

УДК 519.8

АНАЛИЗ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Б.В. Соколов

*Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук
(СПИИРАН)*

Россия, 199178, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., 39

E-mail: sokol@iias.spb.su

Р.М. Юсупов

*Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук
(СПИИРАН)*

Россия, 199178, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., 39

E-mail: spiiras@iias.spb.su

Ключевые слова: информатика, кибернетика, междисциплинарная отрасль системных знаний

Аннотация: В докладе рассматриваются основные направления взаимодействия информатики и кибернетики на современном этапе развития научно-технического прогресса. Показано, что настоящее время речь должна идти не о поглощении, а о взаимном дополнении, концептуальном и идейном взаимообогащении кибернетики и информатики, гармоничном развитии указанных междисциплинарных наук. Приводятся примеры, иллюстрирующие результаты взаимодействия кибернетики и информатики.

1. Введение

Современный этап развития человечества характеризуется переходом от индустриального к информационному обществу. В этих условиях данные, информация, знания, а также соответствующие информационные технологии и системы (ИТ, ИС), автоматизированные системы управления (АСУ) были и всегда будут оставаться объектами исследований многих фундаментальных и прикладных наук (таких, например, как теория информации, семиотика, информатика, общая теория систем (системология), кибернетика и неокибернетика, прикладная теория информации и т.д.) и, по сути, являются общенаучными категориями, принадлежащими междисциплинарной отрасли научных знаний [1, 2]. При этом важная роль в системе современных научных знаний, связанных с исследованием информационных проблем, отводится рассмотрению вопросов оценивания и анализа взаимовлияния друг на друга информатики, ИТ, с одной стороны, и теории и технологий (систем) управления существующими и перспективными сложными объектами и процессами (СлО и СлП), с другой стороны. В предлагаемом докладе будут рассмотрены на методологическом, технико-технологическом и практи-

ческом уровнях детализации основные аспекты взаимовлияния (взаимодействия) перечисленных теорий и систем друг на друга.

2. Современные тенденции междисциплинарного взаимодействия информатики и кибернетики

При рассмотрении перспектив развития и междисциплинарного взаимодействия информатики и кибернетики будем, прежде всего, основываться на тех основных тенденциях, которые сегодня наблюдаются как в науке в целом, так и в недрах указанных фундаментальных теорий. Среди этих тенденций выделим следующие три процесса: *формирование нового этапа взаимоотношений науки и технологий; естественная эволюция информатики и кибернетики; интеграционные процессы, направленные на сближение информатики и кибернетики (общей теории управления).*

В основу первой тенденции заложена констатация утверждения о том, что целью научной деятельности сегодня является не столько объяснение мира и получение знаний, так или иначе претендующих на истинность, сколько получение эффекта, который может быть воплощен в пользующиеся спросом технологии [3]. Это новое явление современности на Западе получило специальное название — *technoscience* (технонаука). Наиболее очевидные признаки технонауки — это существенно более глубокая, чем прежде, встроенность научного познания в процесс создания и продвижения новых технологий, неуклонное приближение науки и технологий к человеку, к его непосредственным потребностям. Очевидно, что влияние технонауки начинает проявлять себя, в первую очередь, в сфере естественных и технических наук. Касается оно, в том числе, и информатики, связанной с развитием и широким использованием, пожалуй, самых популярных и самых массовых информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

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

Чрезвычайно важным является также обстоятельство, связанное с процессом активного и масштабного слияния потребительской электроники (компьютеров, телевизоров, телефонов, игровых приставок и т.д.) с Интернет и другими сетевыми технологиями. Заметим, что конкретные программы и планы развитых стран в области информатизации связаны с расширенным использованием Интернет обычными гражданами на основе современных онлайн-услуг в виде сервисов электронного правительства, электронного здравоохранения, электронной коммерции, электронного обучения.

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

В настоящее время эволюция информатики как науки связана в значительной мере с развитием понятийного аппарата, в частности с попытками уточнения понятий информации и информатики и с разработкой методов и мер для количественной оценки информации. Весьма перспективным, по нашему мнению, может оказаться, в частности, понимание информатики как междисциплинарной науки об информации и информационном взаимодействии в различных предметных областях [1, 4, 5].

В этом отношении наиболее «родственные» связи информатика имеет с кибернетикой (общей теорией управления). Это связано с тем, что, во-первых, информатика развивалась в значительной мере в недрах кибернетики, фактически на единой технической базе — вычислительной технике и средствах связи и передачи данных, во-вторых, кибернетика, являясь наукой об общих законах и закономерностях управления и связи, объективно была вынуждена заниматься вопросами использования информации в интересах управления.

Указанное положение получило свое прекрасное подтверждение в ходе создания универсальных преобразователей информации — электронно-вычислительных машин, которые, в связи с этим, долгое время называли и в нашей стране и за рубежом кибернетическими машинами. Таким образом, в области системно-кибернетических исследований изначально была сформирована логически стройная и объективно обусловленная цепочка таких фундаментальных системных понятий как: Кибернетика — Управление — Информационные процессы — Универсальный преобразователь информации (ЭВМ, кибернетическая машина) [6]. Однако в дальнейшем в силу ряда объективных и субъективных причин эта взаимосвязанная и взаимообусловленная цепочка была разорвана, что привело к ряду негативных последствий как в области современной кибернетики, так и информатики. При этом современная тотальная экспансия компьютерных технологий создала у многих иллюзию их универсальности и способности решить любые проблемы. К сожалению, произошедшие к настоящему времени многочисленные аварии и катастрофы, причинами которых было несовершенство указанных технологий, позволило многим ученым в США и Европе заговорить о “компьютерном разрушении западной цивилизации” и построении не информационного общества, а общества риска [1-2].

Если говорить о достигнутых научных результатах в период самого интенсивного развития классической кибернетики (60–70-е годы прошлого века), то в нашей стране и за рубежом были сформулированы и доказаны ряд фундаментальных положений. *Во-первых*, было доказано, что важнейшим атрибутом любой системы (биологической, технической, социальной и т. п.) являются механизмы управления, поддерживающие систему в целостном состоянии и обеспечивающие целесообразное ее поведение в пространстве и времени; *во-вторых*, управление в системе любой природы есть целенаправленный процесс, предполагающий наличие вполне определенной цели; *в-третьих*, управление в системе любой природы есть информационный процесс, заключающийся в сборе, передаче и переработке информации; *в-четвертых*, регулярное и целенаправленное управление возможно только в замкнутом контуре, состоящем из управляющих и управляемых объектов, соединенных между собой прямыми и обратными линиями (цепями) связи; и, наконец, *в-пятых*, управление есть циклический процесс, а самоуправление должно быть оптимальным [5-11].

Таким образом, классическая кибернетика свела все ранее существовавшие взгляды на процессы управления в единую систему и доказала ее полноту и всеобщность. Другими словами, она предметно продемонстрировала повышенную мощность системного подхода к решению сложных проблем [6-7]. Наиболее разработанным направлением в кибернетики явилась теория управления динамическими техническими системами, в рамках которой были получены многочисленные выдающиеся фундаментальные и

прикладные научные результаты отечественными и зарубежными специалистами [5-11].

Новый всплеск интереса в мире к кибернетике на рубеже XX-XXI веков стал обусловлен, во-первых, все более усиливающейся в различных предметных областях проблемы сложности и, во-вторых, в повсеместно проявляющихся недостатках практического применения холистического или, по-другому, системного мышления в ИТ индустрии [12-20]. Решение проблем управления сложными объектами (problem of complexity control and management) требует проведения междисциплинарных исследований с привлечением специалистов разных специальностей: экономистов, биологов, физиков, математиков, специалистов в области компьютерных технологий.

Таким образом, характеризуя современное состояние исследований в области кибернетики, необходимо отметить, что объявленная основоположниками кибернетики всеобщность законов данной теории, остается, к сожалению, пока преимущественно декларацией, слабо подтвержденной конструктивным обоснованием именно ее всеобщности (это касается, прежде всего, сложных организационно-технических и социально-экономических систем). Образовавшийся в настоящее время разрыв между кибернетикой и соответствующими прикладными теориями управления, с одной стороны, и информатикой, с другой стороны, является ярчайшим подтверждением сложившейся ситуации. Все это требует проведения упреждающих исследований, основанных на прогнозировании возможных проблем в рассматриваемой предметной области и разработке соответствующих методологических и методических основ их решения. Применительно к вопросам развития кибернетики можно говорить о нескольких наметившихся тенденциях (направлениях исследований).

Говоря о первой тенденции, отметим, что за прошедшие десятилетия эры классической (винеровской) кибернетики многие авторы делали попытки пересмотреть ее научно-методологические основы. Так еще в 1963 году в статье М. Маруамы [16] появился термин «кибернетика второго порядка» (second cybernetics). В отличие от классической кибернетики (кибернетики первого порядка) в новых кибернетических системах предлагалось вводить в рассмотрение контуры положительной обратной связи для усиления полезных входных воздействий и флуктуаций и контуры отрицательной обратной связи для ослабления нежелательных входных воздействий.

Н. Фоёрстер в статье «Кибернетика кибернетики» [17] в 1974 году определил кибернетику первого порядка как кибернетику наблюдаемых систем, а кибернетику второго порядка как кибернетику наблюдения, включающую наблюдателя. По мнению Н. Фоёрстера, основным объектом исследований кибернетики второго порядка являются процессы взаимодействия между наблюдателем и тем, что наблюдается, и данная теория должна быть, прежде всего, ориентирована на живые системы, причем не столько на управление ими, сколько на познание процессов развития и нарастания биологической и социальной сложности. При этом в ряде работ [12-15] подчеркивается глубокая общность биологических объектов и современных информационных систем из-за их сетевой организации. Разрабатываемые в настоящее время архитектуры, ориентированные на сервисы и базирующиеся на концепции виртуализации своих компонент, создают материальную основу для синтеза принципиально новых информационно-вычислительных и телекоммуникационных систем, которые по своим свойствам будут приближаться к свойствам живых организмов. Одним из классиков современной кибернетики С. Биром в работе [8], было показано, как на основе нейрофизиологической интерпретации функционирования центральной нервной системы человека удастся построить оригинальную пятиуровневую модель жизнеспособной системы, в которой за счет гибкого сочетания механизмов иерархического и сетевого управления можно находить необходимый (в зависимости от складывающейся ситуации) компромисс между

централизацией и децентрализацией целей, функций, задач и операций, выполняемых в соответствующей организации и определяющих её специфику. Данную модель С. Бир успешно использовал при решении различных классов задач прогнозирования и анализа путей развития сложных социально-экономических систем [8]. При этом в своих работах С. Бир неоднократно подчеркивал, что конструктивное исследование многоаспектной проблемы сложности должно базироваться на дальнейшем диалектическом развитии принципа необходимого разнообразия, сформулированного Р. Эшби. Анализ ряда работ в области современной кибернетики, позволил сформулировать ряд конкретных направлений по реализации данного принципа, которые могут быть положены в основу концепций неокибернетики [2, 16-23].

В работах [2, 14, 15] перечисленные направления реализации принципа необходимого разнообразия получили свою дальнейшую конкретизацию и развитие для ряда весьма интересных предметных областей. Авторами данных работ подчеркивается особая актуальность разработки методологических и методических основ решения проблем *управляемой самоорганизации* как наиболее эффективного способа борьбы с разнообразием внешней среды, базирующейся на реализации целенаправленных процессов поддержания динамического соответствия структур и функций в соответствующих сложных организационно-технических и социально-экономических системах. К настоящему времени получен ряд интересных теоретических и практических результатов при исследовании проблем управления структурной динамикой сложных технических объектов в различных предметных областях [2, 24-29].

К другим новациям в развитии кибернетики можно отнести также *эволюционную кибернетику* [21], которая изучает кибернетические свойства живых систем и принципы, методы и модели обработки информации в них, *кибернетическую физику*, представляющую собой новое междисциплинарное научное направление, связанное с исследованием физических систем кибернетическими методами [22], *геофизическую кибернетику*, в рамках которой изучаются проблемы управления состоянием неживых природных объектов [23], *космическую кибернетику*, ориентированную на разработку методологических и методических основ автоматизации процессов управления современными и перспективными космическими средствами [24-29].

Еще одной из основных тенденций, связанных со становлением неокибернетики, является ее взаимодействия с другими научными дисциплинами и направлениями в рамках интенсивно развиваемой в настоящее время междисциплинарной отрасли системных знаний [29]. В рамках данной отрасли важнейшую роль в дальнейшем развитии идей и концепций в процессе становления некибернетики будут, в первую очередь, продолжать играть, как уже указывалось ранее, *информатика и общая теория систем* [2, 29-30]. При этом, как это часто бывает при становлении новых отраслей знаний, предпринимались попытки их объединить с уже существующими научными дисциплинами. Так, например, в свое время были предложения рассматривать информатику как кибернетику на современном этапе и сформировать новое научное направление: информатика–кибернетика [9]. Сегодня, как нам представляется, информатика и кибернетика могут рассматриваться как относительно молодые самостоятельные научные направления, имеющие свои теоретико-методологические основы, задачи, объекты и предметы исследования. Данное утверждение можно раскрыть с помощью следующей сравнительной *Таблицы 1*.

Таблица 1. Основные понятия кибернетики и информатики.

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

Заметим также, что кибернетика и информатика в их современном состоянии могут рассматриваться как отдельные научные направления, развивающиеся, если можно так сказать, в режиме сиамских близнецов. Это качество (сиамские близнецы), которое в *Таблице 1* условно показано заштрихованной полоской, определяется такими научными дисциплинами как шенноновская теория информации, теории искусственного интеллекта, распознавание образов, теория моделирования, теоретические основы вычислительной техники и др., которые разными авторами и разными вузовскими учебными планами причисляются то к кибернетике, то к информатике.

Характерно, что кибернетика и информатика организационно развивались «под разными знаменами»: соответственно Международной федерации по автоматическому управлению (ИФАК) и Международной федерации по обработке информации (ИФИП). Исторически в Российской академии наук также существовали соответственно два тематических отделения: 1) процессов управления и механики; 2) информатики, вычислительной техники и автоматизации.

В последние годы отмечается второй виток сближения кибернетики и информатики. Происходит активное терминологическое, концептуальное, технологическое взаимопроникновение (а для ряда предметных областей интеграция) этих научных направлений (см. рис. 1). Так методы, технологии и средства, разрабатываемые в недрах информатики, активно внедряются в кибернетику. В связи с этим можно утверждать, что информатика стимулировала развитие таких новых направлений управления, как: информационное управление, различные виды интеллектуального управления, к которым можно, в первую очередь, отнести ситуационное управление, нейроуправление, управление, основанное на знаниях, на основе эволюционных алгоритмов, многоагентное управление и т.д. [2, 5, 7].

В свою очередь кибернетическая терминология проникает в информатику и вычислительную технику. Сегодня, в частности, весьма популярными в области ИТ технологий становятся понятия и, соответственно, стратегии, технологии адаптивных и проактивных компьютерных систем, адаптивного прогнозирования и управления реальными и виртуальными предприятиями. Эти стратегии интенсивно развиваются компаниями IBM, Intel Research, Hewlett Packard, Microsoft, Sun и др. В западной (американской) практике широко используются термины киберпространства и киберпреступления, которые по существу являются аналогами таких отечественных терминов как информационное пространство и преступления в информационной сфере.

Теория управления информацией изучает процессы формирования информационных систем, информационных ресурсов и знаний в интересах повышения эффективно-

сти работы компании (организации) [1, 4, 11, 19, 20]. В процессе своего развития теория управления информацией прошла три этапа: управление информационными системами (Information Systems Management), управление информационными ресурсами (Information Resources Management) и управление знаниями (Knowledge Management).

В качестве примера конструктивного использования результатов, полученных в классической кибернетике, для решения актуальных проблем информатики, можно указать на интересный научный и практический результат, полученный в рамках развиваемой авторами доклада прикладной теории управления структурной динамикой СЛО [2]. Так, в работах [24-26, 28-30] было показано как ранее разработанные для исследования прикладных задач ракетодинамики модели, методы и алгоритмы, после соответствующей модификации, можно успешно использовать при решении задач комплексного планирования и управления развитием корпоративных ИС.



Рис. 1. Современные направления интеграции информатики и кибернетики.

К настоящему времени сформировалась еще одна интересная тенденция проникновения концепций и технологий кибернетики в программную технику. В 2004 г. в Гонконге в рамках 28-й ежегодной Международной конференции по программному обеспечению было проведено необычное мероприятие — Первый семинар по программной кибернетике [12]. Основная идея программной кибернетики — более тесно и формализовано объединить процесс (систему) создания и функционирования программного обеспечения с управлением и дать ответы на ряд вопросов: *как адаптировать принципы теории управления к программным процессам и системам; как формализовать механизмы об-*

ратной связи в программных процессах и системах, как ввести в них соответствующие меры; как интегрировать программную инженерию с инженерией управления и т.д.

Следует подчеркнуть, что перечисленные примеры взаимопроникновения информатики и кибернетики имеют в значительной мере не коммутативный, а интегративный характер. Об интеграционных процессах в области кибернетики, управления, связи, информатики в последние годы начали говорить достаточно активно. Пока еще нет ясности, под какими «знаменами» происходит такая интеграция. Авторы данного доклада в большей степени поддерживают идею о возврате к кибернетике, как интегрирующей научной отрасли об управлении и связи. Этому свидетельствует целый ряд документов. Так, например, об интеграционной роли кибернетики говорилось в предварительном отчете-рекомендации для рамочной программы РП-7 «Исследование по системам управления в Европе» (2005 г.). Об интеграции информатики и кибернетики говорили также и на Юбилейном заседании ИФАК в Хайдельберге (12-14 сентября 2006 г.). Так в докладе профессора К. Острема (Present Development in Control Applications) фактически приводится формула интеграции трех научных направлений — управления, связи, информатики: $C^3 = \text{control} + \text{communication} + \text{computing}$. При этом К. Острем не дал название новой дисциплине C^3 . Можно предположить, что это первые проявления тенденции возврата к кибернетике, но уже на совершенно новой методологической и технологической основе. Один из авторов данного доклада, обсуждая перспективы развития теории управления и информатики, в работах [27-28] назвал рассматриваемое междисциплинарное направление неокибернетикой.

Необходимо в заключение также отметить, что с нашей точки зрения в рамках междисциплинарной отрасли системных знаний наряду с информатикой и кибернетикой (неокибернетикой) в рассматриваемые интеграционные процессы необходимо включить методологический и методический аппарат современной общей теории систем (системологии). Взаимодействие информатики и кибернетики с *общей теорией систем* осуществляется по нескольким направлениям. Первое из этих направлений непосредственно связано с обобщенным описанием объектов и субъектов управления и других информационных процессов на основе новых формальных подходов, разрабатываемых в современной системологии, к числу которых можно, например, отнести структурно-математический и категорийно-функторный подходы [29]. В этой связи можно также отметить интересные научные результаты, которые были получены в квалиметрии моделей и полимодельных комплексов и могут быть использованы в информатике и кибернетике. К этим результатам, в первую очередь, можно отнести: систему показателей, оценивающих качество моделей и полимодельных комплексов и предназначенных для описания различных информационных процессов (в том числе и процессов управления), обобщенное описание (макро описание) различных классов моделей (макромодели), позволяющее, во-первых, устанавливать взаимосвязи и соответствия между видами и родами моделей, и, во-вторых, сравнивать и упорядочивать их, используя различные метрики; комбинированные методы оценивания показателей качества моделей (полимодельных комплексов), заданных с использованием числовых и нечисловых (номинальных, порядковых) шкал; методы и алгоритмы решения задач многокритериального анализа, упорядочения и выбора наиболее предпочтительных моделей (полимодельных комплексов), управления их качеством [30-31].

В информатике и кибернетике также при решении задач управления сложными объектами широко используются методы и алгоритмы декомпозиции (композиции), агрегирования (деагрегирования), и координации, разрабатываемые в общей теории систем применительно к объектам любой природы.

3. Технологические и практические аспекты междисциплинарного взаимодействия информатики и кибернетики

Говоря о влиянии ИТ на развитие традиционных и перспективных автоматических и автоматизированных систем управления (АСУ), согласимся с тем, что создание цифровых ЭВМ (ЦЭВМ) действительно явилось революционным событием как в эволюции информационных технологий, так и в их влиянии на совершенствование систем управления. При этом появление ЦВТ в контурах управления СлО открыло в различных предметных областях широкие, практически неограниченные возможности для модернизации существующих и создания принципиально новых поколений АСУ СлО на основе повсеместного внедрения современных ИТ [7]. Перечислим некоторые направления практической реализации этих процессов.

- 1) Вычислительная техника дает возможности для более эффективной реализации разработанных в традиционной теории управления принципов и методов управления. В компьютеризированных системах управления целенаправленные воздействия вырабатываются быстрее и точнее, чем в аналоговых системах управления, при меньших энергозатратах и меньших габаритах приборной реализации. В общем случае с помощью ИТ и компьютера становится возможной реализация моделей и алгоритмов управления практически любой сложности.
- 2) В процессе компьютеризации систем управления и развития новых ИТ сформировались и начали реализовываться принципиально новые концепции, методы технологии управления, о которых уже говорилось в п.2 данного доклада. Наиболее ярким примером этих новаций является интеллектуальное управление, как результат использования технологий искусственного интеллекта в современных системах управления. Наиболее характерными классами интеллектуальных СУ (ИСУ) являются системы, реализующие различные виды управления на основе знаний (экспертные системы, ситуационное управление, управление на основе логических моделей, управление на основе правил и т.д.), а также нейроуправление. Интеллектуальное управление в определенной мере расширяет и реализует возможности самонастройки, адаптации и самоорганизации применительно к решению сложных задач управления в условиях серьезной структурной и параметрической неопределенности, присутствующей в моделях объекта и внешней среды.
- 3) Информационные технологии существенно изменили роль и место человека в контуре управления. С одной стороны человек передал значительную часть своих рутинных функций ЭВМ, с другой стороны интеллектуальные технологии многомодальных интерфейсов существенно повысили эффективность общения оператора с машиной. В настоящее время разрабатываются информационные технологии речевого, зрительного, жестового и другого управления компьютером.
- 4) Информационные технологии существенно повысили эффективность проектирования, разработки и создания современных систем управления. Технологии имитационного и комплексного моделирования, виртуальной реальности, полимодельных комплексов, суперкомпьютерных вычислений, различные интеллектуальные технологии и другие новации существенно ускоряют проектирование СУ. При этом разработка прикладного программного обеспечения становится важнейшим из этапов проектирования современных ИСУ.
- 5) Информационные технологии изменяют облик и структуру современных систем управления. В составе СУ появляются такие новые компоненты как интеллектуаль-

ные сенсоры и сенсорные сети, базы знаний, интеллектуальные роботы, оптоволоконные линии связи, беспроводные технологии, устройства глобального и локального позиционирования (с использованием, например, технологий GPS, Глонасс, WiFi, ZigBee, RFID) и т.д. Появилась возможность для управления СЛО (например, производство, компания) создавать распределенные, в том числе сетевые, системы управления, системы коллективного управления, системы управления подвижными беспилотными объектами и т.д.

Говоря о современных тенденциях использования кибернетических концепций в сфере ИКТ, следует отметить, что существующие в настоящее время трудности управления современными КИС выходят за рамки администрирования отдельных программных сред. Так, например, для того, чтобы справиться с разнообразием внешних и внутренних запросов к соответствующим бизнес-приложениям, современные ИТ компании вынуждены распределять решения в бизнес-системах по сотням и тысячам серверов. В этих условиях традиционное ручное управление (администрирование) этим многообразием информационных ресурсов становится невозможным как по организационным, так и по финансовым причинам. Для преодоления указанных трудностей весьма перспективным представляется создание новых поколений ИТ и ИС, построенных на основе концепций *адаптивного управления и самоорганизации*. В качестве перспективных технологий, обеспечивающих эффективную реализацию указанных концепций можно также назвать *технологии виртуализации информационных ресурсов и интеллектуализации процессов управления ими*.

В качестве других примеров конструктивного использования кибернетических подходов в сфере ИКТ следует привести примеры использования научных и практических результатов полученных к настоящему времени в рамках космической кибернетики [24-26]. Возникновение в конце XIX – начале XX веков *космической кибернетики* как теории управления космическими средствами (КСр) связано с работами К.Э. Циолковского, И.В. Мещерского и др. ученых. Активное развитие космическая кибернетика получила в последние 50 лет, когда теоретические разработки прошлого получили широкое практическое воплощение. Для этого периода характерно постоянное усложнение задач управления, связанное с наращиванием орбитальных группировок (ОГ) и систем КА, развитием наземной космической инфраструктуры, расширением сферы целевого применения космических аппаратов и всесторонним использованием результатов космической деятельности. При этом интеллектуальное ядро существующих и создаваемых перспективных АСУ ОГ КА составляют специальное модельно-алгоритмическое и программное обеспечение планирования, мониторинга и управления КСр, базирующееся на результатах, полученных в современной кибернетике и информатике. В качестве конкретного примера реализации теоретических результатов, полученных в космической кибернетике, при создании АСУ ОГ КА и ее основных подсистем (центров управления полетом КА, командно-измерительных комплексов, систем связи и передачи данных), можно привести результаты, представленные в *Таблице 2* [25-26].

4. Заключение

В целом, подводя итог анализу путей становления и соотношения друг с другом кибернетики и информатики, следует отметить ряд важных положений. Во-первых, одной из важнейших особенностей развития науки во второй половине XX века является возникновение в ней ряда направлений, в которых центральными являются понятия **системы, информации, управления**. В свете современных представлений эти понятия

образуют концептуальное ядро **новой отрасли научных знаний**, которая получила в отечественной литературе название **системной** (или по-другому системно-информационно-управленческой). Возникновение системной отрасли научных знаний является велением времени, так как на данном этапе развития науки (этапе интеграции научных знаний) на передний план в развитии научных знаний выступает методология, требующая сочетания (единства) анализа и синтеза при изучении свойств сложных объектов процессов как целостных образований, состоящим из взаимосвязанных частей и обладающих новыми свойствами по сравнению со свойствами этих частей. И, во-вторых, в настоящее время речь должна идти не о взаимном поглощении, а о взаимном дополнении, концептуальном и идейном взаимообогащении кибернетики и информатики, гармоничном и согласованном развитии указанных междисциплинарных наук. Для придания целенаправленности и упорядоченности данных процессов становится весьма уместной постановка вопросов об управлении развитием исследований в области кибернетики и информатики с учётом выделяемых на это финансовых и людских ресурсов.

Таблица 2.

№	Содержание и пути реализации результатов, полученных в космической кибернетике	
	Основные результаты качественного анализа процессов управления космическими средствами с использованием кибернетических моделей	Пути практической реализации полученных результатов в АСУ ОГ КА
1	Условия существования допустимых решений в задачах управления космическими средствами (КСр)	Проверка адекватности описания процессов управления КСр в моделях автоматизированного управления ими
2	Условия управляемости и достижимости в задачах управления КСр, орбитальной группировкой (ОГ) КА	Проверка реализуемости технологии автоматизированного управления КСр на интервале управления. Выявление основных факторов (ограничений), влияющих на показатели целевых и информационно-технологических возможностей АСУ ОГ КА
3	Условие единственности оптимальных программных управлений в задачах планирования	Оценка возможности получения оптимальных планов функционирования АСУ ОГ КА
4	Необходимые и достаточные условия оптимальности в задачах управления космическими средствами	Предварительный анализ структуры оптимальных планов функционирования АСУ ОГ КА и ее основных подсистем, получение основных соотношений для построения алгоритмов планирования применения космическими средствами
5	Условия устойчивости и чувствительности в задачах управления космическими средствами	Оценивание устойчивости (чувствительности) управления космическими средствами к возмущающим воздействиям, к изменению состава и структуры исходных данных

Исследования по рассматриваемой тематике проводились при финансовой поддержке РФФИ (гранты 12-07-13119-офи-м-РЖД, 12-07-00302, 13-07-00279, 13-08-00702, 13-08-01250), Программы фундаментальных исследований ОНИТ РАН (проект №2.11), проекта ESTLATRUS 2.1/ELRI-184/2011/14, проекта ESTLATRUS/1.2./ELRI-121/2011/13 «Baltic ICT Platform»

Список литературы

1. Юсупов Р. М., Заболотский В. П. Научно-методологические основы информатизации. СПб.: Наука, 2001.

2. Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006.
3. Юдин Б.Г. Знание как социальный ресурс // Вестник РАН. 2006. Т. 76, № 7.
4. Полонников Р.И. Феномен информации и информационного взаимодействия. СПб.: СПИИРАН, 2001.
5. Красовский А.А. Наукоедение и состояние современной теории управления техническими системами // Изв. АН Теория и системы управления. 1998. № 6. С. 16-24.
6. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1958.
7. Васильев С.Н. От классических задач регулирования к интеллектуальному управлению // Теория и системы управления. 2001. № 1. С. 5-22; № 2. С. 5-24.
8. Бир С. Мозг фирмы. М.: УРСС, 2005.
9. Бирюков Б.В. Кибернетика: прошлое для будущего. М.: Наука, 1981.
10. Винер Н. Кибернетика и общество. М.: Издательство иностранной литературы, 1958.
11. Герасименко В. А. Информатика и интеграция в технике, науке и познании // Зарубежная радиоэлектроника. 1993. № 5. С. 22-42.
12. Черняк Л. Адаптируемость и адаптивность // Открытые системы. 2004. Сентябрь.
13. Вонт Р, Перинг Т., Тенненхау Д. Адаптивные и проактивные компьютерные системы // Открытые системы. 2003. Октябрь.
14. Хищенко В.Е. Самоорганизация: элементы теории и социальные приложения. М.: КомКнига, 2005.
15. Черняк Л. От адаптивной инфраструктуры – к адаптивному предприятию // Открытые системы. 2004. Октябрь. № 9. С. 30-35.
16. Maruyama M. The Second Cybernetics / Deviation Amplifying Mutual Causal Processes // American Scientist. 1963. No. 51.
17. Foerster von H. Cybernetics of Cybernetics, paper delivered at 1970 annual meeting of the American Society for Cybernetics. University of Illinois, Urbana, 1974.
18. Heikki Hyötyniemi: Neocybernetics in Biological Systems. Helsinki University of Technology, Control Engineering Laboratory. Report 151, August 2006. 273 p
19. Андриевский Б.Р., Матвеев А.С., Фрадков А.Л. Управление и оценивание при информационных ограничениях: к единой теории управления, вычисления и связи // Автоматика и телемеханика. 2010. № 4. С. 34-99.
20. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами: Теория системного синтеза. М.: КомКнига, 2006.
21. Редько В.Г. Эволюционная кибернетика. М.: Наука, 2003.
22. Фрадков А.Л. Кибернетическая физика. СПб.: Наука, 2003.
23. Юсупов Р.М., Гаскаров Д.В. и др. Введение в геофизическую кибернетику и экологический мониторинг / Под общей редакцией Р.М.Юсупова. СПб.: СПбГУВК, 1998.
24. Калинин В.Н. Теоретические основы управления космическим аппаратом на основе концепции активного подвижного объекта. СПб.: ВИКУ им. А.Ф. Можайского. 1999. 190 с.
25. Калинин В.Н, Соколов Б.В. Многомодельный подход к описанию процессов управления космическими средствами // Теория и системы управления. 1995. №1. С. 56-61.
26. Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Концептуальная и теоретико-множественная модель управления структурной динамикой космических средств // Мехатроника, автоматизация, управление. 2003. № 5. С. 17-25.
27. Юсупов Р.М. К 90-летию академика Е.П. Попова // Информационно-управляющие системы. 2005. № 1.
28. Юсупов Р.М., Соколов Б.В. Проблемы развития кибернетики и информатики на современном этапе. Сб. «Кибернетика и информатика». СПб.: Издательство СПбГПУ, 2006.
29. Калинин В.Н., Резников Б.А. Теория систем и управления (структурно-математический подход). Л.: ВИКИ, 1987.
30. Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Концептуальные основы оценивания и анализа качества моделей и полимодельных комплексов // Теория и системы управления. 2004. № 6. С. 5-16.
31. Юсупов Р.М., Иванищев В.В., Костельцев В.И., Суворов А.И. Принципы квалиметрии моделей // Тез. докл. IV СПб Международная конференция «Региональная информатика-95». 1995. С. 90-91.