

Часть I

ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
РАЗВИТИЯ ИНФОРМАТИКИ

УДК 004.3

**СТАНОВЛЕНИЕ ИНФОРМАТИКИ
КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ
И КОМПЛЕКСНОЙ НАУЧНОЙ ПРОБЛЕМЫ**

К. К. Колин

Рассматривается история развития информатики как фундаментальной науки и комплексной научной проблемы. Проводится анализ эволюции представлений о содержании предмета информатики в России и других странах. Рассматриваются различные подходы к структуризации предметной области информатики и основные тенденции её развития за последние десятилетия. Анализируется место информатики в системе современной науки и её взаимосвязи с другими научными дисциплинами.

1. Новый этап в использовании методов информатики и некоторые научно-методологические проблемы её дальнейшего развития

В последние годы появился целый ряд сообщений, содержание которых свидетельствует о том, что интерес к использованию методов информатики в самых различных областях научных исследований и практических разработок всё более быстро возрастает. Этот интерес проявляется не только отдельные учёные и научные организации, но также и некоторые важные государственные структуры, как в России, так и за рубежом. Так, например, в мае 2005 г. Консультативный комитет по информационным технологиям при Президенте США представил ему специально подготовленный аналитический доклад именно по этой проблеме [1]. В докладе, объём которого превышает 100 страниц печатного текста, приведены результаты достаточно

подробного анализа состояния дел по данной проблеме в США и показано, что здесь необходимо безотлагательно принимать самые решительные действия на федеральном уровне для предотвращения тех негативных тенденций, которые в настоящее время наблюдаются и в американской науке, и в системе образования. Эти тенденции, по мнению авторов доклада, проявляются в заметном снижении конкурентноспособности науки и образования в США в течение последних 15 лет. По их прогнозам, они могут привести к утрате мирового лидерства этой страны в сфере высоких технологий и поэтому являются серьёзной угрозой для её национальной безопасности.

В докладе особое внимание уделено методам информационного компьютерного моделирования, которые в последние годы очень быстро развиваются и практически уже оформились в одно из перспективных направлений междисциплинарной сферы исследований, получившей в западных странах название *Computational science* (Вычислительная наука). По этому направлению в последние годы регулярно проводятся достаточно представительные международные научные конференции, а сфера практических приложений методов информационного моделирования непрерывно возрастает.

Авторы доклада прогнозируют, что именно *Computational science* и будет в XXI в. критическим фактором дальнейшего развития науки, образования, а также высоких технологий, используемых и в промышленности, и в социальной сфере общества. Они утверждают, что именно прогресс в области *Computational science* должен обеспечить высокую конкурентную способность США в мировой экономике и их стратегическое превосходство перед другими странами в области высоких технологий.

1.1. Значение современных методов информатики для развития науки и техники. Термин *Computational Science* появился в научно-технической литературе сравнительно недавно. Он обозначает быстро развивающуюся область знания и сферу деятельности, связанные с созданием алгоритмов решения задач, имитационным компьютерным моделированием различных явлений и процессов в науке и технике, а также с созданием программного обеспечения для целей имитационного моделирования.

В пояснительной записке к упомянутому выше аналитическому докладу указывается, что *Cognitive Science* — это одна из наиболее важных областей творческой деятельности, которая является весьма существенным фактором для инновационного развития общества в XXI в. При этом авторы доклада особо подчёркивают, что именно эта область стала в настоящее время критическим фактором для обеспечения научного лидерства, конкурентной способности и национальной безопасности США.

В основном тексте доклада достаточно убедительно показано, что развитие «вычислительной науки» создаёт сегодня уникальные возможности для проведения научных исследований. С использованием её средств и методов учёные могут изучать самые разнообразные проблемы, исследование которых другими методами является не эффективным, а зачастую и просто невозможным.

Диапазон этих проблем чрезвычайно широк. Это и биофизические процессы головного мозга, и исследование фундаментальных физических сил, формирующих Вселенную, и распространение инфекционных болезней, и крупномасштабные природные катаклизмы, и анализ ядовитых веществ, используемых террористами, и многое, многое другое.

Исключительно важная особенность вычислительной науки, по мнению авторов доклада, заключается в том, что её методы востребованы практически во всех предметных областях науки и поэтому могут использоваться практически во всех сферах научного познания, привнося в них принципиально новые качества. Прежде всего, это возможность интеграции и обработки больших объёмов научных информационных ресурсов, резкое сокращение времени доступа к результатам научных исследований, а также возможность наглядной компьютерной визуализации полученных результатов. Принципиальными эти качества являются потому, что экспериментальные исследования некоторых процессов или явлений, порождающих большие объёмы данных, необходимо осуществлять в реальном масштабе времени, при этом обработка этих данных должна вестись параллельно с развитием самого процесса. Кроме того, в науке существуют проблемы, связанные с процессами, на изучение которых традиционными методами просто не хватает продолжительности жизни самого исследователя, но при моделировании которых может быть изменён масштаб времени.

Что же касается новых методов компьютерной визуализации, то они также представляются чрезвычайно важными для понимания и интерпретации результатов исследований. Ведь даже имеющиеся сегодня возможности наглядного представления технологий и иных исследуемых процессов и явлений в природе и обществе позволяют более широко использовать просторное воображение, ассоциативную память и другие возможности правого полушария головного мозга человека, которые, по мнению ряда специалистов, в настоящее время явно используются не полностью.

Таким образом, вычислительная наука сегодня становится той междисциплинарной областью, которая может многократно повысить эффективность исследований практически во всех других направлениях фундаментальной и прикладной науки. Однако эта универсальность представляет собой не только достоинство, но и уязвимое место самой вычислительной науки. Ведь все другие научные дисциплины могут использовать её средства и методы, но ни одна из них не озабочена проблемами их дальнейшего развития. Именно поэтому здесь и необходимы специальные меры для стимулирования развития данного стратегически важного междисциплинарного научного направления, адекватного вызовам времени и потребностям других сфер деятельности.

Что же касается использования методов вычислительной науки в развитии техники, то, как отмечается в докладе, это направление также является чрезвычайно перспективным, так как оно позволяет получить весьма существенные экономические и материальные выгоды. Практика показала, что, например, использование методов имитационного моделирования при проектировании крыльев самолёта позволяет существенно образом сократить сроки разработки по сравнению с традиционными натурными экспериментами в аэродинамических трубах.

Тем не менее, в докладе отмечается, что в настоящее время в США практически используется лишь очень малая часть тех потенциальных возможностей, которыми обладает вычислительная наука. И обусловлено это целым рядом причин, главными из которых являются консерватизм сложившихся механизмов финансирования науки и образования, которые и являются основными преградами на пути широкого распространения междисциплинарных подходов и методов новой науки. Преодоление

этих преград, по мнению авторов доклада, и должно стать основной задачей федерального правительства США на ближайшие десятилетия. С этой целью в докладе предлагается проведение в США ряда новых крупномасштабных и долгосрочных национальных программ по сотрудничеству правительства, науки, образования и бизнеса в целях их кардинальной перестройки в направлении развития и более эффективного использования методов *Computational Science* и, в первую очередь, методов имитационного компьютерного моделирования, практически во всех сферах социальной практики.

В заключительной части доклада ещё раз подчёркивается, что в условиях XXI в., когда формируется глобальная экономика и усиливается роль науки и разработок в сфере высоких технологий, именно вычислительная наука будет составлять тот «третий столп» научного прогресса, который, наряду с двумя другими (теоретическими исследованиями и физическим экспериментом), и будет являться основой научной методологии нового века.

К сожалению, авторы доклада сосредоточили своё внимание лишь на инструментально-технологических аспектах использования средств и методов *Computational Science* в научных исследованиях и промышленных разработках и практически ничего не говорят о проблемах развития *фундаментальных основ Computational Science* и *информатики* в целом, включая её философские и мировоззренческие аспекты как междисциплинарного научного направления. Нам представляется, что в этом заключается принципиально важный и весьма существенный недостаток этого доклада, так как он не позволяет получить целостной картины состояния и перспектив развития рассматриваемого в нём исключительно важного комплексного научного направления *Computational Science* и его позиционирования в рамках информатики как более широкой области знания.

1.2. Предлагаемая новая структура предметной области *Computational Science* и её анализ. В качестве одной из радикальных мер, которая, по замыслу авторов аналитического доклада, должна содействовать необходимому развитию *Computational Science*, как междисциплинарного направления, предлагается новая трактовка структуры её предметной области. Эту область предлагается существовавшим образом расширить путём

включения в неё также и предметной области *Computer Science and Information Science*. Иначе говоря, предлагается, наконец, объединить в составе одной предметной области как компьютерное, так и информационное направления в информатике, которые в США традиционно рассматривались в качестве самостоятельных научных направлений, что, кстати говоря, существенным образом отличается от европейского и российского подходов к структуризации проблем информатики, и это объединение позиционируется как одна из трёх составных частей *Computational Science*.

Кроме того, в состав предметной области *Computational Science* предлагается также включить направление, связанное с инфраструктурой компьютеринга (*Computing Infrastructure*). Этот американский термин обозначает всю область деятельности, связанной с использованием компьютеров, которая позиционируется как ещё одна составная часть предметной области *Computational Science*.

Конечно, авторов рассматриваемого аналитического доклада можно понять. Им крайне необходим собирательный термин, который смог бы объединить основные предметные области фундаментальных и прикладных исследований в *Computer Science and Information Science* и *Computing Infrastructure* в рамках *Computational Science*, которая и послужила бы своеобразным «брэндом» для дальнейшей популяризации этого направления в американском обществе. А как это умеют делать американцы, всем хорошо известно.

Однако нам представляется, что термин *Computational Science* в качестве такого собирательного термина вряд ли подходит по нескольким причинам. Во-первых, как было указано выше, этот термин уже используется сегодня для обозначения вполне конкретной области исследований и разработок, связанных с алгоритмами, имитационным моделированием и его программным обеспечением. Во-вторых, по своему смысловому содержанию термин *Computational Science* явно не соответствует содержанию таких уже давно известных предметных областей, как *Information Science* и *Computing Infrastructure*, которые, как это предлагается авторами аналитического доклада, должны войти в состав новой комплексной научной и прикладной дисциплины.

Нам представляется, что для этих целей лучше всего использовать термин *Информатика*, причём в его расширенной

российской и европейской трактовке. Ведь, благодаря существующей в русском языке полисемии, этим термином мы сегодня обозначаем и компьютерную науку, и информационную науку, и всю область, связанную с использованием информационной техники и информационных технологий для социальных коммуникаций, проведения научных исследований, развития системы образования, экономики и культуры, а также соответствующую сферу деятельности, включая отрасль промышленного производства [2].

Что же касается перевода на русский язык термина *Computer Science* (компьютерная наука) термином *Информатика*, то многие специалисты считают, что этот перевод оказался неудачным и стали использовать термин *компьютинг*. Историческое разделение становления компьютерного и информационного направлений в информатике выявило достаточное количество оснований для их конвергенции, которая сегодня представляется вполне естественной. Ведь не зря же в последние годы, как в российской, так и в западной научной литературе, появляется всё больше публикаций, в которых высказывается идея интеграции этих двух направлений в единую комплексную научную дисциплину. Аналитический обзор таких публикаций содержится в работе [3], публикуемой в настоящем сборнике.

1.3. Современное состояние и научно-методологические аспекты развития информатики в России. В отличие от традиции раздельного формирования компьютерного и информационного направлений в информатике, подход российских учёных к проблемам развития информатики всегда отличался существенно большей комплексностью. Ведь именно в нашей стране впервые были сформированы представления об информатике как о фундаментальной науке, имеющей важное междисциплинарное, научно-методологическое и мировоззренческое значение [4–6]. Именно Россия на 2-м Международном конгрессе ЮНЕСКО «Образование и информатика» (Москва, 1996 г.) предложила новую концепцию изучения проблем информатики как фундаментальной науки и общеобразовательной дисциплины в системе опережающего образования. При этом была предложена также и новая структура образовательной области «*Информатика*» для системы образования и показано, что переход

к этой структуре может стать важным шагом на пути интеграции фундаментальной науки и образования [7].

Именно в России, начиная с 1990 года, осуществляется развитие *социальной информатики* как нового перспективного направления в науке и образовании, которое должно стать научной базой для формирования информационного общества [8, 9]. При этом также разработана концепция и методология изучения проблем социальной информатики в системе высшего образования [10].

В последние годы в Российской академии наук разрабатываются также философские, семиотические и лингвистические основы информатики, а также формируются принципиально новые подходы к структуризации её предметной области, которые учитывают не только актуальные и перспективные направления развития самой информатики, но и современные тенденции развития науки и образования [11–17]. Некоторые из этих проблем рассматриваются в последующих разделах данной статьи, а также в публикуемых в данном сборнике работах Р.С. Гиляревского, И.М. Зацмана и О.С. Кожуновой, Е.Б. Козеренко, С.Н. Гринченко, И.М. Гуревича и Р.Б. Сейфуллы Мулюкова.

Что же касается собственно вычислительных аспектов информатики, то им в России всегда уделялось значительное внимание. Достаточно указать на то научное направление, которое уже более 20 лет активно развивается российскими учёными и которое получило в нашей стране название *вычислительного эксперимента*. Инициатором и признанным лидером этого направления является академик А.А. Самарский, научная школа которого хорошо известна не только в России, но и за рубежом [18].

2. Эволюция представлений о предмете информатики в России и других странах

Представления о содержании предмета информатики как научной дисциплины, а также о месте информатики в системе научного знания несколько раз изменялись в процессе её развития, причём, весьма радикально. Эволюцию этих представлений можно проследить, рассматривая историю становления информатики за последние десятилетия.

2.1. Информатика как гуманитарная наука. Термин «*Информатика*» появился в научной литературе в начале 60-х годов XX в. При этом он стал практически одновременно использоваться как в России, так и во Франции. Однако, смысловое значение этого термина во Франции (а затем и в других странах Западной Европы) и в России было в те годы совершенно различным. Так, например, в изданном в 1982 году во Франции Словаре информатики она определялась как *наука о содержательной обработке, особенно при помощи автоматических машин, информации*, которая, в свою очередь, рассматривалась как *основа человеческих знаний и коммуникаций в технологической, экономической и социальной областях* [19].

В тоже время в Большой советской энциклопедии информатика определялась тогда как *теория научной информации*, т.е., «*область гуманитарного знания, изучающая структуру и общие свойства научной информации, а также основные закономерности процессов информационной коммуникации*» [20].

Необходимо отметить, что эта точка зрения на предмет информатики, как *гуманитарной научной дисциплины*, была сформирована в России группой учёных Всесоюзного института научно-технической информатии [21, 22]. Развитие информатики как информационной науки достаточно подробно рассматривается в работе Р.С. Гиляревского, публикуемой в настоящем сборнике [23]. Однако даже тогда далеко не все российские учёные рассматривали информатику только как информационную науку. Одним из них был профессор А.В. Соколов, который ещё в 1971 году опубликовал статью, где прогнозировал, что информатика в будущем должна превратиться в *обобщающую научную дисциплину всего коммуникационного цикла* и стать новым научным направлением, которое будет изучать не только научно-техническую информацию, но и все другие виды *социальной информации и социальной коммуникации* [24].

В 1976 году академик А.П. Ершов в своём предисловии к монографии «Информатика — вводный курс» ввёл новый термин «*Информационная технология*», которым он обозначил всю сферу машинной обработки информации. При этом он отметил, что одной из важнейших задач информатики как науки является изучение информационных технологий. С тех пор этот термин прочно вошёл в терминологический арсенал информатики и до сих пор является одним из наиболее употребительных.

2.2. Информатика как техническая наука. Следующий этап переосмысления содержания предмета информатики следует отнести к периоду 1978–1983 гг. Он был связан со стремительным развитием вычислительной техники и электроники и началом их всё более широкого распространения не только в научной и оборонной сферах, но также в промышленности, экономике, в сфере административного управления и финансовой деятельности. Знаковыми для развития информационной сферы деятельности в этот период явились три основных события:

— международный конгресс по информатике в Японии, который состоялся в 1978 году и дал новое, более широкое определение содержания термина «*Информатика*»;

— объявление Японией национального проекта создания и использования ЭВМ пятого поколения, которое было воспринято мировым сообществом как технологический вызов и в значительной степени способствовало изменению взглядов на роль информатики в дальнейшем развитии общества;

— создание в 1983 году в Академии наук СССР Отделения информатики, вычислительной техники и информатизации, на которое было возложено научное руководство работами в этой сфере деятельности как в нашей стране, так и в странах СЭВ.

В этот период развития информатики на первый план выдвинулись её инструментально-технологические аспекты, в то время как философские и социально-экономические аспекты этой науки ещё находились в начальной стадии разработки. Свидетельством этого может служить определение информатики, которое было выработано на указанном выше Международном конгрессе по информатике в Японии. Звучит оно следующим образом: «*Понятие информатики охватывает области, связанные с разработкой, созданием, использованием и материально-техническим обслуживанием систем обработки информации, включая машины, оборудование, математическое обеспечение, организационные аспекты, а также комплекс промышленного, коммерческого, административного, социального и политического воздействия*».

Из приведённого определения видно, что, несмотря на явное доминирование в нём инструментально-технологических аспектов, уже тогда, около 30 лет тому назад, всё же указывалось также и на социально-экономические, и на политические аспекты

развития информатики. И, как показала история, этот прогноз оказался правильным.

2.3. Информатика как естественная наука. Хотелось бы отметить, что многие ведущие отечественные учёные, такие, как академики Е. П. Велихов, О. М. Белоцерковский, В. М. Глушков, А. П. Ершов, В. С. Михалевич и некоторые другие, отдавая должное актуальности инструментально-технологических аспектов развития информатики, хорошо понимали, что её проблематика не ограничивается только этими аспектами, а является гораздо более широкой. Так, например, вице-президент АН СССР академик Е. П. Велихов, выступая с докладом на Общем собрании АН СССР в марте 1983 года, специально подчёркивал, что: «Информатика охватывает очень широкую область обработки информации, гораздо более обширную, чем создание вычислительных машин и математического обеспечения» [25].

Академик А. П. Ершов в своей статье «Информатика: предмет и понятие» [26] специально отметил, что: «Термин „Информатика“ уже в третий раз вводится в русский язык в новом, куда более широком значении — как название *фундаментальной естественной науки, изучающей процессы передачи и обработки информации*. При таком толковании информатика оказывается более непосредственно связанной с философскими и общенаучными категориями, проясняется и её место в кругу „традиционных“ академических дисциплин».

Комментируя эту свою точку зрения на место информатики в системе научного знания, А. П. Ершов писал: «Создавая некоторую относительность деления наук на естественные и общественные, мы всё же относим информатику к естественнонаучным дисциплинам в соответствии с принципом вторичности сознания и его атрибутов и представлением о единстве законов обработки информации в искусственных, биологических и общественных системах. Отношение информатики к фундаментальным наукам отражает общенаучный характер понятия информатики и процессов её обработки».

Сегодня эта точка зрения на позиционирование информатики в системе науки приобретает в России и в ряде других стран мира всё большее количество сторонников.

Профессор Ю. И. Шемакин в монографии «Введение в информатику» [5], также отмечал, что «*основной задачей информатики является изучение закономерностей, в соответствии*

с которыми происходят создание, преобразование, хранение, передача и использование информации всех видов, в том числе с применением современных технических средств».

Первый директор Института проблем информатики АН СССР академик Б. Н. Наумов также считал информатику естественной наукой и ещё в 1985 году дал этой науке следующее определение: «В настоящее время информатику можно определить как естественную науку, изучающую общие свойства информатики, процессы, методы и средства её обработки (сбор, хранение, перемещение, выдача)» [4].

Приведённые выше определения предмета информатики, предложенные российскими учёными более 20 лет тому назад, характеризуют информатику как *фундаментальную естественную науку*, имеющую первостепенное значение для развития всего комплекса научных исследований, связанных с изучением свойств информатики и информационных процессов в природе и обществе, а также способов и средств реализации этих процессов.

2.4. Украинская научная школа информатики. Рассматривая историю развития информатики как нового научного направления, нельзя обойти молчанием украинскую научную школу информатики, лидером которой является профессор Ю. М. Каныгин. Представители этой школы всегда занимали особую позицию при обсуждении вопросов об объекте и предмете информатики, а также о её месте в системе наук. Суть этой позиции состоит в том, что информатика рассматривается как новая фундаментальная наука, основным понятием которой выступает понятие *информационного ресурса*. Так, например, в работе [56, с. 12] при рассмотрении вопроса о предмете информатики указано: «...мы связываем информатику с закономерностями движения и переработки информации в общественной среде, с общими принципами построения и функционирования информационных систем социальной природы, использующих информацию в виде человеческих знаний. Иными словами, речь идёт в данной работе о социальной информатике. Но это не означает, что мы в принципе отвергаем необходимость и важность предметного рассмотрения информационных процессов в биологических и технических (искусственных) системах и формировании связанных с этим научных дисциплин биологической и технической информатики».

И далее: «Таким образом, предметом информатики является информационный ресурс как „симбиоз“ знания и информатии (информация в виде понятийного знания). Он выступает в качестве предмета новой науки и с содержательной, и с формально-математической, и с технической стороны. Это новая содержательная и квантифицируемая категория, позволяющая информатике занять своё очень важное место в системе наук» [56, с. 21]. Сосредотачивая своё внимание на социальных аспектах информатики, авторы данной работы аргументируют это тем, что информатика «...открывает ресурсы перспективного социально-экономического развития сложной, качественно более совершенной организации жизни и деятельности общества, перехода на новый виток эволюции современной цивилизации — к информационному обществу». Однако при этом они не отрицают и важности других перспективных направлений развития информатики.

3. Современные представления о предмете информатики

В настоящее время в мировом научном и образовательном сообществах существуют три основные точки зрения на предмет и область исследований информатики. В соответствии с первой из них информатика всё ещё квалифицируется как *комплексная техническая дисциплина, изучающая методы и средства автоматизированной обработки и передачи информации и, в первую очередь, с помощью ЭВМ и телекоммуникационных сетей*.

В нашей стране эта точка зрения сформировалась в значительной степени благодаря позиции таких авторитетных учёных, как академики А. А. Дородницын, А. А. Самарский, Н. Н. Моисеев, В. И. Сифоров, В. М. Глушков. Именно эта точка зрения была доминирующей вплоть до 1995 года и определяла отношение к информатике, как в отечественной науке, так и в системе образования. Из этих же представлений, вероятнее всего, исходили и при формировании перечня научных специальностей ВАК, по которым сегодня в России подготавливаются и защищаются кандидатские и докторские диссертации в области информатики. Ведь вот уже более 20 лет как в этом перечне существует лишь всего одна научная специальность «Теоретические основы

информатики», которая, конечно же, не может охватить всех её современных научных проблем и аспектов.

Что же касается зарубежной науки, то в США, Канаде и многих других англоязычных странах русскоязычному термину «*Информатика*» сегодня соответствует, как минимум, четыре англоязычных термина и четыре сформировавшиеся области знания: *Information science*, *Computer science*, *Computer Science and Information Science* и *Computational Science* [3]. При этом в «*Computer science*», само содержание которого подчёркивает компьютерную ориентацию данной области научных исследований и прикладных разработок, основное внимание уделяется инструментально-техническим аспектам, а не изучению собственно информационных процессов, которыми занимается другая наука, получившая в этих странах название «*Information science*». В России аналогичная наука также сформировалась как целостное самостоятельное научное направление [21–23].

Существует также и другая точка зрения, в рамках которой информатика рассматривается одновременно и как *фундаментальная естественная наука*, и как *комплексная область практической деятельности*. Эта точка зрения стала всё больше распространяться в России, начиная с 1990 года, когда были опубликованы результаты исследований развития определений информатики и её предметной области, проведённые в Институте проблем информатики РАН [2, 9, 11, 12, 31], в Институте проблем передачи информации РАН [81], в Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации РАН [82], а также в Институте радиотехники и электроники РАН [83]. В этих работах была проанализирована эволюция представлений о предмете информатики и показано её место в системе науки, междисциплинарное значение и взаимосвязи с другими научными дисциплинами. В результате этих исследований ведущими научными структурами нашей страны в настоящее время принята методология, при которой информатика рассматривается как естественная наука. При этом её социальные, биологические и физические аспекты специально не выделяются, хотя и подчёркивается роль информатики как научной базы информатизации общества [82], а также значение методов информационного моделирования и прогнозирования для решения многих глобальных проблем развития современной цивилизации [83].

Таким образом, предметная область информатики так, как её сегодня понимают различные российские учёные, гораздо

многозначнее и шире, чем предметная область той дисциплины, которую в странах Запада принято обозначать термином «*Computer science*». Иначе говоря, термин «Информатика» обозначает сегодня предметную область, которая включает одновременно проблематику и «*Computer science*», и «*Information science*», но не только эти науки.

Указанные выше работы, а также их последующее развитие, и стали той научной базой, которая позволила России выступить на II-м Международном конгрессе ЮНЕСКО «Образование и информатика» (Москва, 1996 г.) с важной инициативой о переходе в перспективной системе образования на новые принципы изучения информатики как фундаментальной естественной науки и общеобразовательной дисциплины [7, 30]. Инициатива России была поддержана участниками Конгресса ЮНЕСКО и нашла отражение в его итоговых документах. Достаточное сказать, что подготовленный российскими учёными Аналитический обзор по проблеме «Образование и информатика» [32] был помещён в трудах Конгресса перед национальными докладами, которые представили ему другие страны-участники.

Необходимо также отметить, что указанный выше Конгресс ЮНЕСКО стал знаковым событием в развитии *информатики как фундаментальной естественной науки и образовательной дисциплины* и сыграл важную роль в распространении развиваемой российскими учёными *новых концепций изучения информатики* в мировой системе образования. Ведь труды этого Конгресса были изданы на основных международных языках (русском, английском, французском, испанском) и разосланы всем странам-членам ЮНЕСКО. Этот результат стал возможным благодаря активной позиции на Конгрессе делегации российских учёных во главе с вице-премьером Правительства России академиком РАО В. Г. Кинелевым.

Ещё одна точка зрения, которая в последние годы приобретает всё больше сторонников, как в России, так и за рубежом, связана с работами российских учёных А. П. Ершова, Ю. И. Шемакина, Ю. А. Шрейдера и А. Д. Урсула, которые ещё 20 лет назад рассматривали информатику как *формирующуюся новую фундаментальную науку, которая будет иметь первостепенное значение не только для всего естествознания, но и для гуманитарных наук*. Близкую точку зрения высказал в 1963 году американский учёный С. Горн. Её изложение можно найти в работе [3].

Этот прогноз российских и американских учёных был освоен на признании фундаментальности понятия информатики, которая собственно и является важнейшим объектом изучения информатики как фундаментальной науки, востребованности возможностей информатики разными областями знания, а также на гипотезе, согласно которой информационные закономерности должны иметь общую основу для своего проявления, как в живой, так и в неживой природе, в том числе — и в искусственно созданных человеком технических системах. Автор данной работы является сторонником именно этой точки зрения.

3.1. Социальные аспекты информатики. Важность изучения социальных аспектов информатики начала осознаваться в научном сообществе ещё в начале 80-х годов XX в., когда на повестку дня дальнейшего развития общества выдвинулась проблема его информатизации. Эта проблема активно обсуждалась тогда не только учёными, но также государственными и общественно-политическими деятелями различных стран, в том числе и Советского Союза. В СССР было на конкурсной основе разработано четыре варианта Концепции информатизации общества, один из которых представила Академия наук СССР. Обсуждение этой Концепции в научной печати, в средствах массовой информации и на различного рода конференциях сыграло важную роль в формировании общественного сознания, связанного с переосмыслением роли информатики в экономических, производственных и социальных процессах. Становилось всё более понятным, что здесь мы имеем дело не просто с очередным этапом развития научно-технического прогресса, а с началом глобальной социотехнологической революции, развитие которой кардинальным образом изменит не только производство и экономику, но также и все другие сферы жизнедеятельности общества.

Важную роль в формировании этой точки зрения на проблему информатизации общества сыграли работы Э. Тоффлера, А. Масулы, а также российских учёных А. И. Ракитова [33], и, в особенности, А. Д. Урсула, который в своих работах показал стратегическую значимость процесса глобальной информатизации общества для дальнейшего развития цивилизации, а также необходимость создания фундаментальной научной базы для его изучения и прогнозирования [34]. Такой базой и должно было стать новое научное направление в области развития информа-

тики, которое получило в России название «Социальная информатика» [8].

История становления и научно-методологические проблемы развития социальной информатики как науки и области практической деятельности достаточно подробно рассмотрены в целом ряде научных статей и монографий, часть из которых принадлежат автору настоящей работы. Хотелось бы отметить, что в настоящее время это направление получило признание не только в России, но и за рубежом, а также в такой авторитетной международной организации в области проблем образования, науки и культуры, как ЮНЕСКО. Если же говорить о содержании предмета исследований социальной информатики, то в работах [10, 35] она рассматривается как наука о закономерностях и формах движения информатики в обществе, то есть как раздел информатики, представляющий собою новую область исследований.

Таким образом, предметная область социальной информатики в её современном понимании, не ограничивается только проблематикой, связанной с информатизацией общества, хотя эта проблематика и является в настоящее время приоритетной на данном этапе развития этой науки. Она охватывает также и многие другие информационные аспекты развития общества, в том числе, такие новые и мало изученные проблемы, как *информационное неравенство, информационная безопасность, информационная преступность и информационная война*.

О признании важности социальных аспектов информатики весьма убедительно свидетельствует и тот факт, что эти аспекты освещаются в новом издании Большой Российской Энциклопедии. Решение об этом было принято Редакционным советом БРЭ по предложению Института проблем информатики РАН и в настоящее время практически реализуется при подготовке и издании первых томов этого энциклопедического издания.

4. Краткая история развития предметной области информатики в России

В процессе развития информатики и её становления как самостоятельной научной дисциплины представляется о структуре и содержании её предметной области неоднократно изменялись весьма существенным образом. Это объясняется тем

разнообразием подходов, которое имело место со стороны учёных к определению объекта и предмета исследований информатики на различных этапах её развития.

Одна из первых попыток структуризации предметной области информатики была предпринята профессором Московского энергетического института Ф. Е. Темниковым. Он предложил различать в составе предметной области информатики три основных сегмента, а именно: *информационные системы, информационные процессы и базовые информационные элементы*. Таким образом, предлагалось структурировать предметную область информатики по *уровню сложности* изучаемых ею информационных объектов (базовые элементы, процессы и системы). Это предложение Ф. Е. Темникова не нашло должного резонанса в среде специалистов, изучавших проблемы информатики в 60–70-е годы XX в. Да и сегодня его работа практически не цитируется учёными, изучающими историю информатики. Тем не менее, предложенный им подход, по нашему мнению, содержит определённый элемент рациональности и поэтому может быть использован при формировании перспективной структуры предметной области информатики, которая будет кратко рассмотрена ниже.

Следующее предложение о структуризации предметной области информатики принадлежит первому директору Института проблем информатики АН СССР академику Б. Н. Наумову [4]. Он предложил различать в составе предметной области информатики следующие три сегмента:

— *теоретическую информатику* — область изучения теоретических основ информатики;

— *техническую информатику* — область, связанную с изучением и разработкой технических и программных средств информатики;

— *прикладную информатику* — область, связанную с изучением проблем и методов применения средств информатики в различных сферах социальной практики (науке, образовании, промышленности, медицине, оборонном комплексе и т. п.).

Анализ данного подхода к структуризации предметной области информатики показал следующее.

1. Предложенный принцип структуризации предметной области является смешанным. С одной стороны, учитываются различия между теоретическими и прикладными аспектами информатики и выделяются соответствующие им сегменты предметной

области. А, с другой стороны, технические проблемы информатики выделяются в самостоятельный сегмент, где внимание концентрируется, в основном, на её аппаратных и программных средствах. Напомним, что именно эти проблемы были в период 1983–90 г.г. наиболее острыми для нашей страны, в то время, как другие проблемы информатики, например, проблема информатизации общества и проблема информационной безопасности, ещё только начинали обсуждаться.

2. Под техническими средствами информатики в этот период времени понимались, в основном, традиционные аппаратные средства вычислительной и телекоммуникационной техники. При этом другие технические средства для работы с информацией (телевизионная и радиотехника, фото и видеоаппаратура, средства связи и т. п.) считались тогда не относящимися к проблемной области технической информатики.

3. Предложенная Б.Н. Наумовым структура предметной области информатики не содержит самостоятельных сегментов, специально ориентированных на изучение других, не технических проблем информатики (например, её социальных, биологических или же физических аспектов). И это несмотря на то, что Б.Н. Наумовым именно в этот период было дано достаточно широкое определение информатики как естественной науки, которое уже было нами приведено выше.

Нужно отметить, что предложенная Б.Н. Наумовым структура предметной области информатики была достаточно позитивно воспринята научным сообществом и сохранялась неизменной практически до 1990 года, когда стали предприниматься попытки выделения в составе информатики ряда новых сегментов предметной области. Одним из них явилась *социальная информатика* — область, связанная с изучением социальных аспектов информатики, которая в настоящее время уже получила достаточно широкое международное признание. Основоложником данного научного направления в информатике является А. Д. Урсул [8].

Очередная попытка развития предметной области информатики автором настоящей работы в 1990 году, когда была опубликована статья [9], которая была специально посвящена анализу различных подходов к структуризации предметной области информатики как комплексной проблемы. В этой работе были даны следующие определения информатики, а также предмета её исследований:

«Информатика представляет собой науку о свойствах, законах, процессах, методах и средствах формирования, образования и распространения информации в природе и обществе, в том числе при помощи технических систем».

Предметом исследований информатики являются свойства, закономерности, процессы, методы и средства формирования информации (данных и знаний), её представления, количественной оценки, хранения, преобразования и распространения в природе и обществе, а также проблем создания и использования для этих целей соответствующих систем».

Исходя из приведённых выше достаточно широких определений информатики и предмета её исследований, в работе [9] была предложена и новая структура её предметной области. В ней были выделены следующие четыре основных сегмента:

- теоретическая информатика;
- техническая информатика;
- социальная информатика;
- биологическая информатика.

Легко заметить, что данная структура предметной области информатики является двухуровневой. При этом верхний уровень занимает *теоретическая информатика*, а нижний — три других равнозначных сегмента: *техническая, биологическая и социальная информатика*, изучающие специфические проблемы информатики, характерные для того или иного типа *информационной среды*, в которой и реализуются соответствующие информационные процессы. Что же касается *теоретической информатики*, то предполагалось, что она должна изучать общие свойства и закономерности информационных процессов, которые могут проявляться при их реализации в любой из перечисленных выше информационных сред (технической, биологической или же социальной).

Для каждого из указанных выше сегментов предметной области, которые было предложено в дальнейшем рассматривать как достаточно самостоятельные направления в информатике, в работе [9] были определены также и основные задачи исследований. При этом отмечалось, что структура информатики, как нового комплексного научного направления, ещё находится в стадии становления и поэтому требует дальнейшего развития. Особо подчёркивалась необходимость развития перспективных направлений исследования в области информатики, в которых, вероятнее всего, и могут быть получены принципиально новые

научные результаты. В частности, отмечалось, что предметом исследований теоретической информатики должны являться свойства и закономерности формирования, представления, преобразования и распространения *знаний*, так как с этими проблемами соприкасаются все большие группы специалистов, связанных с созданием и использованием информационных систем, основанных на использовании знаний.

Последующее развитие информатики показало, что данный прогноз оказался верным. Ведь уже сегодня не только учёные, но и общественно — политические деятели регулярно обсуждают проблемы становления общества и экономики, основанных на всё более широком использовании знаний, а проблемы и методы искусственного интеллекта и основанные на них практические разработки находят в последние годы всё большее распространение.

В области **технической информатики** помимо традиционных задач подчёркивалась актуальность и важность научно-методологических исследований в области информационных технологий, а также необходимость формирования по данному направлению отдельной научной специальности для подготовки кандидатов и докторов наук. К сожалению, такая научная специальность в нашей стране отсутствует до сих пор.

Выделение **социальной информатики** в качестве самостоятельного направления научных исследований, а не только прикладной области, явилась в те годы достаточно смелым шагом и потребовало специальной аргументации, которая была приведена в работах [35, 36] и в ряде последующих публикаций. Сегодня мы можем констатировать, что этот шаг был сделан своевременно, так как он позволил системно и целенаправленно вести работы по данному научному направлению. В результате этих работ Россия занимает сегодня ведущее место в мире в части создания теоретических основ социальной информатики, структуризации её предметной области и формирования системы основных научных понятий. Основные результаты здесь принадлежат российским учёным [8, 10, 35–38].

Не менее важным шагом в работе [9] явилось и выделение в качестве самостоятельного научного направления *биологической информатики* как новой научной дисциплины, предметом исследования которой являются информационные процессы в биологических системах, живых организмах и растениях, а также влияние этих процессов на развитие живой природы.

Это направление в начале 90-х годов XX в. являлось наиболее дискуссионным, так как оно только зарождалось. Однако с каждым годом становилось всё более ясным, что влияние информационных процессов на развитие живой природы ранее явно недооценивалось. Ведь уже тогда в научной печати появился целый ряд публикаций об экспериментах, свидетельствующих о том, что здесь мы имеем дело с новыми, ещё не изученными явлениями информационного взаимодействия, которые происходят в процессе функционирования и развития объектов живой природы.

Именно поэтому в работе [9] был сделан прогноз о том, что изучение этих явлений методами информатики позволит не только раскрыть новые фундаментальные закономерности реального мира, но и, возможно, использовать их при создании инструментальных средств и комплексов технической информатики. Сегодня, спустя 16 лет после публикации этой работы, мы видим, что этот прогноз также оказался верным. В последние годы научные исследования в области *биоинформатики* получают всё большее развитие. В этой области публикуются не только научные статьи, но и монографии. Проблемы биоинформатики начинают изучаться и в системе высшего образования России. Так, например, в 2001 году в МГУ им. М. В. Ломоносова был создан новый факультет «*Биоинформатика и биоинженерия*».

4.1. Место прикладных исследований в структуре информатики. Рассмотрим теперь место прикладных исследований в области информатики в предложенной структуре её предметной области. В работе [9] показано, что эти исследования, как правило, имеют достаточно тесные связи практически со всеми рассмотренными выше четырьмя основными направлениями исследований. Поэтому в структуре её предметной области направлять *прикладной информатики* было предложено рассматривать в виде соответствующих компонентов, входящих в состав основных направлений технической, социальной и биологической информатики.

При этом было специально отмечено, что достаточно широко используемые в научно-технической литературе названия отдельных направлений прикладных исследований в области информатики являются лишь краткими научно-техническими терминами, которые, как правило, не раскрывают в полной мере предме-

та исследования соответствующего направления. Так, например, под термином «Педагогическая информатика», по существу, понимается комплекс прикладных исследований по развитию и использованию средств и методов информатики для целей информационной поддержки педагогического процесса, т. е. применительно к проблемам информатизации сферы образования — предметной области, находящейся на стыке сегментов социальной и технической информатики.

Аналогичным образом термин «Медицинская информатика» следует относить к соответствующему комплексу исследований и разработок в интересах информатизации сферы здравоохранения, а не только медицины. И, конечно же, эти исследования должны опираться на фундаментальные результаты в области теоретической и биологической информатики.

Таким образом, предложенная в работе [9] структура предметной области информатики является матричной. Её аналогом может служить структура предметной области кибернетики, предложенная в своё время ещё Н. Винером, который предлагал различать в составе кибернетики такие её основные направления, как *теоретическая, техническая, биологическая и социальная кибернетика*.

4.2. Развитие структуры предметной области информатики в период 1993–1995 гг. Важным событием в этот период явилось обсуждение фундаментальных проблем информатики на пленарном заседании Международного конгресса «*Информационные процессы и технологии*», который состоялся в 1993 г. в Москве. На этом Конгрессе были заслушаны и обсуждены пленарные доклады [39, 40], посвящённые проблемам формирования нового комплекса наук об информатике, в котором сдерживающая организующая роль отводилась информатике. В них были показаны те направления развития информатики, которые в последующем могут стать «точками роста» новых научных дисциплин, расширяющих её предметную область. Так например, впервые была аргументирована необходимость целенаправленного изучения информационных процессов в неживой природе. В настоящее время это направление активно развивается и получило в России название *физической информатики* [12, 41].

В 1995 году в России и за рубежом были опубликованы работы [11, 31], которые были специально посвящены научно-методологическим проблемам информатики и перспективным на-

правлениям её дальнейшего развития. Публикация этих работ, а также тезисов указанных выше докладов на Международном конгрессе, сыграли определённую роль в изменении отношения многих представителей научного сообщества к проблемам информатики как фундаментальной науки и комплексного научного направления практической деятельности.

5. Современная структура предметной области информатики и некоторые перспективы её дальнейшего развития

Современная структура предметной области информатики как фундаментальной науки была впервые предложена в работе [31]. В ней были выделены пять основных сегментов (рис. 1), каждый из которых представляет собой достаточно крупное самостоятельное направление научных исследований, а именно:

- 1) теоретическая информатика;
- 2) техническая информатика;
- 3) социальная информатика;
- 4) биологическая информатика;
- 5) физическая информатика.

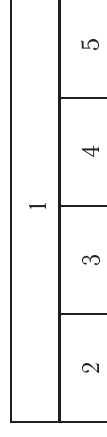


Рис. 1. Современная структура предметной области информатики:

- 1 — теоретическая информатика;
- 2 — техническая информатика;
- 3 — социальная информатика;
- 4 — биологическая информатика;
- 5 — физическая информатика

Необходимо отметить, что здесь представлены все основные виды информационной среды, которые имеются в окружающем нас мире живой и неживой природы. При этом в неживой природе выделяются две основные сферы, в которых могут происходить информационные процессы:

- физиосфера (естественная природная среда);
- техносфера (искусственная природа, созданная человеком).

В составе живой природы различаются также две основные сферы:

— биосфера (естественная природная среда живых организмов и растений);

— социосфера (человеческое общество).

При данном подходе к структуризации проблем информатики предполагается, что в каждом из перечисленных выше четырёх видов природной среды существует своя разновидность информационной среды, в которой собственно и реализуются информационные процессы и которая оказывает существенное влияние на специфику проявления в данной среде общих информационных закономерностей, изучаемых *теоретической информатикой*.

Таким образом, предложенная в данной работе идея структуризации предметной области информатики состоит в том, что основные направления исследований различаются по признаку того или иного вида *информационной среды*, в которой протекают изучаемые информационные процессы (рис. 2).

1	2	3	4
---	---	---	---

Рис. 2. Структуризация предметной области информатики по признаку вида информационной среды:

- 1 — техническая информатика;
- 2 — социальная информатика;
- 3 — биологическая информатика;
- 4 — физическая информатика.

5.1. Современные тенденции дальнейшего развития информатики. Современные тенденции развития информатики как науки, а также необходимость их комплексного исследования не только в рамках академического сектора науки, но и в системе образования, достаточно подробно рассмотрены в работах [12, 14, 31, 42–46]. Главный вывод, который можно сделать из анализа содержания этих работ, заключается в том, что *наступает новый период развития информатики как междисциплинарного научного направления*, которое будет выполнять интеграционные функции для других направлений науки, как естественнонаучных, так и гуманитарных.

Проникновение идей и методов информатики в эти области диктуется сегодня потребностями и логикой развития самой фундаментальной науки, а также необходимостью решения ряда

важных прикладных проблем. Следует ожидать, что это проникновение не только даст новый импульс для развития научных исследований на стыке информатики с другими науками, но также обогатит и саму информатику новыми идеями.

Указанная выше тенденция стала особенно заметно проявлять себя в России в последние годы, когда в научной печати был опубликован целый ряд монографий, содержание которых свидетельствует о том, что идеи и методы фундаментальной информатики находят сегодня всё большее распространение в теории систем, синергетике, общей физике, квантовой механике, теоретической биологии, физиологии, генетике, социологии и других научных дисциплинах [47–52].

В то же время весьма заметной становится и другая тенденция развития информатики. Проявляется она в том, что внутри самой информатики начинают формироваться новые и весьма перспективные научные направления. Здесь можно привести несколько конкретных примеров.

1. В области **теоретической информатики** в результате исследований, проводимых в Институте проблем информатики РАН, начинается формироваться новое научное направление, получившее название *концептуальной информатики* [53]. Это направление формируется на стыке таких дисциплин как теория информации, семантика и семиотика, и может стать научной основой для решения такой важной и актуальной проблемы современной информатики, как концептуальный поиск информатики в электронных библиотеках. Научную и практическую значимость этого направления в условиях становления информационного общества, основанного на знаниях, трудно переоценить. Необходимо отметить, что для того, чтобы осуществить корректную формальную постановку этой проблемы, пришлось в определённой степени пересмотреть и расширить существующую систему базовых понятий информатики [54].

2. Весьма перспективным представляется также и формирование в последние годы новое направление исследований в области **систем искусственного интеллекта**, основанное на *концепции активного элемента*. Существуют прогнозы, что развитие этого направления может существенным образом изменить традиционные подходы к решению многих задач автоматизации проектирования, управления производством и даже задач информатизации образования.

3. В области **технической информатики** уже практически сформировалось и быстро развивается *нейроинформатика* — научное направление, связанное с исследованием и разработкой нового поколения средств информатики, основанных на использовании принципов нейронных сетей и нейросетевых алгоритмов решения плохо формулируемых задач. В этой области значительных успехов добились российские учёные [55]. Уже издано более 20 научных монографий, издаётся на русском и английском языках журнал «Нейрокомпьютер», создана и функционирует кафедра нейрокомпьютеров в Московском физико-техническом институте (техническом университете).

4. В настоящее время происходит стремительное развитие глобального процесса информатизации общества. При этом кардинальным образом изменяется вся информационная среда общества, а новые информационные технологии проникают практически во все сферы социальной практики и становятся неотъемлемой частью новой, информационной культуры человечества. Однако, в науке до сих пор отсутствует самостоятельное научное направление, которое являлось бы теоретической базой для проектирования перспективных информационных технологий, их оптимизации и сравнительной количественной оценки эффективности, а также для разработки методов и инструментальных средств, которые обеспечивали бы наилучшие способы организации наиболее массовых и социально значимых информационных процессов.

Поэтому сегодня представляется актуальной и проблема формирования *информационной технологии как научной дисциплины* о методах и средствах создания и эффективной реализации информационных технологий (в обычном, узком понимании этого термина). Основные положения концепции формирования этого нового направления кратко изложены в работе [46].

5. Ещё одно перспективное научное направление исследованной в области технической информатики начало формироваться в самые последние годы и получило название *наноинформатики*. Оно связано с изучением возможности создания и практического применения сверхминиатюрных устройств информатики на основе использования *нанотехнологий*. Эти технологии являются последним достижением в области физики твёрдого тела и обеспечивают возможность получения новых искусственных материалов с заранее задаваемыми свойствами путём сборки их

молекул из отдельных атомов. Прогнозируемые возможности нанотехнологий столь высоки, что их относят к одному из четырёх видов так называемых *критических технологий*, развитие и использование которых должно будет изменить облик цивилизации в XXI в.

6. В области **социальной информатики** на первый план сегодня выдвигается проблема создания и эффективности использования *информационных технологий электронной обработки информации*. Эти технологии сегодня также квалифицируются как критические. Ведь их использование позволяет поднять эффективность системы образования на качественно новый уровень, повысить её доступность и гибкость, обеспечить реализацию персонально ориентированного процесса обучения и самообразования. За рубежом это направление получило название *e-learning*.

Исключительно актуальным в области социальной информатики становится сегодня и комплекс новых проблем, связанных с обеспечением *информационной* и *информационно-психологической безопасности* человека и общества. Сюда относятся проблемы *информационного неравенства*, проблемы *виртуальной защиты общества*, проблемы *манипуляции общественным сознанием* при помощи средств массовой информации и многие другие. Анализ показывает, что решение этих проблем может быть найдено лишь на основе развития теоретических основ социальной информатики, создания теории социального информирования, а также исследования фундаментальных закономерностей реализации информационных процессов в социальной сфере [10].

7. На стыке технической и физической информатики в последние годы начало формироваться новое научное направление, получившее в России название *квантовой информатики*. Здесь на квантовом уровне изучаются информационные свойства элементарных частиц материи и возможности создания на этой основе принципиально новых средств информатики и информационных технологий передачи, хранения и обработки информации. При этом носителями информации могут выступать определённым образом поляризованные частицы света — фотоны, а также отдельные атомы вещества, их совокупности и т. п.

В результате развития этого направления в ближайшие годы могут стать реальностью такие новые средства информатики, как *квантовые компьютеры*. Согласно существующим прогнозам,

они позволяют решать сложные математические задачи (например, перемножение матриц больших размерностей), которые в настоящее время не могут быть решены даже на самых современных Супер-ЭВМ. Естественно, что проблема создания квантовых компьютеров требует не только разработки теории и методологии *квантовых вычислений*, но также и формирования принципиально нового направления в информатике — *квантового программирования*.

Все эти новые направления уже формируются, причём, во многом благодаря усилиям российских специалистов в области информатики и математики.

6. Перспективная структура предметной области информатики

6.1. Концептуальный подход к структуризации перспективной предметной области информатики.

Новый концептуальный подход к структуризации предметной области информатики был предложен автором настоящей работы в 2003 году и описан в итоговом отчёте по НИР «Базис». Он также достаточно подробно рассмотрен в работе [12], где показана его конструктивность для науки и образования. Основная идея этого подхода состоит в том, что вся предметная область информатики представляется в виде матрицы, которая имеет четыре столбца и четыре строки (рис. 3). Каждый столбец соответствует одному из рассмотренных ранее основных направлений информатики, которые были названы как *техническая, социальная, биологическая и физическая информатика*.

Строки же соответствуют *уровням рассмотрения* изучаемых проблем в каждом из этих направлений (рис. 4). Здесь предлагается различать четыре таких уровня: *базовые информационные элементы, информационные процессы, информационные системы и фундаментальные основы информатики*.

Под *фундаментальными основами информатики* в указанной работе предлагается понимать её *теоретические основы*, дополненные также и *философскими основами информатики*, с которыми всё чаще приходится сталкиваться исследователям, работающим в таких новых направлениях как биологическая и физическая информатика. Уровень фундаментальных основ информатики, по нашему мнению, должен включать в себя также и *общую теорию информатики*. Необходимость выделения этого

1.1	1.2	1.3	1.4
2.1	2.2	2.3	2.4
3.1	3.2	3.3	3.4
4.1	4.2	4.3	4.4

Рис. 3. Перспективная структура предметной области информатики

Основные направления исследований и разработок:

- *техническая информатика* (сегменты 1.1, 2.1, 3.1, 4.1);
- *социальная информатика* (сегменты 1.2, 2.2, 3.2, 4.2);
- *биологическая информатика* (сегменты 1.3, 2.3, 3.3, 4.3);
- *физическая информатика* (сегменты 1.4, 2.4, 3.4, 4.4).

- Уровни сложности изучаемых информационных объектов и проблем:
- *фундаментальные основы информатики* (сегменты 1.1–1.4);
 - *информационные системы* (сегменты 2.1–2.4);
 - *информационные процессы и технологии* (сегменты 3.1–3.4);
 - *базовые информационные элементы* (сегменты 4.1–4.4).

1
2
3
4

Рис. 4. Структуризация предметной области информатики по критерию уровня сложности изучаемых информационных объектов и проблем:

- 1 — *фундаментальные основы информатики*;
- 2 — *информационные системы*;
- 3 — *информационные процессы и технологии*;
- 4 — *базовые информационные элементы*

уровня в составе перспективной структуры предметной области информатики сегодня обусловлена всё большим возрастанием её общенаучной значимости и фундаментальным характером изучаемых ею новых научных проблем.

Таким образом, предлагаемая структура предметной области информатики представляет собой матрицу, которая содержит 16 структурных элементов. Их нумерация осуществляется следующим образом. Первая цифра номера каждого структурного элемента соответствует уровню рассмотрения проблемы, а вторая — одному из указанных выше четырёх направлений в информатике, которое определяется соответствующим типом информационной среды (технической, социальной, биологической или физиче-

ской). В работе [12] показано, что данная структура является весьма конструктивной для развития науки и образования, так как она позволяет:

- 1) достаточно просто определять место той или иной проблемы, научной или учебной дисциплины в области информатики в общей структуре её проблемной области;
- 2) выявлять новые перспективные направления научных исследований, которые в настоящее время ещё не проводятся, но в ближайшие годы могут стать весьма актуальными;
- 3) более чётко представлять внутреннюю структуру новых направлений исследований, возникающих на стыках различных сегментов предметной области информатики.

6.2. Некоторые новые прогнозируемые научные направления в области информатики. Проведённый в работе [12] анализ перспективной структуры предметной области информатики показал целесообразность существенного расширения содержания ряда уже существующих дисциплин и направлений исследований в области информатики за счёт придания им большей комплексности, а также ориентации их на изучение информационных закономерностей, проявляющихся в различных видах информационной среды. Так, например, новая дисциплина «*Фундаментальные основы информатики*» не должна ограничиваться изучением общих информационных закономерностей лишь в области техносферы (сегмент 1.1), но должна также включать в себя и проблемы изучения этих закономерностей в других видах информационной среды: социальной (сегмент 1.2), биологической (сегмент 1.3) и физической (сегмент 1.4). Иначе говоря, эта комплексная научная дисциплина должна формироваться на стыках технической, социальной, биологической и физической информатики и служить теоретической базой для научных исследований, выполняемых на других, более низких уровнях общности изучаемых этими направлениями проблем. Ведь именно так и формировалось в своё время такое комплексное научное направление, как *кибернетика*.

Практически не ведутся в настоящее время и целенаправленные исследования *фундаментальных основ социальной информатики* (сегмент 1.2), которые являлись бы теоретической базой для развития всех других сегментов данного научного направления. Так, например, весьма актуальным представляется сегодня формирование таких новых дисциплин, как «*Социаль-*

ные информационные технологии» и «*Теория социального информирования*» (сегменты 2.2 и 3.2), по которым в России уже проводятся определённые виды научных исследований.

Кроме того, социальная информатика изучает сегодня, главным образом, лишь проблемы становления информационного общества и практически не исследует свойств его базовых информационных элементов, в том числе, — информационно-информационной среды общества (сегмент 4.2 на рис. 3).

Конструктивность перспективной структуры предметной области информатики для системы образования. Одной из важнейших задач модернизации образования, осуществляемой в настоящее время в ряде стран мирового сообщества, является существенное повышение его качества на основе фундаментализации и, в первую очередь, усиления внимания к изучению математики и естественных наук. При этом исключительно важно обеспечить формирование у людей целостного современного научного мировоззрения, адекватного реалиям и перспективам развития глобального информационного общества, которое будет основано на широком использовании научных знаний и новых высокоэффективных информационных технологий.

В этих условиях необходимо отказать от фрагментарного подхода к изучению проблем информатики в системе образования и, в первую очередь, — в системе высшей школы. Жизнь настоятельно требует перехода к изучению ряда новых комплексных дисциплин, которые будут иметь не только прикладное, но и общеобразовательное значение. Можно прогнозировать, что такие дисциплины будут формироваться как по принципу «вертикальной интеграции» отдельных сегментов предметной области информатики (например, «Техническая информатика», «Биологическая информатика», «Физическая информатика», «Социальная информатика»), так и по принципу «горизонтальной интеграции» (например «Теория информационных процессов», «Базовые информационные элементы информатики» и т.п.).

Нам представляется, что предложенная выше матричная структура перспективной предметной области информатики, хотя и является весьма укрупнённой, позволяет более целенаправленно формировать внутри её предметной области комплексные научные и учебные дисциплины. Мало того, она также показывает и наиболее перспективные направления междисциплинарных научных исследований, которые выполняются сегодня автономно

учёными из учебных заведений и факультетов различной ориентации (технической, физической, биологической, социальной). С этой точки зрения, предложенная перспективная структура предметной области информатики представляется весьма конструктивной не только для развития науки, но также и для развития системы образования.

7. Информатика в современной системе науки

7.1. Информатика и понятие информатики. Многообразие подходов к определению предмета и основных задач информатики как науки в настоящее время является вполне закономерным. В значительной степени оно обусловлено многообразием современных представлений об *информации*, которая является фундаментальным понятием современной науки, но до сих пор ещё не имеет однозначного определения. Причина этого заключается в том, что феномен информатики по-разному проявляет себя в различных *информационных средах*, т.е. в тех конкретных условиях, в которых протекают информационные процессы, закономерности и методы реализации которых и изучает информатика как фундаментальная наука.

Поэтому в различных направлениях развития информатики (техническом, биологическом, социальном, физическом) анализируются лишь вполне определённые аспекты проявления феномена информатики и информационных процессов, которые обусловлены тем или иным видом информационной среды. Так, например, в *технической информатике* анализируются различные методы генерации, кодирования, передачи, приёма, преобразования и хранения сигналов, которые представляют собой лишь внешние отражения, т.е., некоторую форму представления информатики. При этом её внутреннее содержание, т.е. *смысловое значение*, а также *ценность* и *значимость* для потребителя полностью игнорируются. Такой подход к информатике в технической информатике совсем не умаляет её значения как научного направления. Наоборот, он дал возможность сформировать достаточно развитую *теорию передачи и обработки сигналов*, которая позволяет производить необходимые инженерные расчёты трактов передачи информации в технических системах связи и телекоммуникации, оценивать пропускную способность каналов связи, их помехоустойчивость и надёжность и т.п. Одной из первых теоретических работ в этой области считается

работа Клода Шеннона [60], которого принято считать основоположником *общей теории информации*. Хотя, строго говоря, научная дисциплина, которую он начал развивать, теорией информации в современном понимании, в общем-то, не является, а представляет собой лишь теорию передачи данных по каналам связи.

Гораздо ближе к современному пониманию термина «теория информации» находятся пионерские работы У. Эшби [61], который рассматривал информатию как *меру разнообразия в природе и обществе*, т.е. как *степень организационной сложности технических, природных и социальных систем*. Этот подход оказался исключительно плодотворным и, как будет показано далее, в последние годы находит всё большее распространение при исследовании проявлений феномена информатики в физических, биологических и социальных системах.

Таким образом, именно фундаментальность понятия информатики и ключевая роль информационных процессов в развитии живой и неживой природы и являются теми основными факторами, которые выдвигают информатику на уровень фундаментальных наук и ставят её в один ряд с такими науками, как общая теория систем, синергетика, кибернетика, физика, химия, биология.

7.2. Междисциплинарный характер информатики.

Практически во всех современных энциклопедических словарях информатика определяется как комплексное междисциплинарное научное направление, которое является одной из наиболее перспективных «точек роста» современной науки. Она оказывает большое влияние на многие другие области научных исследований, передавая им свою научную методологию, главными достижениями которой сегодня следует считать методологию информационного моделирования, а также информационный подход к анализу различных объектов, процессов и явлений в природе и обществе.

Именно поэтому, изучение информатики как фундаментальной науки в системе образования имеет исключительно большое значение для формирования современного научного мировоззрения [11]. К сожалению, следует констатировать, что такой подход к изучению информатики, хотя и продекларирован в документах ЮНЕСКО [7], в трудах Российской академии наук, а также в проектах новых государственных образовательных

стандартов России, практически ещё очень медленно внедряется в систему образования. Причина здесь заключается не только в отсутствии хороших учебников по информатике для высшей и средней школы, но, главным образом, в консервативности мышления чиновников, работающих в сфере образования России, которые и сегодня всё ещё продолжают считать информатику вспомогательной технической дисциплиной о компьютерных технологиях и телекоммуникационных системах.

Справедливости ради следует отметить, что не лучшим образом обстоит дело с изучением фундаментальных основ информатики и в образовательных системах зарубежных стран, где сегодня также доминирует инструментально-технологический подход к изучению её основных проблем.

7.3. Информатика и философия. С философией информатику сегодня связывает, в первую очередь, проблема осмысления сущности феномена информатики — этого удивительного по своей многогранности и распространённости проявления физической реальности окружающего нас материального мира, а также мира идеального, являющегося его отражением. Понятие информатики является настолько сложным и многоаспектным, что до сих пор в науке не найдено его достаточно общего определения. И это несмотря на то, что, начиная со второй половины XX в., понятие информатики стало общенаучной категорией и широко используется практически во всех современных научных дисциплинах. Правда, в каждой из них этому понятию придаётся свой собственной смысл, адекватный специфике данной научной дисциплины.

Причина здесь заключается в том, что феномен информатики представляет собой многоплановое явление, которое по-разному проявляет свои свойства в различных ситуациях. Именно поэтому представители различных научных дисциплин при проведении своих исследований, как правило, используют свои собственные определения понятия информатики, характерные лишь для данной конкретной дисциплины. Сегодня таких определений насчитывается уже несколько десятков. Мало того, существуют философские работы [59], в которых утверждается, что дать достаточно общее определение содержания термина «информация» вообще невозможно, так как это понятие является принципиально неопределяемым. Поэтому утверждается, что нам и впредь придётся довольствоваться теми частными определениями этого

термина, которые уже сложились в различных областях научного знания.

С этой точкой зрения трудно согласиться. Тем более, что понятие информатики уже давно стало общенаучной категорией, которая сегодня широко используется в самых различных областях научного знания и практической деятельности людей.

7.4. Основные подходы к определению понятия информатики. Анализ существующих определений содержания термина «информатика» показывает, что в них используются два основных подхода — атрибутивный и функциональный. Сущность *атрибутивного подхода* заключается в том, что информатика предполагается неотъемлемым свойством (атрибутом) материи, и поэтому она может проявлять себя во всех объектах, процессах и явлениях как живой, так и неживой природы. Среди отечественных философов активным сторонником атрибутивного подхода является А. Д. Урсул, исследование которого в данной области в значительной степени содействовали распространению атрибутивного подхода к понятию информатики, который в последние годы завоёвывает в научной среде всё большее количество сторонников. А. Д. Урсул посвятил анализу феномена информатики целый ряд своих ранних философских работ [64–66], которые сыграли важную роль в развитии философской мысли как в России, так и за рубежом. Сущность информатики он связывал с *философской категорией отражения*. При этом способность некоторой системы воспринимать информацию трактовалась им как её способность отражать в себе состояние других систем путём соответствующего изменения собственной внутренней структуры. Таким образом, был вскрыт основной механизм установления связи между *формой* (структурой системы) и *содержанием* (воспринятой информацией), что является исключительно важным философским результатом этих исследований. Необходимо отметить, что именно философский подход А. Д. Урсула и был представлен в целом ряде изданных в России словарей, в которых было приведено определение понятия информатики. К их числу относится, например, Философский словарь, изданный под редакцией академика И. Т. Фролова [67].

Функциональный подход предполагает, что информация является результатом (функцией) деятельности человеческого сознания и поэтому в неживой природе она существовать не мо-

жет. Правда, при этом допускается существование информации и в биологических объектах, которое трудно отрицать. Специалистам, хорошо знакомым с основными положениями общей теории систем, кибернетики и синергетики, с точкой зрения сторонников функционального подхода трудно согласиться. Ведь хорошо известно, что информация является основой функционирования любых организованных систем, а не только объектов живой природы.

Так, например, в монографии академика Б. Б. Кадомцева «Динамика и информация» [48] убедительно показано, что весь окружающий нас мир представляет ничто иное, как совокупность *информационно открытых систем*, которые непрерывно взаимодействуют между собой в процессе своей эволюции. При этом информация пронизывает все уровни организации материи — от квантовых систем до галактических образований. Именно она определяет направление развития всех эволюционных процессов во Вселенной, является той главной первопричиной, под воздействием которой и осуществляется эволюция.

Казалось бы, совершенно ясно, что атрибутивному подходу к определению понятия информации сегодня нет достаточно аргументированной альтернативы. И, темнее менее, функциональный подход сегодня также имеет своих сторонников (см., например, статью Р. С. Гиляревского в данном сборнике [23]). Что же касается автора настоящей работы, то он придерживается атрибутивного подхода, который представляется ему существенно более продуктивным.

Следует отметить и весьма оригинальный подход к анализу феномена информации, который предлагается А. А. Дёминым в его монографии «Информационная теория экономики» [68]. С точки зрения этого автора, информация характеризует *направление движения материи* в то время, как понятия «вещество» и «энергия» характеризуют соответственно её *структуру* и *способность к движению*. Эта концепция позволила автору с информационных позиций подойти к анализу функционирования таких, казалось бы, хорошо изученных устройств, как паровая турбина и двигатель внутреннего сгорания. Им также была предложена информационная трактовка второго начала термодинамики и сделан ещё ряд важных выводов, значение которых выходит за рамки информационной экономики, которая и являлась основным предметом анализа в данной монографии.

7.5. Определение понятия информации, предложенное академиком В. М. Глушковым. Одно из наиболее общих определений понятия информации принадлежит академику В. М. Глушкову. В своей работе [62], опубликованной ещё в 1964 году, он писал: «Информация, в самом общем её понимании, представляет собой меру неоднородности распределения материи и энергии в пространстве и времени, меру изменений, которыми сопровождаются все протекающие в мире процессы».

История развития науки показала, что подход В. М. Глушкова к определению понятия информации оказался исключительно плодотворным при изучении информационных свойств физических систем. В настоящее время этот подход находит своё применение и в том новом направлении развития информатики, которое связано с изучением информационных процессов, протекающих в физической информационной среде неживой природы [41, 48, 49, 78–80]. В последние годы это направление всё более активно развивается в России и уже получило название *Физической информатики* [12].

В работе [15] проведён детальный анализ предложенного В. М. Глушковым определения содержания термина «информация» и показано, что оно основано на атрибутивном подходе к понятию информации и делает акценты на двух её основных аспектах — *статическом* (распределение материи и энергии в пространстве) и *динамическом* (изменения процессов во времени). Эти акценты представляются нам исключительно важными, так как они обращают внимание исследователей на существование в природе двух видов информации — *статической* и *динамической*. На этот двойственный характер информации неоднократно указывал в своих работах и профессор Ю. И. Шемакин. Он подчёркивал, что основным носителем статической информации в природе является материя (вещество), которая выполняет функции запоминания информации и таким образом обеспечивает её сохранение и трансляцию во времени [77]. Что же касается динамической информации, то её основным носителем является энергия (поле), которая и обеспечивает распространение информации в пространстве.

В работе [15] также показано, что предложенное в 1964 году В. М. Глушковым определение термина «информация» сегодня требует не только весьма существенного уточнения, но также и новой интерпретации.

7.6. Физическая сущность феномена информации. Рассмотрим теперь вопрос о физической сущности самого феномена информации, так как именно это необходимо для того, чтобы сформулировать новое и достаточно общее определение содержания термина «информация». Здесь представляется целесообразным использовать идею о связи между понятиями «информация» и «асимметрия», высказанную Г. В. Встовским в его монографии «Элементы информативной физики» [79]. В этой работе достаточно убедительно показана конструктивность использования понятия асимметрии для характеристики физической сущности феномена информации, а также возможность достаточно общего подхода к оценке количества информации как степени асимметрии, наблюдающейся в различных физических объектах.

По утверждению Г. В. Встовского, асимметрия, т. е. результат нарушения симметрии, это и есть информация. Однако, достаточно полного и чёткого определения содержания термина «информация» им всё же сформулировано не было. Попытка дать такое определение была предпринята в работе [15] и выглядит следующим образом:

Информация, в широком понимании этого термина, представляет собой объективное свойство реальности, которое проявляется в неоднородности (асимметрии) распределения материи и энергии в пространстве и в неравномерности протекания во времени всех процессов, происходящих в мире живой и неживой природы.

Иначе говоря, собственно неоднородность и неравномерность, т. е. результаты нарушения симметрии в распределении материи и энергии в пространстве и времени, которые наблюдаются в различных объектах, процессах или явлениях окружающего нас мира, и есть тот самый феномен, который и следует называть информацией. Отсюда, в частности, следует, что в однородных средах и в равномерно протекающих процессах информация отсутствует.

7.7. Основные виды информации. Анализируя приведенное выше определение, можно заметить, что в нём ключевым является понятие *неоднородности (асимметрии)*, как основного признака, характеризующего феномен информации. При этом выделяются два вида неоднородности — *статическая* и *динамическая*. Статическая неоднородность характеризует текущее состояние некоторой материальной или энергетической системы

(процесса), а динамическая — её *изменчивость во времени*, т. е., в течение некоторого периода наблюдения. Поэтому необходимо различать следующие два основных вида информации — *статическую* и *динамическую информацию*. Когда наблюдается неоднородность (асимметрия) распределения материи или энергии в пространстве, следует говорить о *статической информации*. Для анализа этого вида информации в большей степени оказываются пригодными методы комбинаторики, а также алгоритмические методы, предложенные А. Н. Колмогоровым.

Если же мы наблюдаем неравномерность протекания некоторых процессов во времени, то следует говорить о *динамической информации*. Для её анализа обычно применяются вероятностные методы исследования, которые в настоящее время достаточно хорошо разработаны. Хотелось бы подчеркнуть, что неравномерность наблюдается в ходе протекания практически всех процессов в природе, обществе и человеческом сознании. Это результаты проявления того фундаментального свойства реальности, которое и следует называть информацией.

С изложенной точки зрения, информация — это не плод нашего воображения, не продукт деятельности сознания, а реальный физический феномен, характеризующий состояние и характер движения материи или энергии. Информация неразрывно связана с материей и энергией, которые являются её носителями. Она представляет собой их атрибут, т. е. неотъемлемое свойство. Поэтому данный тип информации может быть назван *«физической информацией»* в отличие от *«идеальной информации»*, которая является результатом деятельности сознания и о сущности которой следует говорить особо.

Хотелось бы подчеркнуть, что в данном случае речь идёт о физической сущности так называемой «первичной», или «священной» информации, которая порождается неоднородностью (асимметрией) материальных или же энергетических объектов и процессов реального мира. Ведь именно эта информация является первоосновой для формирования так называемой «вторичной» информации, которая представляет собой некоторое «отражение» первичной информации и может быть отчуждена от своего первоисточника.

7.8. О физическом смысле понятий «Информация» и «Количество информации». Если сопоставить теперь предложенное в работе [15] определение содержания термина «инфор-

мация» с тем определением, которое в своё время дал этому термину В. М. Глушков, то можно сделать вывод о том, что его определение характеризует не саму информатику, а её *количество*. Действительно, ведь если под информацией мы понимаем *неоднородность* и *неравномерность* распределения материи и энергии в пространстве и времени, то именно *количество информации* может служить мерой этой неоднородности (неравномерности). А численное значение этой меры характеризует *степень* этой неоднородности или неравномерности в том или ином конкретном случае, т. е. является их количественной оценкой. Таким образом, предложенное В. М. Глушковым определение следует интерпретировать как достаточно строго определенное понятие «*количество информации*».

7.9. Относительный характер информатии. Одним из важнейших свойств информатии является её *относительность*. Дело в том, что когда мы говорим, например, о наблюдаемой неоднородности распределения материи или энергии в пространстве, то подразумеваем наличие некоторого опорного (базового) множества, относительно которого эта неоднородность и может быть выявлена путём выполнения некоторой *процедуры сравнения*. Иначе говоря, для того, чтобы обнаружить информатию, необходимо иметь возможность сравнить наблюдаемое состояние некоторого объекта, процесса или явления с некоторым другим их состоянием, уже известным из опыта предыдущих наблюдений. Именно оно и должно использоваться в качестве указанного выше опорного (базового) множества [79]. Поскольку же различные наблюдатели одного и того же объекта, процесса или явления могут иметь свой собственный опыт (внутренний тезаурус) предыдущих наблюдений, отличный от опыта других наблюдателей, то и их возможности по выявлению новой информатии могут существенно образом различаться. Именно это и обуславливает относительность воспринимаемой ими информатии.

Таким образом, способности человека, технической системы или физического объекта к восприятию поступающей к ним из внешнего мира информатии зависят не только от характера этой информатии, но также и от того «внутреннего тезауруса», который у них уже сформирован на основании накопленного ранее опыта своего функционирования и наблюдения за внешним миром. Этот вывод является исключительно важным результатом

общей теории информатии, который служит не только философской основой теории познания, но также и одним из основополагающих принципов создания интеллектуальных систем.

7.10. Информационный подход как фундаментальный метод научного познания. Второй основной проблемой информатики, имеющей важное философское значение, является развитие метода информационного подхода. Сегодня уже совершенно ясно, что этот метод имеет в методологии науки такое же значение, как и метод системного подхода, который получил развитие и всеобщее признание во второй половине XX в. На первостепенную важность дальнейшего развития метода информационного подхода и его всё более широкого использования в теории сложных систем указывает, например, академик АН Грузии И. В. Прангишвили [47]. А в работе [69] сделан прогноз о том, что именно сочетание методов системного, синергетического и информационного подходов и будет составлять ядро научной методологии познания природы, человека и общества на ближайшие десятилетия.

К сожалению, работ, непосредственно посвящённых анализу и развитию метода информационного подхода, в научной литературе сегодня ещё очень мало. Здесь можно указать на изданную ещё в 1988 году монографию Э. А. Семенюка [70], на несколько публикаций автора настоящей статьи [71, 72], а также на докторскую диссертацию В. Б. Гухмана [73], которая была защищена в 2001 году на философском факультете МГУ им. М. В. Ломоносова. В то же время сама эта проблема очень актуальна и, безусловно, требует своей дальнейшей разработки как в интересах развития философских и методологических основ информатики, так и для совершенствования методологии самой науки.

7.11. Философские основы информатики и научная парадигма. Третья философская проблема, которая связывается с фундаментальной информатикой и философией, заключается в формировании новой научной парадигмы и Картины Мира, в которых адекватно были бы отражены его информационные компоненты и закономерности. В настоящее время опубликовано значительное количество работ, где отмечается, что осмысление определяющей роли информатии в эволюционных процессах природы и общества открывает совершенно новую, информационную Картину Мира, которая существенным образом отлич-

чается от традиционной вещественно-энергетической Картины мироздания, доминировавший в науке ещё со времён Декарта и Ньютона до конца XX в. Сегодня уже совершенно ясно, что эта картина больше не соответствует современному представлению об устройстве Мира и что должна быть сформирована принципиально новая картина на основе взаимосвязанной триады фундаментальных понятий: «вещество» — «энергия» — «информация».

Можно ожидать, что формирование такой новой Картины Мира будет осуществлено в науке в ближайшие десятилетия и это должно стать результатом формирования новой научной парадигмы, в которой информационным аспектам будет отведена существенно более важная роль по сравнению с тем, как это имеет место в настоящее время [72]. Эта парадигма должна привести к формированию новой парадигмы самой информатики, философские основы которой в самых общих чертах рассмотрены в работе [63] и кратко перечисляются ниже. В работе [63] показано, что при формировании новой парадигмы информатики должны использоваться следующие концептуальные положения философского плана:

- признание информации не только как общенаучной категории, но и как *всеобщего свойства проявления реальности*, в том числе — признание факта существования информации в неживой природе;
- признание *всеобщего характера проявления информации*, которая пронизывает все уровни материальной и идеальной реальности и осуществляет связь между материальными и идеальными объектами окружающего нас мира;
- признание *фундаментальности феномена информации*, которая характеризует *семантические свойства материи* и обеспечивает связь её формы и содержания;
- признание *определяющей роли информации в эволюционных процессах любой природы*, в том, числе — в процессах эволюции физических систем, биологических объектов и человеческого общества;
- принятие в качестве основополагающей для дальнейших исследований гипотезы о *единстве информационных закономерностей в природе и обществе*, несмотря на определённую специфику их проявления в различных информационных

средах (физической, технической, биологической или же социальной).

Если допустить, что приведённые выше концептуальные положения являются справедливыми, то следует признать также актуальность и обоснованность дальнейшего развития информатики как фундаментальной науки, которая сегодня приобретает всё более важное общенаучное и междисциплинарное значение как самостоятельная область научного познания, изучающая собственными методами информационные процессы в природе и обществе. Никакие другие науки сегодня не имеют перед собой такой цели. И именно это и является главным аргументом в пользу признания информатики фундаментальной наукой, а не только прикладной технической дисциплиной как это считалось ранее.

8. Заключение

Рассмотренные выше результаты исследований истории становления информатики как науки и комплексной научной проблемы, её места в системе современной науки и развития научно-технического прогресса, а также актуальных проблем дальнейшего развития позволяют сделать следующие основные выводы.

1. За последние годы те области знания, для обозначения которых в русском языке использовался и используется сейчас термин «*информатика*», прошли ряд этапов своего эволюционного развития. В результате сегодня эти области знания всё более часто позиционируются как составляющие самостоятельной фундаментальной науки, которая изучает не только информационные процессы и технологии в технических системах, но также основные закономерности и методы реализации информационных процессов в природе и обществе.

2. В настоящее время информатика может быть квалифицирована, с одной стороны, как такая же самостоятельная область знания, как математика, физика, химия, науки о жизни, науки о Земле и т. д., а, с другой стороны, как принципиально важное комплексное научное направление, возможности которого востребованы и имеют первостепенное значение для дальнейшего развития всего естествознания, инженерных, гуманитарных и социальных наук. Такая квалификация основана на признании

фундаментальности феномена информатики, который и является важнейшим объектом изучения информатики, а также на гипотезе, согласно которой информационные закономерности должны иметь общую основу для своего проявления, как в живой, так и в неживой природе, в том числе, в социальных системах. Основными концепциями информатики, её научные методы и инструментальные средства всё более широко проникают в другие области научного познания, что придаёт информатике характер междисциплинарной области, которая приобретает всё более важное общенаучное и общеобразовательное значение.

3. В настоящее время информатика является одной из наиболее перспективных «точек роста» фундаментальной науки. Она стремительно расширяет свою предметную область, выполняя в то же время интеграционные функции в системе научного познания аналогично тому, как это было в период становления кибернетики во второй половине XX в. Дальнейшее развитие фундаментальных основ информатики имеет важное философское и научно-методологическое значение. При этом исключительно актуальной проблемой в настоящее время является развитие философских основ информатики, которое должно происходить на основе формирования новых философских представлений о природе информатики. Формированию этих представлений в значительной степени содействуют те результаты, которые были получены в России, как в середине 60-х годов прошлого века, так и в самые последние годы, в том числе, в области развития информационных аспектов теоретической физики, синергетики, генетики, общей физиологии и ряда других наук.

4. Рассмотренная выше перспективная структура предметной области информатики, как фундаментальной науки, представляется весьма конструктивной для дальнейшего развития науки и образования, так как она учитывает современные тенденции их развития и позволяет более чётко позиционировать отдельные направления исследований в области информатики, а также прогнозировать новые перспективные научные направления.

5. Некоторые результаты описанных выше исследований уже практически используются в системе высшего образования России. Так, например, разработаны и практически апробированы новые принципы изучения курса «*Теоретические основы информатики*» для гуманитарных вузов, которые используются в образовательном процессе Российского государственного со-

циального университета [74]. Подготовлена и издана монография [10], являющаяся учебным пособием по новому общеобразовательному курсу «*Социальная информатика*», рекомендованному ЮНЕСКО для перспективной системы образования. Для формирования учебных программ по этому курсу в системе высшего образования разработана и издана Базовая модульная программа. Опыт изучения этих курсов в системе высшей школы России показал их достаточно высокую эффективность для повышения качества высшего образования и поэтому заслуживает дальнейшего распространения.

6. В настоящее время изучение вопросов истории и философских проблем информатики должно в обязательном порядке осуществляться также и в российской системе подготовки научных кадров. Однако рекомендованная Министерством образования и науки РФ программа кандидатского минимума по этим проблемам была подготовлена наспех, не обсуждалась должным образом со специалистами в области информатики и поэтому является неудовлетворительной по своему содержанию, так как не отражает основных этапов эволюции и современного уровня развития этой науки. Поэтому многие российские вузы вынуждены сами разрабатывать и использовать программы по истории и философским проблемам информатики. Одна из них, ориентированная на подготовку аспирантов в педагогических университетах, разработана в результате совместной научно-методической деятельности Института проблем информатики РАН, Института информатизации образования РАО и Института содержания и методов обучения РАО [76]. В настоящее время эта программа находится в стадии практической апробации.

7. Рассмотренная выше новая американская инициатива в области развития Computational Science содержит серьёзный анализ новых вызовов XXI в. мировому сообществу. Эти вызовы обращены ко всем, без исключения, странам мира. Следует ожидать, что эти вызовы повлекут за собой новый этап конкурентной борьбы в области развития науки, образования и сферы высоких, в том числе, информационных технологий. Поэтому России, как и многим другим странам мира, уже в самые ближайшие годы придётся искать свой ответ на эти вызовы как в области развития информатики, так и в более широкой сфере науки, образования и высоких технологий [13].

Вполне вероятно, что во многих странах Европы и Азии появятся свои национальные программы в области развития ин-

форматики, аналогично тому, как это было в начале 80-х годов минувшего века, когда такие программы появились в ответ на японскую национальную программу создания ЭВМ пятого поколения. Специалисты хорошо помнят, что именно тогда в США была разработана и принята Стратегическая компьютерная инициатива, а в Академии наук СССР было создано Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации, разработана Концепция информатизации советского общества.

Чем же сегодня ответит Россия на новые вызовы XXI в. в сфере науки, образования и высоких технологий? Нам представляется, что сегодня России вновь необходима комплексная *Национальная программа развития информатики*. Причём, она должна вобрать в себя не только те прогрессивные идеи, которые содержатся в новой американской компьютерной инициативе, но и новые крупномасштабные мероприятия по развитию фундаментальных основ информатики, а также по внедрению этих результатов в российскую систему образования.

Список литературы

1. Computational Science: Ensuring America's Competitiveness. — President's Information Technology Advisory Committee. May 27, 2005.
2. Развитие определений «информатика» и «информационные технологии» / Под ред. И.А. Мизина. — М.: ИПИ АН СССР, 1991. — 22 с.
3. Зацман И.М., Кожунова О.С. Предпосылки конвергенции информатической и компьютерной наук // Настоящий сборник. С. 112.
4. Информатика и компьютерная грамотность // Сб. науч. тр. ИПИ АН СССР / Отв. ред. акад. Б. Н. Наумов. — М.: Наука, 1988.
5. Шемакин Ю.И. Введение в информатику. — М.: Финансы и статистика, 1985. — 200 с.
6. Кибернетика. Становление информатики. — М.: Наука, 1986. — 192 с.
7. Политика в сфере образования и новые информационные технологии // Национальный доклад России. 2-й Международный конгресс ЮНЕСКО «Образование и информатика». — Москва, 1996.
8. Урсул А.Д. Информатизация общества (введение в социальную информатику). — М.: АОН при ЦК КПСС, 1990. — 192 с.
9. Колин К.К. О структуре научных исследований по комплексной проблеме «Информатика» // Социальная информатика. — М.: ВКШ при ЦК ВЛКСМ, 1990. — С. 19–33.

10. Колин К.К. Социальная информатика: Учебное пособие для вузов. — М.: Академический Проект, 2003. — 432 с.
11. Колин К.К. Эволюция информатики и формирование нового комплекса наук об информатике // Научно-техническая информатика. Сер. 1. 1995. № 5. С. 1–7.
12. Колин К.К. Эволюция информатики // Информационные технологии. 2005. № 1. С. 2–16.
13. Колин К.К. Будущее информатики в 21 веке: российский ответ на американский вызов // Открытое образование. 2006. № 2(55). С. 73–77.
14. Колин К.К. Информационный поход в методологии науки и научное мировоззрение // «Alma mater» (Вестник высшей школы). 2000. № 2. С. 16–22.
15. Колин К.К. Феномен информатики и философские основы информатики // «Alma mater» (Вестник высшей школы). 2004. № 11. С. 33–38.
16. Зацман И.М. Семиотические основания и элементарные технологии информатики // Информационные технологии. 2005. № 7. С. 18–31.
17. Колин К.К. О структуре и содержании образовательной области «Информатика» // Информатика и образование. 2000. № 10. С. 5–10.
18. Попов Ю.П., Самарский А.А. Вычислительный эксперимент. — М.: Знание, 1983. — 64 с.
19. Le Garf A. Dictionnaire de l'informatique. — Paris: Presses Universitaires de France, 1982.
20. Большая советская энциклопедия. 3-е изд. Т. 10. — М.: Советская энциклопедия, 1972. — С. 348–350.
21. Михайлов А.И., Чёрный А.И., Гиляревский Р.С. Основы информатики. — М.: Наука, 1968. — 756 с.
22. Арский Ю.М., Гиляревский Р.С., Туров И.С., Чёрный А.И. Информатика: информационные структуры, системы и процессы в науке и обществе. — М.: ВИНТИ, 1996. — 489 с.
23. Гиляревский Р.С. Информатика как наука об информатике // Настоящий сборник. С. 59.
24. Соколов А.В., Манкевич А.И. Информатика в перспективе: к вопросу о классификации видов информатики и системе наук коммуникационного цикла // Научно-техническая информатика. Сер. 2. 1971. № 10. С. 5–9.

25. *Велихов Е. П.* Информатика — актуальное направление развития советской науки // Кибернетика. Становление информатики. — М.: Наука, 1986. — С. 10–21.
26. *Ершов А. Л.* Информатика: предмет и понятие. Там же. — С. 28–31.
27. *Белоцерковский О. М.* Математическое моделирование — отрасль информатики. Там же. — С. 45–62.
28. *Михалевич В. С., Каныгин Ю. М., Гриценко В. И.* Информатика — новая область науки и практики. Там же. — С. 31–45.
29. *Ершов А. Л.* Информатизация: от компьютерной грамотности к информационной культуре общества // Коммунист. 1988. № 2.
30. *Колин К. К.* Информатика в системе опережающего образования. Доклад на 2-м Международном конгрессе ЮНЕСКО «Образование и информатика». — Москва, 1996.
31. *Колин К. К.* Фундаментальные проблемы информатики // Системы и средства информатики. Вып. 7. — М.: Наука, 1995. — С. 5–20.
32. *Манушин Э. А., Колин К. К., Петров А. В., Федосеев А. А., Христочевский С. А.* Аналитический обзор по проблеме «Образование и информатика» (понятия, состояние, перспективы) // Труды II Международного конгресса ЮНЕСКО «Образование и информатика». Т. 1. «Основные документы Конгресса». — М.: ИИТО ЮНЕСКО, 1996.
33. *Ракитов А. И.* Философия компьютерной революции. — М.: Мысль, 1991. — 280 с.
34. *Урсул А. Д.* Путь в ноосферу. Концепция выживания и устойчивого развития цивилизации. — М.: Луч, 1993. — 275 с.
35. *Колин К. К.* Социальная информатика — новое направление научных исследований по комплексной проблеме «Информатика» // Системы и средства информатики. Вып. 7. — М.: Наука, 1995. — С. 20–37.
36. *Колин К. К.* Наука для будущего: социальная информатика // Информационные ресурсы России. 1995. № 3. С. 8–15.
37. *Колин К. К.* Социальная информатика как наука и учебная дисциплина // Открытое образование. 2003. № 3. С. 75–79.
38. *Соколова И. В.* Социальная информатика (социологические аспекты). — М.: Союз, 1999. — 121 с.
39. *Колин К. К.* Информатика сегодня и завтра: фундаментальные проблемы и информационные технологии // Сб. пленарных докладов Международного форума информатизации. Конгресс № 2. «Информационные процессы и технологии». Москва, 23–26 ноября 1993 г. — М.: Международная академия информатизации, 1993. — С. 5–26.
40. *Чернавский Д. С.* Биоинформатика. Там же. — С. 41–45.
41. *Гуревич И. М.* Законы информатики — основа строения и познания сложных систем. — М.: РИФ «Антиква», 2003. — 176 с.
42. *Колин К. К.* Информатика сегодня и завтра // Информационные технологии. 2000. № 1. С. 2–8.
43. *Колин К. К.* Новая компьютерная инициатива США и задачи России в области развития информатики // «Alma mater» (Вестник высшей школы). 2006. № 5. С. 26–29.
44. *Колин К. К.* Фундаментальная информатика и качество образования. Лекция-доклад. Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. — М., 2001. — 59 с.
45. *Колин К. К.* Индустрия информационных технологий и проблемы информатизации российского образования // «Alma mater» (Вестник высшей школы). 2005. № 4. С. 12–16.
46. *Колин К. К.* Информационная технология как научная дисциплина // Информационные технологии. 2001. № 2. С. 2–10.
47. *Прангишвили И. В.* Системный подход и общесистемные закономерности. — М.: Синтег, 2000. — 528 с.
48. *Кадолицев Б. Б.* Динамика и информатика. — М.: Редакция журнала «Успехи физических наук», 1997. — 400 с.
49. *Хазен А. М.* Ведение меры информатии в аксиоматическую базу механики. — М.: Рауб, 1998. — 168 с.
50. *Чернавский Д. С.* Синергетика и информатика: Динамическая теория информатии. — М.: Наука, 2001. — 244 с.
51. *Судаков К. В.* Информационный феномен жизнедеятельности. — М.: РМА ПО, 1999. — 380 с.
52. *Гаряев П. П.* Волновой генетический код. — М.: ИПУ РАН, 1997. — 108 с.
53. *Зацман И. М.* Концептуальный поиск и качество информатии. — М.: Наука, 2003. — 271 с.
54. *Зацман И. М.* Семантические основания и элементарные технологии информатики // Информационные технологии. 2005. № 7. С. 64–68.
55. *Галушкин А. И.* Нейрокомпьютеры. Кн. 3. — М.: ИПРЖР, 2000. — 528 с.
56. *Каныгин Ю. М., Калинич Г. И.* Основы теоретической информатики. — Киев: Наукова думка, 1990. — 232 с.
57. *Каныгин Ю. М., Ерищенко Н. Н., Калинич Г. И.* Информатика как фундаментальная наука. — Киев: Украинская академия информатики, Украинский институт научно-технической и экономической информатики, 1993. — 22 с.

58. *Каныгин Ю.М., Дорофиев В.В., Калинич Г.И.* Общая информатика: предмет, понятия, фундаментальные проблемы. — Донецк: Донецкий региональный научный центр УкрАИИ, 1994. — 22 с.
59. *Мелик-Гайказян Г.В.* Информационные процессы и реальность. — М.: Наука. Физматлит, 1998. — 192 с.
60. *Шеннон К.* Математическая теория связи. Работы по теории информации и кибернетики. — М.: ИЛ, 1963. — С. 243–332.
61. *Эшби У.Р.* Введение в кибернетику. Пер. с англ. — М.: Нил, 1959. — 432 с.
62. *Глушков В.М.* О кибернетике как науке // Кибернетика, мышление, жизнь. — М., 1964.
63. *Колин К.К.* Природа информации и философские основы информатики // Открытое образование. 2005. № 2(49). С. 43–51.
64. *Урсул А.Д.* Отражение и информатизация. Методологические аспекты. — М.: Мысль, 1973.
65. *Урсул А.Д.* Природа информации. Философский очерк. — М.: Политиздат, 1968.
66. *Урсул А.Д.* Информатизация. — М.: Наука, 1971.
67. *Философский словарь /* Под ред. Н. Т. Фролова. — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Республика, 2001. — 719 с.
68. *Дёмин А.И.* Информационная теория экономики. — М.: Палев, 1996. — 352 с.
69. *Колин К.К.* Формирование современного естественнонаучного мировоззрения // Сб. науч. тр. «Синергетика, человек, общество». — М.: РАГС, 2000. — С. 16–25.
70. *Семенов Э.П.* Информационный подход к познанию действительности. — Киев, 1988. — 240 с.
71. *Колин К.К.* Информационный подход как фундаментальный метод научного познания // Межотраслевая информационная служба. 1998. № 1. С. 3–17.
72. *Колин К.К.* Феномен информации и научная парадигма // Наука и науковедение. № 4. — Киев: Наукова думка, 1998. — С. 64–76.
73. *Гухман В.Б.* Философская сущность информационного подхода. Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора философских наук. — Тверь–Москва, 2001. — 38 с.
74. *Колин К.К.* Теоретические основы информатики. Учебно-методические материалы. — М.: Изд-во МГСУ, 2003. — 36 с.
75. *Колин К.К.* Философия и история образования. Учебно-методические материалы. — М.: Изд-во МГСУ, 2003. — 48 с.
76. *Колин К.К.* Историко-философское введение в проблемы информатики. Экспериментальная программа учебного курса для аспиран-

тов педагогических университетов. — М.: Институт информатизации образования РАО, 2006. — 26 с.

77. *Шемакин Ю.И.* Семантика самоорганизующихся систем. — М.: Академический проект, 2003. — 176 с.

78. *Зенин С.В.* Вода. — М., 2001. — 48 с.

79. *Встовский Г.В.* Элементы информационной физики. — М.: МГИУ, 2002. — 260 с.

80. *Гуревич И.М.* Законы информатики в проблеме познания сложных систем // Настоящий сборник. С. 325.

81. *Кузнецов Н.А., Плотиников Р.И., Юсупов Р.М.* Состояние, проблемы и перспективы развития информатики // Проблемы информатизации. 2000. № 1.

82. *Юсупов Р.М., Заболотский В.П.* Научно-методологические основы информатизации. — СПб.: Наука, 2000. — 455 с.

83. *Букатова И.Л., Михосев Ю.И., Шаров А.М.* Эвоинформатика. Теория и практика эволюционного моделирования. — М.: Наука, 1991.