

УДК 519.8

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ОТРАСЛЬ СИСТЕМНЫХ ЗНАНИЙ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ КИБЕРНЕТИКИ

В.Н. Калинин

Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского
Россия, 197136, Санкт-Петербург, Ждановская набережная, 13
E-mail: kvn.112@mail.ru

Б.В. Соколов

Санкт-Петербургский институт информатизации и автоматизации РАН
Россия, 199178, Санкт-Петербург, В.О., 14-я линия, д. 39
E-mail: sokolov_boris@inbox.ru

Р.М. Юсупов

Санкт-Петербургский институт информатизации и автоматизации РАН
Россия, 199178, Санкт-Петербург, В.О., 14-я линия, д. 39
E-mail: yusupov@iiias.spb.su

Ключевые слова: кибернетика и неокибернетика, информатика, общая теория систем, проблема сложности, необходимое разнообразие, управляемая самоорганизация, проактивное управление структурной динамикой

Аннотация: В докладе рассматривается состав, структура междисциплинарной отрасли системных знаний. Проанализированы современные тенденции взаимодействия общей теории систем, кибернетики и информатики. Приводятся примеры результатов положительного использования междисциплинарного взаимодействия перечисленных научных направлений при решении важных и актуальных задач управления сложными объектами в таких предметных областях как космонавтика, логистика, промышленное производство, робототехника

1. Введение

На современном этапе развития научно-технической революции все большее значение приобретают проблемы все нарастающей сложности существующих и создаваемых объектов. При этом, говоря об указанных объектах-оригиналах (реальных и абстрактных), принято выделять следующие основные аспекты сложности: *структурную сложность, сложность функционирования, сложность принятия решений и выбора сценариев поведения, сложность развития, сложность их формального описания и моделирования* [1-3].

К настоящему времени наука создала богатый методологический и методический аппарат, позволяющий успешно преодолевать трудности, связанные с воздействием факторов сложности в современном мире. В основу этого аппарата положена системная отрасль научных знаний (см. рис. 1). В ядре этой отрасли знаний, прежде всего, выделяют такие научные направления как *кибернетика, информатика и общая теория систем* [1-4]. Возникновение системной отрасли научных знаний является велением вре-

мени, так как на данном этапе развития науки (этапе интеграции научных знаний) на передний план в развитии научных знаний выступает методология, требующая сочетания (единства) процессов анализа и синтеза при изучении свойств сложных объектов и процессов как целостных образований, состоящих из взаимосвязанных частей и обладающих качественно новыми свойствами по сравнению со свойствами этих частей. При этом в настоящее время речь должна идти не о взаимном поглощении, а о взаимном дополнении, концептуальном и идейном взаимообогащении, гармоничном и согласованном развитии перечисленных междисциплинарных наук. В предлагаемом докладе анализируются современные тенденции, происходящие в системной отрасли научных знаний, вызванные новым этапом развития как общей теорией управления (кибернетикой, называемой в нынешних условиях рядом автором неокибернетикой), так и непосредственно взаимодействующих с нею *информатикой и общей теорией систем* [1, 3-5].

2. Взаимодействие кибернетики и информатики

В настоящее время новый всплеск интереса в мире к кибернетике на рубеже XX–XXI веков обусловлен, во-первых, все более усиливающейся в различных предметных областях проблемы сложности (о чем уже говорилось ранее), и, во-вторых, в повсеместно проявляющихся недостатках практического применения холистического или, по-другому, системного мышления в ИТ индустрии [6]. 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 работах [7], было показано, как на основе нейрофизиологической интерпретации функционирования центральной нервной системы человека удается 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 [7]. 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 [1-3, 6-10], позволил сформулировать ряд конкретных направлений по реализации данного принципа, которые могут быть положены в основу концепций неокибернетики. В работах [1, 2, 6, 9] 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 [1, 2, 6].

Говоря о процессах взаимодействия некибернетики с информатикой следует отметить, во-первых, то, что последняя исторически развивалась в значительной мере в недрах традиционной кибернетики, фактически на единой технической базе — вычислительной технике и средствах связи и передачи данных, и, во-вторых, кибернетика, являясь наукой об общих законах и закономерностях управления и связи, объективно была вынуждена заниматься вопросами использования информации в интересах управления. В последние годы отмечается второй виток сближения кибернетики и информатики. Происходит активное терминологическое и содержательное взаимопроникновение этих научных направлений. Так методы, технологии и средства, разрабатываемые в недрах информатики, активно внедряются в кибернетику в рамках таких новых научных направлений как: **информационное управление**, различные виды **интеллектуального управления** (ситуационное, нейроуправление, управление, основанное на знаниях, на основе эволюционных алгоритмов, многоагентное управление и т. д). Данные виды интеллектуального управления базируются, в свою очередь, на соответствующих интеллектуальных информационных технологиях (ИИТ), ориентированных на символную обработку информации.

В свою очередь кибернетическая терминология проникает в информатику и вычислительную технику. Сегодня, в частности, весьма популярными в области ИТ индустрии становятся понятия и, соответственно, стратегии **адаптивных и проактивных компьютерных систем, адаптивного управления и адаптивного предприятия**. Эти стратегии интенсивно развиваются компаниями IBM, Intel Research, Hewlett Packard, Microsoft, Sun и др. [8-10]. При этом создается материальная основа для реализации технологий управляемой самоорганизации. В современных бизнес-системах (БС) успехов добиваются только те организации, в которых развитие ИТ архитектур ориентировано на Web-сервисы и технологии, позволяющие эффективно децентрализовать традиционные системы принятия решений, превращая их в саморегулируемые подсистемы.

3. Взаимодействие кибернетики с общей теорией систем

Данное взаимодействие осуществляется по нескольким направлениям. Первое из этих направлений непосредственно связано с обобщенным описанием объектов и субъектов управления на основе новых формальных подходов, разрабатываемых в современной системологии, к числу которых можно, например, отнести структурно-математический и категорийно-функторный подходы [4, 11]. 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. Одним из таких результатов является методология и технологии многокритериального оценивания и анализа влияния существующих и перспективных интеллектуальных информационных технологий на эффективность и, в целом, качество управления СЛО. Более того, в рамках разрабатываемой теории оценивания качества моделей и полимодельных комплексов (в том числе используемых в современной



Рис. 1. Состав и структура междисциплинарной области системных знаний.

кибернетике и информатике) предложены общие подходы к формальному описанию и анализу таких их свойств как *адекватность, сложность (структурная и функциональная), гибкость, адаптивность, надёжность, интеллектуальность, эффективность машинной реализации, устойчивость, чувствительность, их инвариантность, развиваемость (самоорганизация и самообучение)*

В кибернетике и информатике также при решении задач сбора, хранения, передачи, представления, обработки, защиты информации сложными объектами широко используются методы и алгоритмы декомпозиции (композиции), агрегирования (деагрегирования), и координации, разрабатываемые в общей теории систем применительно к объектам любой природы. С другой стороны, в работах [1, 2, 6] было показано, что подходы, разработанные в классической теории управления техническими объектами, а также в современной информатике можно успешно применять при организации процессов управления качеством моделей и полимодельных комплексов, а также при их структурной и параметрической адаптации.

4. Заключение

К настоящему моменту времени в рамках развиваемой авторами доклада прикладной теории проактивного управления структурной динамикой СЛО проводятся исследования, направленные на поиск конструктивных путей объединения общих закономерностей, концепций, принципов, подходов, полученных ранее и развиваемых в настоящее время в общей теории систем и информатике, для поиска принципиально новых результатов в таком новом разделе неокибернетики как управляемая самоорганизация, имеющим большое научное и практическое значение при создании и использовании социо-кибер-физических систем новых поколений. В докладе будут приведены результаты, полученные при проведении междисциплинарных исследований проблем комплексного моделирования и проактивного интеллектуального управления СЛО в таких предметных областях как космонавтика, логистика, промышленное производство, робототехника (<http://litsam.ru/>).

Исследования, выполненные по данной тематике, проводились при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ (№№17-08-00797, 17-06-00108, 17-01-00139, 17-20-01214, 17-29-07073-офи-м, 18-07-01272, 18-08-01505, 19-08-00989), Госзадания Министерства образования и науки РФ №2.3135.2017/4.6, в рамках бюджетной темы №№0073-2019-0004.

Литература

1. Юсупов Р.И., Соколов Б.В. Проблемы развития кибернетики и информатики на современном этапе // Сборник научных трудов к 50-летию секции кибернетики Дома ученых РАН. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2006.
2. Юсупов Р.М. К 90-летию академика Е.П. Попова // Информационно-управляющие системы. 2005. № 1. С. 51-57.
3. Герасименко В.А. Информатика и интеграция в технике, науке и познании // Зарубежная радиоэлектроника. 1993. № 5. С. 22-42.
4. Резников Б.А. Системный анализ и методы системотехники. М.: МО СССР, 1990. 522 с.
5. Новиков Д.А. Кибернетика: Навигатор: История кибернетики, современное состояние, перспективы развития / Изд. 2-е, стереотип. М.: URSS, 2019. 160 с.
6. Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с.
7. Бир С. Мозг фирмы. М.: УРСС, 2005. 315 с.

8. Калинин В.Н. Теоретические основы системных исследований: учебник для адъюнктов. СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2016. 294 с.
9. Хиценко В.Е. Самоорганизация: элементы теории и социальные приложения. М.: КомКнига, 2005. 224 с.
10. Черняк Л. От адаптивной инфраструктуры – к адаптивному предприятию // Открытые системы. 2003. Октябрь.
11. Микони С.В., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов. М.: Наука, 2018. 325 с.