов, теорию программирования, теорию информации, теорию кодирования, элементы теории моделирования, теорию распознавания образов, искусственный интеллект и т.д.

По многим из этих направлений в стране проводились активные исследования, выросли лидеры, сформировались соответствующие научные школы,

были получены результаты мирового уровня [10]. Среди отечественных научных школ в области информатики и кибернетики можно отметить коллективы, возглавляемые А.А.Ляпуновым (теория алгоритмов, теория программирования, автоматизация программирования), М. А. Гавриловым (анализ и синтез дискретных систем), О. Б. Лупановым и С. В. Яблонским (математическая логика, дискретная математика), В. М. Глушковым (теория автоматов, языки программирования), М. Л. Цейтлиным и М. М. Бонгардом (моделирование в биологии, физиологии, медицине), Ю.И.Журавлевым (распознавание образов), Д. А. Поспеловым и Г. С.Поспеловым (искусственный интеллект), А. П. Ершовым (теория и технология программирования), А. Д. Закревским (теория автоматов, математическая логика) и др.

По аналогии с хронологией развития вычислительной техники можно предложить следующий перечень некоторых значимых научных и организационных событий в истории отечественной информатики:

- Начало работы первого постоянно действующего семинара по программированию в ИТМиВТ АН СССР (Л. А. Люстерник, 1950 г.).
- Создание в МГУ кафедры вычислительной математики (С. Л. Соболев, 1952 г.).
- Создание отдела программирования в МИАН (А. А. Ляпунов, 1953 г.).
- Разработка теории логического анализа и синтеза дискретных систем (М. А. Гаврилов, О. Б. Ляпунов, С. В. Яблонский, конец 1950-х годов).
- Создание операторного метода для описания программ (А. А. Ляпунов, 1952-1953 годы).
- Разработка технологии крупноблочного программирования (Л. В. Канторович, 1953-1954 годы).
- Формирование направления стратегических исследований в области информатики — теория функционирования вычислительных машин, методы автоматизации проектирования, методы автоматизации программирования (В. М. Глушков, середина 1950-х годов).
- Начало работы семинара по теории автоматов в МГУ (М. Л. Цейтлин, середина 1950-х годов).
- Начало работы семинара по кибернетике в МГУ (А. А. Ляпунов, 1954 г.).
- Разработка методов и программ машинного перевода (А. А. Ляпунов, Ю. Д. Апресян, с 1955 г.).
- Создание секции кибернетики при Ленинградском доме ученых (Л.В.Канторович, 1956 г.).
- Публикация трудов А .Н. Колмогорова: «Количество информации и энтропия для непрерывных распределений» (доклад на Третьем Всесоюзном математическом съезде, 1956 г.), «Теория передачи информации» (сессия АН СССР по научным проблемам автоматизации производства, 15-20 октября 1956 г., М.: Издательство АН СССР, 1957 г.), «Три подхода к определению понятия «количество информации» (Проблемы передачи информации, 1956, т.1, №1), «Новый метрический инвариант транзитивных автоморфизмов пространств» (Доклады АН СССР, 1958, т.119), «К логическим основам теории информации и теории вероятностей» (1969 г.).
- Выход в свет первого выпуска «Проблем кибернетики» (А. А. Ляпунов, 1958 г.).
- Открытие в МГУ кафедры математической логики (А. А. Марков, 1958 г.).

- Решение Президиума АН СССР о создании научного совета на общественных началах по комплексной проблеме «Кибернетика» (А. И. Берг, 1959 г.), который в 1961 г. приобрел статус штатной организации.
- Создание первых отечественных компьютеров с языка Алгол-60 (Альфа — А. П. Ершов, Сигнал — С. С. Лавров, середина 1960-х годов).
- Публикация статьи «Информатика» в журнале «Известия вузов. Электроника» (Ф. Е. Темников, 1963 г., №11).
- Разработка моделей целесообразной человеческой деятельности в Московском энергетическом институте, в МГУ, в Институте кибернетики АН УССР (В. Н. Пушкин, В. П. Зинченко, В. Б. Зейгарник, Н. М. Амосов, А. В. Напалков, 1960-1970-е годы).
- Организация и проведение исследований в области распознавания образов в Институте автоматики и телемеханики (сегодня Институт проблем управления) и ВЦ РАН (Ю. И. Журавлев, М. М. Бонгард, с 1960-х годов).
- Разработка метода ситуационного управления сложными системами (Д.А.Поспелов, Ю.А.Клыков, вторая половина 1960-х годов).
- Создание системы разделения времени АИСТО-0 (А. П. Ершов, 1966 г.).
- Начало исследований в области параллельных вычислений и программирования (коллективы МЭИ и ИМ СО АН, середина 1960-х годов).
- Разработка шахматных программ, моделирующих особенности мышления человека-шахматиста (проект программы «Пионер», М. М. Ботвинник, с 1966 г.).
- Проведение 1-й Всесоюзной конференции по программированию (Киев, 1968 г.).
- Разработка методов использования ЭВМ для анализа и синтеза музыкальных произведений (Р. Х. Зарипов, 1960-1970-е годы).
- Издание первых монографий по информатике и научным основам информационной деятельности (А. И. Михайлов, А. И. Черный, Р. С. Гиляровский, 1965-1976 годы).
- Создание кафедры математического обеспечения ЭВМ на математико-механическом факультете ЛГУ и переход на нее С. С. Лаврова в должности заведующего, 1969 г., 1971 г.).
- Создание информационной системы Ассистент (ВИНИТИ, 1975 г.).
- Первое в стране международное совещание по искусственному интеллекту (В. М. Пономарев, Ленинград, пос. Репино, 1977 г.).
- Создание в структуре АН СССР Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации (1983 г.).
- Создание Советской ассоциации искусственного интеллекта (1988 г.), которая с 1992 г. была преобразована в Российскую ассоциацию искусственного интеллекта.
- Выполнение Государственной территориально-отраслевой программы развития народного хозяйства Ленинграда и Ленинградской области на основе автоматизации и широкого использования вычислительной техники на 1984-1990 годы (Интенсификация-90, И. А. Глебов, В. М. Пономарев).
- Вступление в силу Федерального закона «Об информации, информатизации и защите информации» (20.02.1995 г.).
- Преобразование ОИВТА в Отделение информационных технологий и вычислительных систем (2002 г.).

- Создание в составе Правительства РФ Министерства по связи и информатизации (2000 г.), которое в 2004 г. было преобразовано в Министерство по информационным технологиям и связи.

- Утверждение Федеральной целевой программы «Электронная Россия на 2002-2010 гг.» (2002 г.).

- Вступление в силу Федерального закона «Об информации, информационных технологиях и защите информации» (27.07.2006 г.).

Как уже было отмечено выше, основные исследования в стране в области информатики в России проводятся силами Академии наук, высшей школы, отраслевых институтов и ряда общественных академий. Формально инфокоммуникационные технологии постоянно включаются в перечень приоритетных направлений развития отечественной науки, технологий и техники, утверждаемый руководством страны.

Эти направления, утвержденные руководством страны соответственно в 1996, 2002 и 2006 годах, представлены в таблице 1.

Перечень критических технологий, включенных в приоритетные направления, связанные с информатикой, ИКТ и электроникой, дан в таблице 2.

Таблица 1

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации

Год утверждения		
1996	2002	2006
<ul style="list-style-type: none"> - Фундаментальные исследования - Информационные технологии и электроника - Производственные технологии - Новые материалы и химические продукты - Технологии живых систем - Транспорт - Топливо и энергетика - Экология и рациональное природопользование 	<ul style="list-style-type: none"> - Информационно-телекоммуникационные технологии и электроника - Космические и авиационные технологии - Новые материалы и химические технологии - Новые транспортные технологии - Перспективные вооружения, военная и специальная техника - Производственные технологии - Технологии живых систем - Экология и рациональное природопользование Энергосберегающие технологии 	<ul style="list-style-type: none"> - Безопасность и противодействие терроризму - Живые системы - Индустрия наносистем и материалов - Информационно-телекоммуникационные системы - Перспективные вооружения, военная и специальная техника - Рациональное природопользование - Транспортные, авиационные и космические системы - Энергетика и энергосбережение

3. Развитие информатики и информационных технологий в Санкт-Петербурге

Лауреатом Нобелевской премии по физике за 2000 год стал петербуржец, директор Физико-технического института имени А.Ф.Иоффе, вице-президент Российской академии наук, академик Жорес Алферов. Он разделил премию с двумя коллегами из США — Гербертом Кремером из Калифорнийского университета в Санта-Барбаре и Джеком С.Килби из фирмы Texas Instruments в Дал-

ласе. Ученые удостоены награды за исследования и разработку опто- и микроэлектронных элементов, на основе которых создаются современные электронные устройства и информационные технологии.

Таблица 2

Перечень критических технологий в области ИКТ и электроники

Год утверждения		
1996	2002	2006
<ul style="list-style-type: none"> - Многопроцессорные ЭВМ с параллельной структурой - Вычислительные системы на базе нейрокompьютеров, транспьютеров и оптических ЭВМ - Системы распознавания и синтеза речи, текста и изображений - Системы искусственного интеллекта и виртуальной реальности - Информационно-телекоммуникационные системы - Системы математического моделирования - Микросистемная техника и микросенсорика - Сверхбольшие интегральные схемы и наноэлектроника - Опто- и акустоэлектроника - Криоэлектроника 	<ul style="list-style-type: none"> - Высокопроизводительные вычислительные системы - Информационная интеграция и системная поддержка жизненного цикла изделия - Информационно-телекоммуникационные системы - Искусственный интеллект - Компьютерное моделирование - Опто-, радио и акустоэлектроника, оптическая и сверхвысокочастотная связь - Распознавание образов и анализ изображений - Элементная база микроэлектроники, наноэлектроники и квантовых компьютеров 	<ul style="list-style-type: none"> - Биоинформационные технологии - Нанотехнологии и наноматериалы - Технологии обработки, хранения, передачи и защиты информации - Технологии производства программного обеспечения - Технологии распределенных вычислений и систем - Технологии создания интеллектуальных систем навигации и управления - Технологии создания электронной компонентной базы

Фундаментальные работы лауреатов сделали принципиально возможным создание волоконно-оптических каналов связи, в том числе Интернета, лазерных диодов, широко используемых в проигрывателях CD-дисков, быстродействующих транзисторов, применяемых в спутниковой связи и мобильных телефонах.

Получение указанной Нобелевской премии Ж. И. Алферовым является в определенной степени признанием заслуг Санкт-Петербурга в области информатики и информационных технологий.

Если исходить из рассмотрения генеалогического дерева развития информатики, т.е. учитывать, что это научно-прикладное направление развивалось из недр математики, кибернетики, электроники и других наук, то можно прийти к выводу, что «российская» информатика в значительной мере зарождалась в нашем городе.

В связи с этим нельзя не упомянуть наших выдающихся математиков, в трудах которых развиты основы приближенных вычислений и численных методов (Чебышев П. Л., Крылов А. Н., Стеклов В. А.), линейного программирования (Канторович Л. В.), математической логики (Марков А. А.- младший), теории устойчивости (Ляпунов А. М.), теории вероятностей и математической статистики (Чебышев П. Л., Линник Ю. В., Ляпунов А. М., Марков А. А., Бернштейн С. Н.).

Их работы оказали заметное влияние на формирование информатики как науки.

Говоря об истории развития информатики в Санкт-Петербурге нельзя не остановиться на имени академика А. И. Берга. Свое военное и инженерное образование он получил в нашем городе. Вплоть до начала Великой Отечественной Войны 1941-1945 гг. А. И. Берг вел здесь активную научную и педагогическую деятельность. Он был начальником научно-исследовательского морского института связи, преподавал в Военно-морском инженерном училище, в Военно-технической академии РККА, в Ленинградском электротехническом институте, в Военно-морской академии. Работы А. И. Берга петербургского периода были связаны с теорией и практикой радиопередающих и радиоприемных устройств, радиопеленгования, с исследованиями свойств ультракоротких волн и возможностей их применения в технике коммуникации, навигации и опознавания объектов. В 1936 году под руководством А. И. Берга были поставлены первые в нашей стране опыты по радиолокации.

В послевоенный период, занимая высокие посты в правительстве и АН СССР А. И. Берг, всемерно поддерживал развитие кибернетики и информатики и их технической базы — электронно-вычислительной техники (ЭВТ). Огромное значение А. И. Берг придавал вопросам, относящимся к информации, и всячески поддерживал идеи и предложения, связанные с формировавшейся тогда молодой информатикой.

Большую поддержку А. И. Берг оказывал работе секции кибернетики Ленинградского дома ученых, которая была создана 14 ноября 1956 года и явилась одной из первых кибернетических структур в городе и возможно в стране. Первым руководителем секции был Л.В.Канторович, с января 1958 года секцию возглавлял Л. П. Крайзмер. В октябре 1979 года секции присвоено имя А. И. Берга.

Активному развитию информатики в городе способствовало сосредоточение в нем большого числа научно-исследовательских и проектных организаций и крупных вузов, в которых всемерно поддерживались и развивались богатые отечественные традиции в области точного приборостроения, прикладной математики и методов вычислений.

Ряд конструкторских бюро (КБ) и научно-исследовательских институтов (НИИ) города уже в 60 годах освоил выпуск компонентов вычислительной техники (Производственное объединение (ПО) «Светлана», Научно-производственное объединение (НПО) «Авангард», НПО «Ленинец», Ленинградский электромеханический завод (ЛЭМЗ) и др.), специальных информационно-вычислительных систем и аппаратуры для передачи и обработки информации (ПО «Светлана», НПО «Авангард», НПО «Ленинец», Центральный научно-исследовательский институт (ЦНИИ) «Гранит», ЛЭМЗ, НПО «Импульс», Всесоюзный научно-исследовательский институт радиоаппаратуры (ВНИИРА), Ленинградский научно-исследовательский радиотехнический институт (ЛНИРТИ) и др.). В нашем городе под руководством Ф. Г. Староса и А. И. Берга были созданы первые мини электронно-вычислительные машины УМ-1-НХ и большие интегральные схемы для них, а также создан проект российского центра микроэлектроники в Зеленограде.

Одним из ведущих центров, где проводились фундаментальные исследования, определяющие развитие микроэлектроники был Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе (ФТИ). В числе научных направлений ФТИ были физика и технология новых материалов для микро и оптоэлектроники, оптические

процессоры, оптическая динамическая и голографическая память.

Развивались исследования в области программирования. Основными центрами этих исследований стали Ленинградский государственный университет (ЛГУ) и Ленинградское отделение математического института (ЛОМИ). В период с 1964 г. по 1992 г. в Ленинграде в основном на базе ЛОМИ под руководством Л. В. Канторовича и С. С. Лаврова активно функционировал семинар по проблемам теории и технологии программирования. Семинар объединил вокруг себя программистов многих академических, учебных, производственных и других организаций города.

В 1969 г. в ЛГУ на математико-механическом факультете была создана кафедра математического обеспечения ЭВМ. В 1971 г. кафедру возглавил член-корреспондент АН СССР С. С. Лавров. На кафедре велись исследования по автоматизированному обучению и по теории языков программирования. В ЛОМИ под руководством академика Л. В. Канторовича в начале 60-х годов были разработаны основные положения крупноблочного программирования. Некоторые идеи крупноблочного программирования позднее были переоткрыты или заново осмыслены на более высоком уровне при создании систем работы со структурными файлами и в том, что сейчас называют модульным программированием. В 1975 г. Л. В. Канторович и американец Т. Купменс стали лауреатами Нобелевской премии за работы по оптимальному планированию и оптимальному использованию ресурсов. Определенный вклад в развитие теории и технологии программирования внес С. С. Лавров, в частности при разработке транслятора с языка АЛГОЛ-60 для ЭВМ М-20.

Наиболее активно ЭВМ использовались на первых порах в научных исследованиях и проектировании. На благодатной почве сильных математических традиций во многих организациях Академии наук (ФТИ, Институт теоретической астрономии (ИТА), Ленинградский институт ядерной физики (ЛИЯФ), ЛОМИ, Ленинградское отделение центрального экономико-математического института (ЛОЦЭМИ), Институт социально-экономических проблем (ИСЭП) и др.), вузах (ЛГУ, Ленинградский политехнический институт (ЛПИ), Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ), Ленинградский институт точной механики и оптики (ЛИТМО), Ленинградский институт авиационного приборостроения (ЛИАП), Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского (ВКА), отраслевых институтах (Государственный оптический институт (ГОИ), Государственная геофизическая обсерватория (ГГО) и др.) началась разработка прикладного программного обеспечения для обработки результатов эксперимента, моделирования, инженерных расчетов, что способствовало формированию новой инженерной профессии инженер-программист и росту числа таких специалистов в городе.

Увеличение выпуска отечественных универсальных и специализированных ЭВМ в 60-х годах стимулировало их использование в народном хозяйстве в автоматизированных системах управления различного назначения. Широкому масштабу этих работ в городе способствовало создание крупного объединения «Ленэлектронмаш» как головной организации Министерства приборостроения. Для создания и внедрения автоматизированной системы управления (АСУ) в городское хозяйство немного позже было организовано объединение «Ленсистемотехника». Созданием АСУ высшего уровня занимался филиал НИИ «Восход», позже ставший НИИ программных средств.

Все упомянутые и многие другие организации приняли участие в территориальной комплексной программе «Интенсификация-90», основу которой со-

ставляли по существу разработки информационных технологий для интегральной автоматизации цикла «исследование — производство».

Параллельно с формированием научных основ информатики и созданием производственной базы активно развивалась подготовка специалистов и создавались соответствующие научные школы в вузах города. Первые кафедры по вычислительной технике и информатике были созданы в конце 50-х годов в ЛПИ, ЛИТМО, ЛЭТИ, ЛИАП, ВКА им. А. Ф. Можайского и других вузах.

Широкую известность приобрели коллективы кафедр, возглавляемых профессорами Майоровым С. А., Смолыным В. Б., Соколовым Т. Н., Железновым А. Н. Даманским Б. И., Игнатьевым М. Б. и др.

Определенное значение для развития информатики в городе имело создание в 1978 году на базе отдела вычислительной техники ФТИ Ленинградского научно-исследовательского вычислительного центра, преобразованного в 1985 году в Ленинградский (сегодня Санкт-Петербургский) институт информатики и автоматизации РАН.

Основными научными направлениями института с самого начала были выполнение фундаментальных исследований в области информатики и разработка информационных технологий для автоматизации научных исследований, управления, производства, здравоохранения, экологии и т.д.

Первые разработки ученых института были посвящены созданию пакетов прикладных программ для специалистов различного научного профиля, не владеющих программированием. Это позволило приобщить к использованию информационно-вычислительной техники специалистов гуманитарного профиля, химиков, биологов, медиков, геологов и др. Другим важным направлением работ было создание информационно-вычислительной системы коллективного пользования с дистанционным доступом, т.е. переход от вычислительного центра к распределенной информационно-вычислительной сети. Ввод в эксплуатацию в 1982 году первой очереди такой сети, охватывающей институты Академии наук и самые крупные вузы и отраслевые НИИ города, позволили существенно повысить эффективность использования большого информационно-вычислительного комплекса института.

Уже на ранней стадии становления информатики большой интерес ученых вызывала проблема предельных возможностей ЭВМ и человеческого разума. Это направление, получившее название «искусственный интеллект», с самого начала успешно развивалось в институте. В результате были разработаны оригинальные программные системы для распознавания образов, распознавания речи, управления роботами и принятия решений на основе оценки ситуаций.

Определенный вклад коллектив института внес в разработку гибких автоматизированных производств и интегрированных производственных комплексов. В конце восьмидесятых годов прошлого столетия институт осуществлял научно-методическое сопровождение Государственной территориально-отраслевой программы развития народного хозяйства Ленинграда и Ленинградской области на основе автоматизации и широкого использования вычислительной техники на 1984-1985 г. («Интенсификация-90»).

На современном этапе проблема дальнейшего повышения быстродействия информационно-вычислительных систем связана с возможностью создания распределенных систем с параллельной обработкой информации. Для создания таких систем необходим принципиально новый подход к архитектуре системы и организации процесса обработки информации. Работы в этой области успешно велись в институте с первых дней его создания.

Сегодня институт проводит исследования в таких областях как фундаментальные основы информатизации общества и различных информационных процессов, архитектура системных решений и программного обеспечения информационно-управляющих комплексов реального времени, информационная безопасность и защита информации, теоретические основы построения ИКТ для интеллектуальных систем автоматизации научных исследований, производства, управления и т.д.

В этих областях в последние годы осуществлены исследования и разработки ряда научных направлений, технологий и средств, в том числе: принципиально новый класс мультипроцессорных вычислительных систем — машины с динамической архитектурой МДА; ИТ разработки многоагентных систем с приложениями к задачам планирования, мониторинга, управления, составления расписаний, робототехники, обработки распределенных данных (data-mining), защиты информации; ИТ интеллектуального управления конфигурациями виртуальных и сетевых организаций; логистика знаний; квалиметрия моделей; ИТ интеграции интеллектуальных ГИС и прикладных систем поддержки принятия решений; многомодальный интерфейс взаимодействия человека с компьютером; ИТ построения понятийных словарей и информационно-аналитических систем и т.д.

В настоящее время Санкт-Петербург имеет достаточно весомый научный, научно-технический, производственный потенциал в области информатики и ИКТ. По данным статуправления города вопросами информатики и информационно-коммуникационных технологий занимается более 2000 различных организаций.

В городе функционирует хорошо отлаженная система подготовки специалистов по ИКТ и программистов по системе — средняя школа-университет-различные курсы усовершенствования и повышения квалификации. Многие средние школы специализируются в области информатики и программирования. Из почти 60 государственных высших учебных заведений примерно одна треть выпускает специалистов по вычислительной технике (ВТ) и программированию.

О высоком уровне подготовки программистов в городе свидетельствует, в частности, тот факт, что в последних командных чемпионатах мира по программированию команды Санкт-петербургских университетов постоянно были в числе призеров. Результаты чемпионатов мира в 2000-2007 годах представлены в таблице 3.

Отметим, что Санкт-Петербург единственный в мире город, две команды которого в течение ряда лет подряд являются призерами командного чемпионата мира по программированию.

На чемпионате мира Robo Cup-2004 Simulation 2D (Лиссабон, Португалия) команда студентов и аспирантов из Санкт-Петербурга, используя разработанных в СПбГПУ и СПИИРАН агентов-футболистов, заняла 1 место из более сотни участников и стала чемпионом мира в симуляционной футбольной лиге.

В июле 2005 г. команда программистов города успешно выступила на чемпионате мира на кубок роботов (RoboCup-2005, Simulation 2D), проходившем в г. Осака (Япония, 10-19 июля), где заняла 4-е место, опередив команды многих ведущих университетов мира.

Залог успехов российских, в том числе петербургских программистов, кроется в их серьезной фундаментальной физико-математической подготовке, в их системном мышлении и глубоких знаниях теории алгоритмов и теории про-

граммирования, прикладной и вычислительной математики, умения и способностях быстро осваивать современные технологии программирования.

Таблица 3

Результаты чемпионатов мира по программированию в 2000-2007 гг

Год	Место проведения	Победители	Участники от Санкт-Петербурга	Место
2000	Орландо, Флорида США	Санкт-Петербургский государственный университет	СПб государственный университет СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	1 5
2001	Ванкувер, Канада	Санкт-Петербургский государственный университет	СПб государственный университет СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	1 3
2002	Гонолулу, Гавайи США	Шанхайский университет	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	11
2003	Беверли хиллс, Калифорния США	Варшавский университет	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики СПб государственный университет	3 30
2004	Прага, Чехия	СПб гос.университет информационных технологий, механики и оптики	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики СПб государственный университет	1 27
2005	Шанхай, Китай	Шанхайский университет	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики СПб государственный университет	3 17
2006	Сан-Антонио, США	Саратовский государственный университет	СПб государственный университет СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики	6 19
2007	Токио, Япония	Варшавский университет	СПб государственный университет информационных технологий, механики и оптики СПб государственный университет	3 14

В Санкт-Петербурге фактически заложены основы индустрии программных средств в России. В городе в свое время появилась первая в стране ассоциация IT-компаний Fort Ross, которая затем переросла в Международную IT-ассоциацию Rus Soft. Сегодня эта ассоциация со штаб-квартирами в Санкт-Петербурге и Москве объединяет более 100 компаний.

Основным правительственным органом, координирующим работы по развитию потенциала города в области информатики и ИКТ, является Комитет по информатизации и связи Администрации Санкт-Петербурга.

Начало конкретных работ по информатизации города можно отнести к 1989 году, когда группа сотрудников СПИИРАН, СПбГЭТУ и ряда других организаций, в инициативном порядке приступила к разработке концепции информатизации города. В 1990 году Комиссия по связи и информатике Ленсовета, законодательного органа города тех лет, объявила конкурс на создание кон-

цепции Ленинградского экономического региона. По результатам конкурса были отобраны лучшие проекты, в том числе и концепция, в создании которой участвовали СПИИРАН и СПбГЭТУ. На основе отобранных концепций специально созданной рабочей группой к 1991 году была подготовлена «Обобщенная концепция информатизации Ленинградского экономического региона», одобренная Комиссией по связи и информатике Ленсовета.

Следующим документом подобного плана была «Концепция информатизации Санкт-Петербурга», утвержденная мэрией города в 1993 году. На базе этой концепции в 1995-1996 годах были разработаны несколько вариантов программ информатизации города. К разработке программ (головные организации при этом были НПО «Импульс» и СПИИРАН) были привлечены представители большинства научных, образовательных, проектных, производственных учреждений и административных органов. К сожалению, программы по независящим от разработчиков обстоятельствам так и остались проектами. Но эта работа оказалась весьма полезной для консолидации усилий и выявления потенциальных возможностей и потребностей в информационных технологиях различных организаций и структур.

Продолжением и в определенной степени обобщением работ, направленных на создание концепций информатизации и стратегии развития города, является разработка концепции «Стратегия перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу». Эта работа выполнялась в 1998-1999 годах специально созданной рабочей группой в рамках проекта Программы INFODEV. В 1999 году концепция была одобрена Правительством города (Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 16.08.1999 г. № 36). Полный текст документа опубликован в журнале «Информационное общество», № 5, 2000 г.

В Стратегии дано определение информационного общества, сформулированы его отличительные признаки. Она содержит: исходные положения, в которые включены цели социально-экономического развития Санкт-Петербурга, краткий обзор некоторых национальных и международных программ перехода к информационному обществу и государственной политики информатизации Российской Федерации, а также оценка состояния информатизации Санкт-Петербурга на момент написания стратегии; стратегические цели, направления, задачи, и этапы перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу; основные стратегические принципы и первоочередные цели и задачи формирования информационного общества Санкт-Петербурга, а также механизмов обеспечения перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу.

Вопросы построения информационного общества отражены в Стратегическом плане Санкт-Петербурга, подписанном Губернатором города в декабре 1997 года. В рамках Стратегического плана была сформирована и успешно функционировала тематическая комиссия «Телекоммуникации и информатизация». Комиссия определила основную цель развития города в информационной сфере в интеграции Санкт-Петербурга в мировое информационное пространство. Для реализации этой цели комиссия предложила ряд мер: создание современной информационной инфраструктуры, формирование информационной культуры населения, обеспечение доступа граждан (населения) к городским информационным ресурсам.

Основным общественным органом, координирующим в определенной степени работы в области информатизации, является Научный совет по информатизации Санкт-Петербурга, созданный в 1994 году и объединяющий представителей высшей школы, науки, производства и администрации.

Другими общественными организациями, работающими в сфере информационных и телекоммуникационных технологий, являются Санкт-Петербургское общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления, Объединенный научный совет по проблемам информатики, телекоммуникаций и управления при Президиуме Санкт-Петербургского научного центра РАН, секция по информационным технологиям Научно-технического совета при Правительстве города, Комиссия по связи, информатизации и транспорту в составе Общественного совета города, соответствующие отделения общественных академий и т.д.

В январе 2002 года было создано Партнерство для развития информационного общества на Северо-Западе России. Оно было организовано как межрегиональная общественная инициатива, призванная дополнить существующие государственные и негосударственные программы и инициативы, направленные на развитие различных составляющих информационного общества. Партнерство является самостоятельным сегментом Партнерства для развития информационного общества в России со штаб-квартирой в Москве.

4. О перспективах развития информатики

Перспективы развития информатики свяжем с теми основными тенденциями, которые сегодня развиваются как в науке в целом, так и в недрах самой информатики. Среди этих тенденций выделим следующие три процесса:

- Формирование нового этапа взаимоотношений науки и технологий.
- Естественная эволюция информатики.
- Интеграционные процессы, направленные на сближение информатики и кибернетики (общей теории управления).

В основу первой тенденции заложена констатация утверждения о том, что целью научной деятельности сегодня является не столько объяснение мира и получение знаний, так или иначе претендующих на истинность, сколько получение эффекта, который может быть воплощен в пользующийся спросом технологии [11]. Это новое явление современности на Западе получило специальное название — *technoscience* (технонаука). Наиболее очевидные признаки технонауки — это существенно более глубокая, чем прежде, встроенность научного познания в процесс создания и продвижения новых технологий, неуклонное приближение науки и технологий к человеку, к его непосредственным потребностям.

Как отмечают философы и социологи науки [смотри, например, 11, 12, 13] указанная тенденция формировалась и накапливалась в обществе на протяжении нескольких последних десятилетий. Так академик РАН В. С. Степин писал [12]: «В процессе определения научно-исследовательских приоритетов наряду с собственно-познавательными целями все большую роль начинают играть цели экономического и социально-политического характера».

Английский социолог науки Дж. Займан [13] назвал новую фазу развития науки «постакадемической», подчеркнув, что «это не новый способ производства знания, а новый образ жизни». К числу особенностей этой «постакадемической» науки он отнес повсеместное внедрение «нормы полезности» или эффективности, с помощью которой ожидаемые и предполагаемые открытия заранее оцениваются с коммерческой точки зрения, а «бесполезные» науки, вроде астрофизики или археологии, должны доказывать обществу свою «культурную ценность».

Представляется, что инновационный бум, охвативший общество, в значительной мере связан с постакадемической наукой или технонаукой. Сегодня прагматизм по отношению к науке становится основным критерием оценки деятельности ученых и научных коллективов со стороны государства.

Очевидно, что влияние технонауки начинает проявлять себя, в первую очередь, в сфере естественных и технических наук. Касается оно и информатики, связанной с развитием и широким использованием, пожалуй, самых популярных и самых массовых технологий — ИКТ.

В частности, за рубежом проблематика теоретических исследований в области информатики в последние годы существенным образом определяется потребностями приложений и непосредственно потребностями рынка информационных средств и технологий. В связи с этим можно отметить активизацию исследований в областях, связанных с компьютерными сетями, в частности повышением их глобальности, производительности, живучести и катастрофостойчивости, с обработкой распределенной информации и знаний, интеграцией материальных и интеллектуальных ресурсов, защитой информации, дистанционным обучением и т.д.

Чрезвычайно важным является такое обстоятельство, связанное с процессом активного и масштабного слияния потребительской электроники (компьютеров, телевизоров, телефонов, игровых приставок и т.д.) с Интернет и другими сетевыми технологиями.

Заметим также, что конкретные программы и планы развитых стран в области информатизации связаны с расширением использования Интернет обычными гражданами и современных онлайн-общественных услуг — электронное правительство, электронное здравоохранение, электронная коммерция, электронное обучение.

В процессе проведения исследований в интересах создания соответствующих технологий развиваются такие теоретические разделы информатики как анализ и извлечение знаний из данных, машинное обучение, многоагентные системы, компьютерное зрение, речевая информатика и обработка информации на естественном языке, управление потоками данных в сетях, новые методы компьютерного моделирования и супервычислений при решении сложных задач, стеганография и стеганализ, интеллектуальные сенсорные сети, защита компьютерных сетей, виртуальные организации и т.д.

Анализ данных и извлечение знаний обычно отождествляются с областью исследований, которую на английском языке обозначают как *data mining*. Это направление информатики является актуальным последние 25-30 лет. Однако разнообразие постоянно появляющихся новых приложений и задач влечет необходимость развития новых методов *data mining*.

В настоящий момент наиболее актуальными, по нашему мнению, являются методы *data mining* и машинного обучения:

- для анализа и обработки данных, представленных длинными последовательностями символов с приложениями в биологии, генетике, геномной инженерии и т.д.;
- для обучающих данных, представленных временными рядами;
- для данных, которые распределены и гетерогенны;
- для поиска в Интернет, поиска текстов и т.д.

Прикладная направленность исследований весьма характерна для развития методов и технологий многоагентных систем. Сегодня технологии многоагентных систем широко применяются в телекоммуникациях, в Интернет-

приложениях, в робототехнике, в планировании и составлении расписаний, на транспорте, на производстве, в крупных логистических системах, при управлении в кризисных ситуациях, в системах экологического мониторинга, в различных задачах защиты информации и т.д. и т.п.

Представляется, что в ближайшие годы сохранят свою актуальность методы и технологии речевой информатики. Это связано, прежде всего с тем, что постоянно растущие возможности вычислительной техники и сетевых технологий серьезно недоиспользуются из-за отсутствия пока полноценного общения компьютера и человека на его естественном языке.

Область возможных приложений компьютерных речевых приложений огромна. Это системы речевого управления станками, роботами, транспортными средствами, системы устного перевода, справочные системы, системы речевого доступа к базам данных и знаний, системы речевого общения в Интернете и т.д. и т.п. Основные усилия специалистов, по всей вероятности, будут связаны с исследованиями вопросов машинного понимания и распознавания речи, в том числе с применением методов искусственного интеллекта. Исследования будут носить комплексный междисциплинарный характер с привлечением информатиков, лингвистов, психологов, математиков и представителей других научных направлений. В связи с отмеченным могут развиваться фундаментальные исследования закономерностей генезиса языковых систем произвольной природы — биологической, гуманитарной (социальной), техногенной (машинной).

В последние годы именно прикладные задачи инициировали развитие методов и технологий интеллектуальных сенсорных сетей, в которых каждый из сенсоров способен вести интеллектуальную обработку данных, организовывать кластеры сенсоров для решения отдельных задач, привлекая данные, ресурсы и интеллект других сенсоров.

В настоящее время особую актуальность в глобальном масштабе приобрела проблема борьбы с терроризмом. Вполне естественным в связи с этим, является резкий всплеск исследований, связанных с созданием информационных технологий для прогнозирования, идентификации и предотвращения возможных террористических актов. В качестве примера можно назвать технологии обработки информации в биометрических системах для дистанционного выявления террористических намерений. Эти намерения можно выявить, в частности, распознавая дистанционно психическое состояние человека и проводя вероятностное прогнозирование его намерений.

Еще одним примером прагматизации науки является формирование научно-прикладного направления Computational Science (дословный перевод — вычислительная наука), предложенного в докладе Президенту США «Computational Science: Ensuring Americas Competitiveness», который разработан и представлен в июне 2005 года президентским комитетом по информационным технологиям (PITAC — President's Information Technology Advisory Committee).

Данное предложение рассматривается разработчиками в качестве новой стратегической компьютерной инициативы (СКИ) США, направленной на дальнейшее повышение конкурентоспособности научных разработок и технологий страны. СКИ связана с развитием и использованием передовых вычислительных методов и средств для понимания и решения сложных проблем в науке, экономике, технике и обществе.

По мнению авторов доклада «вычислительная наука» интегрирует три основных элемента:

1. Алгоритмы (численные и нечисленные) и программное обеспечение для моделирования и имитации (algorithms and modeling and simulation software), разработанные для решения научных, инженерных и гуманитарных проблем.

2. Информатику (computer and information science), которая развивает и оптимизирует современные аппаратно-программные средства, сетевые технологии и информационный менеджмент как компоненты, необходимые для решения прогнозируемых сложных вычислительных проблем.

3. Компьютерную инфраструктуру (computing infrastructure), поддерживающую решение научных и инженерных задач и развивающуюся информатику.

Вычислительная наука, имеющая такую структуру, представляется авторами доклада новой третьей «колонной» в здании науки 21-го века. Две ранее известные колонны — теория и физический эксперимент.

Представляется, что рассмотренное предложение РИТАС в определенной мере перекликается с инициативой академика А. А. Самарского, которую он проявлял в восьмидесятых годах прошлого столетия в нашей стране.

А. А. Самарский активно пропагандировал математическое моделирование и вычислительный эксперимент, настойчиво доказывал научной общественности и руководителям государства важность и незаменимость их для решения крупных научно-технических, социальных, экономических и оборонных проблем.

А. А. Самарским и его учениками разработаны методологические, научные и технологические основы вычислительного эксперимента. В методологическом отношении задача математического моделирования сводится к реализации триады: модель-алгоритм-программа. Технологическая цепочка вычислительного эксперимента включает еще два этапа: расчеты на ЭВМ и обработку результатов [14, 15].

Во введении к работе [14] авторы отмечают: «Постоянное совершенствование триады математического моделирования и ее внедрение в современные информационно-моделирующие системы — методологический императив. Лишь его выполнение дает возможность получать так нужную нам высокотехнологичную, конкурентоспособную и разнообразную материальную и интеллектуальную продукцию».

С участием А. А. Самарского в 1986 г. было подготовлено и принято Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР об усилении научно-исследовательских работ в области математики. В этом документе, в частности, предлагалось разработать общегосударственную программу широкого использования методов математического моделирования в различных отраслях народного хозяйства. Фактически намечалось создание службы математического моделирования, своеобразной математической индустрии, аналогичной индустрии энергетики или транспорта. Была надежда, что быстрое развертывание программы во многом определит лицо научно-технического прогресса в стране в конце XX - начале XXI веков.

К сожалению, события и процессы девяностых годов, приведшие к распаду СССР, помешали осуществлению мероприятий, запланированных в указанном постановлении.

Сравнение содержания и наполнения этапов моделирования и вычислительного эксперимента с указанными выше тремя составляющими американ-

ской стратегической компьютерной инициативы позволяет сделать вывод об их определенной корреляции.

Дальнейшая эволюция информатики как науки связана в значительной мере с развитием понятийного аппарата, в частности с попытками уточнения понятий информации и информатики и с разработкой методов и мер для количественной оценки информации.

Весьма перспективным, по нашему мнению, может оказаться, в частности, понимание информатики как науки об информации и информационном взаимодействии [1, 7, 16, 17].

Взаимодействие — фундаментальная категория, отражающая процессы воздействия различных объектов друг на друга, их взаимную обусловленность, изменение состояния, взаимопереход, а также порождение одних объектов другими. В физике известно силовое (энергетическое), например, гравитационное взаимодействие тел или частиц друг на друга, приводящие к изменению состояния их движения.

Основными особенностями информационного взаимодействия являются следующие:

- ведущая роль здесь принадлежит не энергии или веществу, а информации в различных формах ее проявления;
- информационное взаимодействие не силовое и может осуществляться с помощью очень слабых сигналов;
- при информационном взаимодействии реализуется коммуникативная функция и происходит как закладка смысла в сообщение, так и его постижение при приеме сообщения или более коротко: при информационном взаимодействии главными операциями являются операции со смыслами, образами, эмоциями, а это значит, что передается идеальное;
- информационные взаимодействия не могут осуществляться при отсутствии памяти у взаимодействующих объектов или более расширительно при отсутствии того, что принято называть элементами сознания (основные свойства психики это целостность, рефлексивность, спонтанность).

В итоге мы приходим к следующему определению.

Взаимодействие материальных объектов, при котором осуществляется передача (генерация и освоение) идеальных категорий (смыслов, значений, образов, эмоций) будем называть информационным взаимодействием.

Информационное взаимодействие невозможно без затрат, хотя и очень малых, известных видов энергии, включая и психическую энергию. Основным оператором в процессе информационного взаимодействия является оператор сознания. Сознание при этом понимается расширительно. Наукой сегодня установлено до тридцати форм существования (пребывания) нашего сознания.

Академик Кузнецов Н. А. определяет информационное взаимодействие как взаимодействие объектов, приводящее к изменению знаний хотя бы одного из них [16]. Говоря о разработке научных представлений об информационном взаимодействии объектов различной природы, он, по существу, предлагает сформировать новое научное направление в рамках информатики — информатику взаимодействия. Он предлагает условно разделить изучаемые информационные взаимодействия по объектам на три класса: взаимодействие искусственных (технических), смешанных (гибридных) и естественных (живых) систем. По аналогии с классификацией протокольных уровней в компьютерных сетях, например Интернет, Н. А. Кузнецов вводит в рассмотрение шесть уровней (аспектов) представления и обработки информации: физический, сигнальный, лин-

гвистический, семантический, коллективного поведения, воспроизводства и эволюции.

В свете изложенного вполне естественным является рассмотрение нового информационного процесса — процесса информационного взаимодействия. Последний значительно расширяет традиционный информационный процесс, включающий, как правило, этапы сбора, хранения, машинной обработки и передачи информации по соответствующим каналам. Сложившееся представление информационного процесса несет в значительной мере технократический характер и развивается в основном в рамках технической информатики. Этот подход практически не включает в рассмотрение этапы генерации (рождения) и постижения смысла (понимания) информации.

Вариант структуры процесса информационного взаимодействия представлен на рис. 3. Для конкретности развернут природный речевой информационный процесс.

Представленная на этом рисунке схема реализует следующую последовательность возникновения информационного взаимодействия.

1. Рождение сообщения, наделенного смыслом, — акт творения, происходящий в психической среде. Взаимодействие с семантическим континуумом — поиск нужного семантического инварианта.

2. Обращение к транслятору и фильтру — знаковой среде (семиотика). Формулирование сообщения на каком-либо языке (мысленно).

3. Закладка сообщения в сигнал, генерация сигнала и его модуляция. Материализация идеального (например, речевая деятельность).

4. Преодоление пространства — прохождение сигнала через канал передачи (например, акустический).

5. Первичная рецепция сигнала — прием сигнала (выделение из помех и мешающих сигналов, демодуляция и декодирование).

6. Интерпретация сообщения, постижение его смысла (в том числе путем эмпатии): переживание семантического инварианта, соответствующего полученному сообщению. Дематериализация, возврат к идеальному.

7. Адекватная реакция на сообщение.

Как видно из этой схемы (рис. 3), современная информатика со всем ее грандиозным арсеналом технических (аппаратных и программных) средств, безусловно, включая новейшие средства телекоммуникаций, на сегодня смогла наиболее действенно освоить (то есть воплотить в реально функционирующие технические устройства и системы) в основном составляющие процесса по пп. 3-5.

Таким образом, чтобы двигаться дальше, необходимо сформулировать и рассмотреть ряд новых фундаментальных проблем, в частности:

- разработать теорию систем, оперирующих со смыслами,
- создать языки для адекватного описания целостных объектов,
- разработать модели эмоций и переживаний,
- разработать теорию сигналов, «понимаемых» биологическими объектами,
- предусмотреть меры предосторожности от несанкционированного негативного использования получаемых по этим направлениям результатов.

В результате, введение понятия информационного взаимодействия, как нам представляется, может позволить рассматривать информатику как междисциплинарную фундаментально-прикладную науку (комплекс научных на-

правлений) об информации и информационном взаимодействии в природе и обществе.

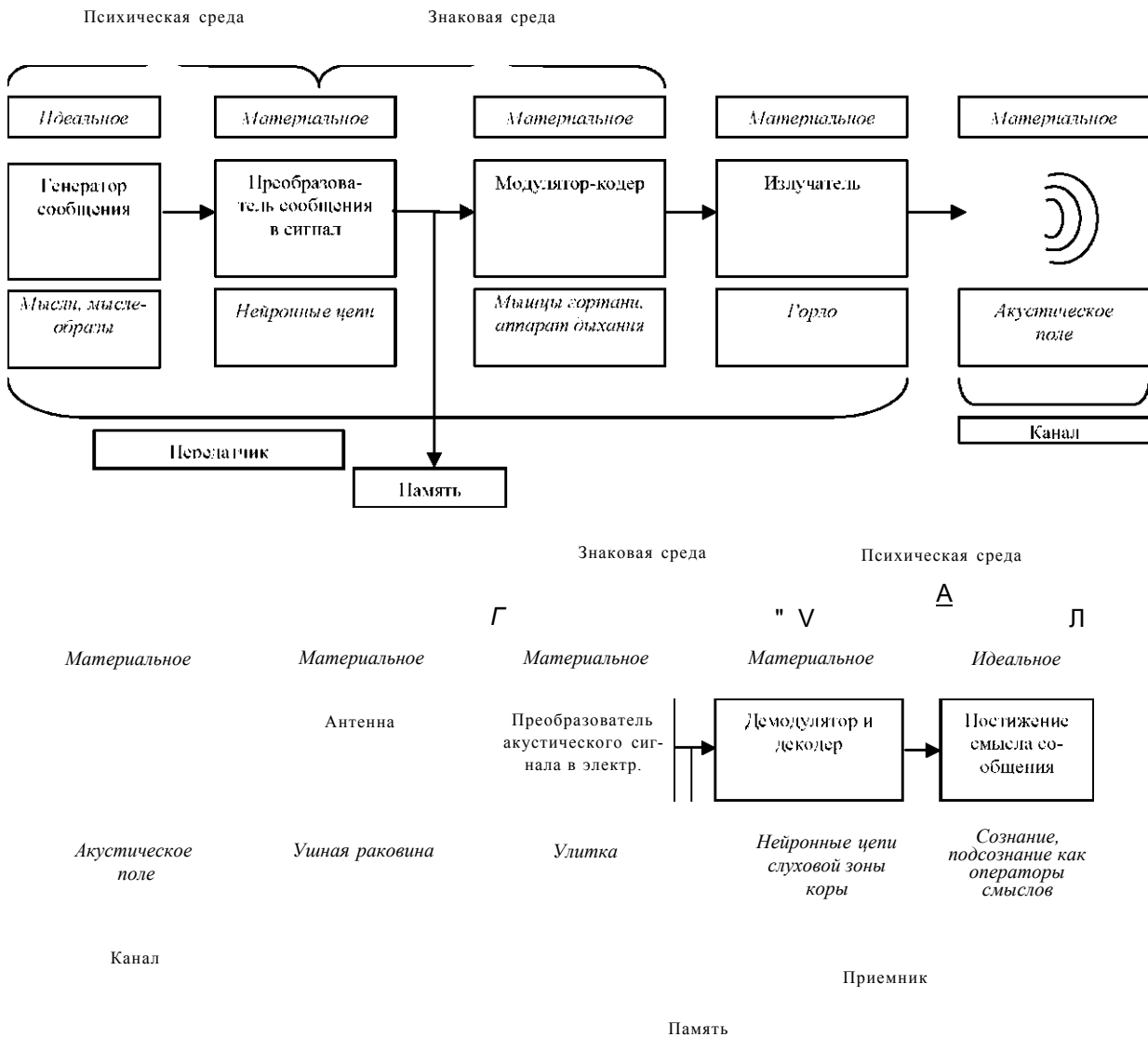


Рис. 3. Речевой информационный процесс.

Обсуждая перспективы развития информатики, необходимо изучать и процессы взаимодействия этого междисциплинарного научного направления с другими дисциплинами. Приграничные исследования могут давать чрезвычайно интересные результаты. Так в недрах социальной информатики, по нашему мнению, можно ожидать активного развития таких междисциплинарных исследований, как «информатика — искусство» (музыка, живопись, архитектура и т.д.) и «информатика — социокультурные системы» (психология, социология, культурная антропология, юриспруденция и т.д.).

Наиболее «родственные» связи информатика имеет с кибернетикой (общей теорией управления). Это связано с тем, что, во-первых, информатика

развивалась в значительной мере в недрах кибернетики, фактически на единой технической базе — вычислительной технике и средствах связи и передачи данных, во-вторых, кибернетика, являясь наукой об общих законах и закономерностях управления и связи, объективно была вынуждена заниматься вопросами использования информации в интересах управления. Так информации и ее использованию уделяется большое внимание в основополагающих работах Н.Винера [4, 5]. Там же вводится понятие «управления с помощью «информативной» обратной связи».

Информационная составляющая пронизывала и некоторые ранние определения кибернетики. Так в 1959 г. А. И. Берг отмечал, что «содержание кибернетики заключается в сборе, переработке и передаче информации с целью улучшения управления для достижения поставленной задачи».

В «Энциклопедии кибернетики» (1974 г.) кибернетика определяется как наука об общих закономерностях получения, хранения, передачи и преобразования информации в сложных управляющих системах.

В свое время были даже предложения рассматривать информатику как кибернетику на современном этапе и ввести в рассмотрение синтезированное научное направление информатика-кибернетика [16]. Аналогичная точка зрения была высказана и известным специалистом в области кибернетики и информатики профессором Д. А. Поспеловым, который, анализируя историю развития информатики в России, отмечал, что «совокупность научных направлений, называемых теперь информатикой, именовалась по-разному. Сначала объединяющим названием был термин «кибернетика», затем на роль общего названия той же области исследований стала претендовать «прикладная математика» [9].

Сегодня, как нам представляется, информатика и кибернетика могут рассматриваться как относительно молодые самостоятельные научные направления, имеющие свои теоретико-методологические основы, задачи, объекты и предметы исследования. Данное утверждение мы попытались раскрыть с помощью следующей сравнительной таблицы 4.

Таблица 4

Основные понятия кибернетики и информатики

	Кибернетика	Информатика
Понятие	Наука об общих законах и закономерностях управления и связи в сложных системах различной природы.	Наука об информации, методах и средствах обработки, хранения, передачи и представления и защиты информации.
Объект исследования	Управление, процессы управления	Информация, информационные процессы
Предмет исследования	Системы и технологии управления	Информационные системы и технологии
Основные понятия	Управление, процессы управления, система управления, обратная связь, модель, информация, технологии управления ...	Информация, информационные процессы, системы, технологии, модель .
Основная прикладная задача	Анализ и синтез технологий и систем управления	Создание информационных технологий и информационных систем

Заметим также, что кибернетика и информатика в их современном состоянии могут рассматриваться как отдельные научные направления, развивающиеся, если можно так сказать, в режиме сиамских близнецов. Это качество (сиамские близнецы), которое в таблице 4 условно показано заштрихованной полоской, определяется такими научными дисциплинами как шенноновская теория информации, теории искусственного интеллекта, распознавание образов, теория моделирования, теоретические основы вычислительной техники и др., которые разными авторами и разными вузовскими учебными планами причисляются то к кибернетике, то к информатике.

Характерно, что кибернетика и информатика организационно развивались «под разными знаменами»: соответственно Международная федерация по автоматическому управлению (ИФИП) и Международная федерация по обработке информации (ИФИП). В Российской академии наук также существовали два тематических отделения: процессов управления и механики и информатики, вычислительной техники и автоматизации.

В последние годы отмечается второй виток сближения кибернетики и информатики. Происходит активное терминологическое и содержательное взаимопроникновение этих научных направлений (см. рис. 4).

- информационное управление;
- интеллектуальное управление (ситуационное, нейроуправление, многоагентное, управление на основе эволюционных алгоритмов, основанное на знаниях);
- программная кибернетика и т.д.



- адаптивные компьютерные системы;
- проактивные компьютерные системы;
- адаптивные предприятия;
- киберпространство;
- киберпреступление и т.д.

Рис. 4. Интеграция информатики и кибернетики.

Так методы, технологии и средства, разрабатываемые в недрах информатики активно внедряются в кибернетику. В связи с этим можно утверждать, что информатика стимулировала развитие таких новых направлений управления,

как информационное управление, различных видов интеллектуального управления — ситуационное, нейроуправление, управление, основанное на знаниях, на основе эволюционных алгоритмов, многоагентное управление и т.д.

В свою очередь кибернетическая терминология проникает в информатику и вычислительную технику. Сегодня, в частности, весьма популярными в области ВТ и ИКТ становятся понятия и, соответственно, стратегии адаптивных и проактивных компьютерных систем, адаптивного управления и адаптивного предприятия. Эти стратегии интенсивно развиваются компаниями IBM, Intel Research, Hewlett Packard, Microsoft, Sun и др. В западной (американской) практике широко используются термины киберпространства и киберпреступления, которые по существу являются аналогами наших информационного пространства и преступления в информационной сфере.

В 2004 г. в Гонконге в рамках 28-й ежегодной Международной конференции по программному обеспечению было проведено необычное мероприятие — Первый семинар по программной кибернетике [19]. Основная идея программной кибернетики — более тесно и формализовано объединить процесс (систему) создания и функционирования программного обеспечения с управлением и дать ответы на ряд вопросов:

- как адаптировать принципы теории управления к программным процессам и системам;
- как формализовать механизмы обратной связи в программных процессах и системах, как ввести в них соответствующие меры;
- как интегрировать программную инженерию с инженерией управления и т. д.

Ответы на эти и другие вопросы позволят, по мнению специалистов, сформировать в программной инженерии (программотехнике) принципиально новую парадигму адаптивного программирования, реализация которой позволит создать в ПО дополнительные функциональные возможности, позволяющие разработчикам и конечным пользователям гибко реагировать на изменения внешних условий и требований без соответствующего перепрограммирования.

Указанное явление взаимопроникновения информатики и кибернетики имеет в значительной мере интеграционный характер. Об интеграционных процессах в области кибернетики, управления, связи, информатики в последние годы начали говорить достаточно активно.

Пока еще нет ясности, под какими «знаменами» происходит такая интеграция. Тот же Д. А. Поспелов в энциклопедическом словаре по информатике [20] «интегрировал» в нее ряд научных дисциплин, включая и кибернетику (см. рис. 5). По Поспелову взаимодействие рассматриваемых научных направлений происходит по циклу — кибернетика породила информатику, информатика поглощает кибернетику. Данная точка зрения для нас является несколько спорной.

Автор в большей степени поддерживает идею о возврате к кибернетике, как интегрирующей научной отрасли об управлении и связи. Представляется, что кибернетика, несмотря на определенную экспансию со стороны информатики продолжает эволюционировать. Так, в последние годы многие авторы делали попытки дальнейшего развития научно-методологических основ классической (винеровской) кибернетики.

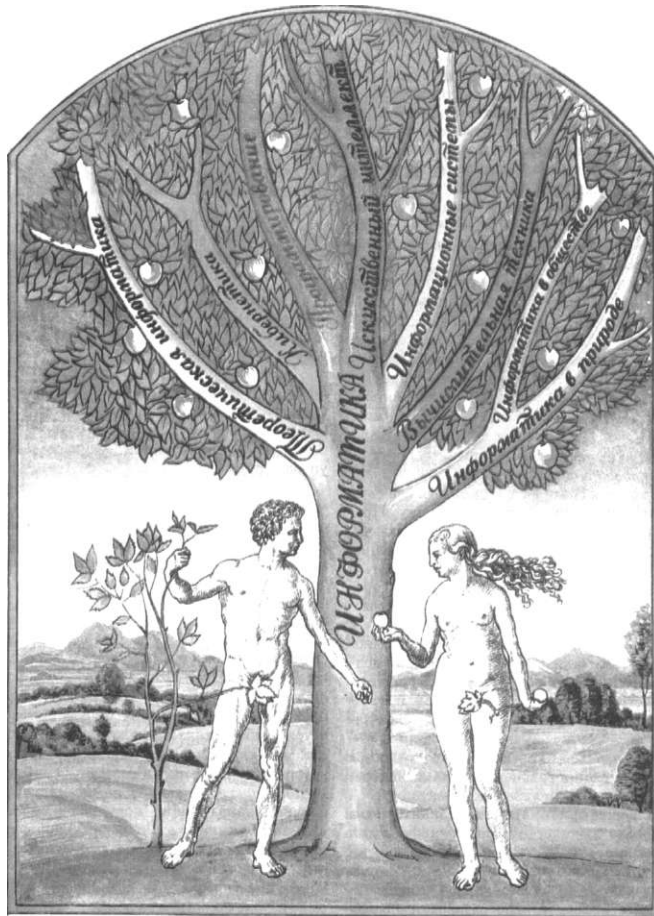


Рис. 5. Дерево информатики (Д.А.Поспелов, 1994 г.).

Еще в 1963 году в статье М. Маруамы [21] появился термин «кибернетика второго порядка» (second cybernetics). В отличие от классической кибернетики (кибернетики первого порядка) в новых кибернетических системах вводятся в рассмотрение контуры положительной обратной связи для усиления полезных возмущающих воздействий и флуктуаций. По Маруаму такая модель более правдоподобно объясняет природу процессов обучения, адаптации, социальных взаимодействий.

Фёрстер в статье «Кибернетика кибернетики» [22] определил кибернетику первого порядка как кибернетику наблюдаемых систем, а кибернетику второго порядка как кибернетику наблюдения, включающую наблюдателя. По мнению Фёрстера, последняя заинтересована больше взаимодействием между наблюдателем и тем, что наблюдается, и ориентирована на живые системы, причем не столько на управление, сколько на познание процессов развития и нарастания биологической и социальной сложности. Кибернетика первого порядка делает акцент на управление, тогда как сложные, живые системы самоорганизуются и выживают по иным законам.

К другим новациям в развитии кибернетики можно отнести также эволюционную кибернетику, которая изучает кибернетические свойства живых систем и принципы, методы и модели обработки информации в них [23].

Профессором Фрадковым А. Л. развивается кибернетическая физика — новое междисциплинарное направление, связанное с исследованием физических систем кибернетическими методами. Им написана одна из первых монографий в этой области «Кибернетическая физика» [24].

Автор данной статьи еще в семидесятых годах прошлого столетия, интересуясь вопросами искусственного (или активного) воздействия на окружающую среду, предложил понятие геофизическая кибернетика [25]. Под геофизической кибернетикой мы понимаем научное направление, в котором изучаются проблемы управления состоянием неживых природных объектов в атмосфере, гидросфере и литосфере. Представляется, что читателю очевидна сложность задач кибернетического управления этими объектами, вызванными их такими особенностями, как пространственно-временная распределенность, масштабность, огромная энерговооруженность, модельная неопределенность и т.д.

Об интегрируемой роли кибернетики отмечается в предварительном отчете-рекомендации для рамочной программы РП-7 «Исследование по системам управления в Европе» (2005 г.).

Об интеграции информатики и кибернетики говорили и на Юбилейном заседании ИФАК в Хайделберге (12-14 сентября 2006 г.). Так в докладе проф. К. Острема (Present Development in Control Applications) фактически приводится формула интеграции трех научных направлений — управления, связи, информатики:

$C^3 = \text{control} + \text{communication} + \text{computing}$.

К. Острем не дал название новой дисциплине C^3 . Можно только предположить, что это возврат к кибернетике. Автор данной статьи, обсуждая перспективы развития теории управления и информатики, в работе [26, 27] назвал возможное междисциплинарное направление неокибернетикой.

Указанные выше интеграционные процессы носят характер тенденций, развитие которых в дальнейшем зависит от многих внешних и внутренних факторов. Пока же информатика и информационно-телекоммуникационные технологии продолжают бурно развиваться, оказывая революционное влияние на развитие научно-технического прогресса и общества в целом.

Литература

1. Юсупов Р. М., Заболотский В. П. Научно-методологические основы информатизации. СПб.: Наука, 2001.
2. Saracevic T. Report at conference on «Education for Information Science-Strategies for Change in Library School Programs», Albany (N.Y.) 1977 // Journal of American Society for Information Science. 1979. Vol. 1, N 2.
3. Гиляревский Р. С. Основы информатики. Курс лекций. М.: Экзамен, 2004.
4. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1958.
5. Винер Н. Кибернетика и общество. М.: Издательство иностранной литературы, 1958.
6. Юсупов Р. М. Теоретические основы прикладной кибернетики. Выпуск 1. Элементы теории информации. Л.: ВИКА им. А.Ф. Можайского, 1973.
7. Кузнецов Н. А. Фундаментальные основы инфокоммуникаций. Доклад на 1-й Российской мультиконференции по проблемам управления. 10-12 октября 2006 г., Санкт-Петербург.
8. Малиновский Б. Н. История развития вычислительной техники в лицах. Киев: фирма «КИТ», ПТОО «А.С.К.», 1995.
9. Очерки истории информатики в России / Редакторы-составители Д. А. Поспелов, Я. И. Фет. Новосибирск: ОИ ГТМ СО РАН, 1998.
10. История информатики в России. Ученые и их школы. М.: Наука, 2003.
11. Юдин Б. Г. Знание как социальный ресурс // Вестник РАН, 2006. Т. 76, №7.
12. Степин В. С. Теоретическое знание: Структура, историческая эволюция. М., 2000.

13. *Займан Дж.* Реальная наука // Социология науки: Статьи и рефераты / Под ред. С. А. Кугеля. СПб., 2000.
14. *Попов Ю. П., Самарский А. А.* Вычислительный эксперимент // Математика, кибернетика, 1983. №11.
15. *Самарский А. А., Михайлов А. П.* Математическое моделирование. М.: Физматлит, 2001.
16. *Кузнецов Н. А.* О развитии фундаментальных исследований по информационному взаимодействию в природе и обществе // Проблемы передачи информации. 1997, т.33.
17. *Полонников Р. И.* Феномен информации и информационного взаимодействия. СПб.: СПИИРАН, 2001.
18. *Бирюков Б. В.* Кибернетика: прошлое для будущего. М.: Наука, 1981.
19. *Черняк Л.* Адаптируемость и адаптивность // Открытые системы, 2004. Сентябрь.
20. Информатика. Энциклопедический словарь для начинающих / Под общей редакцией *Д. А. Поспелова*. М.: Педагогика-Пресс, 1994.
21. *Maruyama M.* The Second Cybernetics / Deviation Amplifying Mutual Causal Processes // American Scientist. 1963. N51.
22. *Foerster von H.* Cybernetics of Cybernetics, paper delivered at 1970 annual meeting of the American Society for Cybernetics. University of Illinois, Urbana, 1974.
23. *Редько В. Г.* Эволюционная кибернетика. М.: Наука, 2003.
24. *Фрадков А. Л.* Кибернетическая физика. СПб.: Наука, 2003.
25. *Юсупов Р. М., Гаскаров Д. В. и др.* Введение в геофизическую кибернетику и экологический мониторинг. Под общей редакцией Р.М.Юсупова. СПб.: СПбГУВК, 1998.
26. *Юсупов Р. М.* К 90-летию академика Е. П. Попова // Информационно-управляющие системы, 2005. №1.
27. *Юсупов Р. М., Соколов Б. В.* Проблемы развития кибернетики и информатики на современном этапе // «Кибернетика и информатика». СПб.: СПбГПУ, 2006.