

МЕТОДОЛОГИИ СИСТЕМ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ ИНФОРМАТИКИ

Наталья Д. Панкратова, Виолетта Н. Волкова

Abstract: Рассматривается история возникновения и развития междисциплинарных научных направлений систем и системного анализа. Приводятся основные результаты осмысления этапов развития и состояния теории систем и системного анализа в научных работах двух школ системного анализа, в развитии которых принимают участие авторы данной статьи. Предлагается идея возрождения информатики как обобщающей науки об информации.

Keywords: закономерности, информатика, информационная система, информационно-управляющий комплекс, классификации систем, метод, модель, системный анализ, теория систем.

ACM Classification Keywords: H.4.2. Information System Application: type of system strategy

Введение

В истории развития информатики было несколько периодов [Волкова и Черный, 2016]. Термин информатика (нем. Informatik, франц. Informatique, англ. Informatics) впервые появился в 1957 г. в Германии **К. Штейнбух**, затем пять лет спустя в 1962 г. независимо друг от друга слово «информатика» предложили **Ф. Дрейфус** во Франции и **У. Бауэр** в США, а в 1963 г. в журнале «Известия вузов. Электромеханика» вышла небольшая статья профессора Московского энергетического института (МЭИ) **Ф.Е. Темникова** [Темников, 1963], в которой «информатика» определялась как наука об информации, состоящая из трёх частей: теории *информационных элементов IE*, теории *информационных процессов IP* и теории *информационных систем*

$$IS_{\text{def}} = \langle IE, IP, IS \rangle. \quad (1)$$

Информатика (или инфология) по **Ф. Е. Темникову** — это расширенная теория информации, которая инициирована потребностями радиолокации и радиосвязи, развиваемых с 1948 г. **К. Шенноном**, **В. А. Котельниковым**, **А. Н. Колмогоровым**, **А. А. Харкевичем**, **Н. Винером**, **С. Райсом**, **Л. Бриллюэном**, **Д. Миддлтоном** и др. В концепции **Ф.Е. Темникова** информатика

должна была стать обобщающей теорией о принципах обработки информации и моделирования интеллектуальной деятельности в техно-, био- и социосфере, понималась не в узком смысле как «компьютерная наука», а выступала в качестве фундамента для понимания информационных процессов, в том числе протекающих и внутри аналоговых и цифровых вычислительных машин.

Однако проект информатики **Ф. Е. Темникова** остался практически неизвестен и не реализован. Вскоре возникли более частные дисциплины, которые стали называться информатикой.

В 1966 г. термин «информатика» стал использоваться **А. И. Михайловым, А. И. Чёрным и Р. С. Гиляревским** [Михайлов и др., 1968] в качестве наименования науки о научной информации. В этом значении термин приобрёл широкую известность, как в Советском Союзе, так и за рубежом.

Затем, с начала 1970-х гг., под влиянием западной традиции и концепции **А. П. Ершова** термин «информатика» стал означать технические и программные средства хранения и обработки информации при помощи ЭВМ — т. е. то, что в США и Великобритании называется *компьютерной наукой* (computer science).

В настоящее время ряд учёных считает, что следовало бы возродить и принять в качестве обобщающего определение **Ф. Е. Темникова**, что особенно актуально в условиях бурного развития инновационных технологий третьей и четвертой промышленных революций. При этом основой обобщающей информатики должна являться именно *информационная система*, включающая *информационные элементы* и *информационные процессы*.

Естественно, что основой такой обобщающей информатики должна стать теория систем. Поэтому в данной статье поставлена цель – осмыслить становление и развитие теории систем и ее прикладного направления – системного анализа, а также привести сферы их применения.

Возникновение междисциплинарных научных направлений

В конце XIX в. по мере развития производственных процессов, науки и технологий, исследований функционирования и развития живых организмов стало резко увеличиваться число комплексных проектов и проблем, которые не решаются с помощью традиционных математических методов, требуют объединения разных методов и участия специалистов различных областей знаний. Возник интерес к системным представлениям. Понятие «система», ранее употреблявшееся в быденном смысле, превратилось в специальную общенаучную категорию, начали появляться обобщающие научные направления, которые исторически иногда возникали параллельно на разной прикладной или теоретической основе и носили различные наименования.

Важный вклад в становление системных представлений внес в начале XIX века А. А. Богданов (Малиновский), предложивший всеобщую организационную науку *тектологию* и сделавший попытку найти и обобщить организационные законы, проявления которых прослеживаются на неорганическом, органическом, социальном, культурном и др. уровнях.

Затем возникло междисциплинарное направление «**исследование операций**» (англ. *operations research*), инициированное потребностями военной сферы и занимающееся постановкой задач с учетом многокритериальности, отбора релевантных факторов, разработкой вариантов решения на основе использования методов теории оптимизации, статистического моделирования и эвристических подходов. В конце 1943–1944 гг. идея общности процессов в различных средах и науках появилась на объединенном совещании инженеров, физиологов и математиков, организованном Н. Винером совместно с Дж. фон Нейманом в Принстоне, на котором была предпринята попытка создания единой для различных наук терминологии. Фактически можно считать, что на этом совещании формировались идеи прикладных системных представлений. Но выбран был термин «*кибернетика*», который использовался в Древней Греции Платоном (κῤῥῆτις – кормчий, рулевой), а в XIX веке – А. М. Ампером, Б.Ф. Трентовским (1843, <http://www.ecolife.ru>). Однако Н. Винер, выбирая название новой науки, образовал его от термина Дж. Максвелла «*governor*» – «регулятор». Термин стал широко распространяться после публикации в 1948 г. книги Н. Винера «*Cybernetics*» одновременно в Париже и американском Кембридже.

Понятия «система» и «теория систем» стали использоваться в различных областях знаний после того, как стали известны работы Л. фон Берталанфи, предложившего организмический подход к биологическим и социальным объектам и явлениям и понятие открытой системы – система, постоянно обменивающаяся веществом, энергией и информацией с внешней средой. Эта идея была впервые высказана Берталанфи в 1937 г. на семинаре по философии в Чикагском университете. Однако первые его публикации на эту тему появились только после Второй мировой войны. (Bertalanffy L. von., *General System Theory*. Изд.1.-е, ФРГ, 1945) [Исследования, 1969]).

Значимыми для становления теории систем являются работы К. Боулдинга, У. Росс Эшби, Р. Л. Акоффа, М. Месаровича, А. Д. Холла и др., которые в последующем были переведены и опубликованы в СССР [Садовский и др., 1969]. Большую роль в пропаганде идей теории систем в СССР играли инициаторы и редакторы переводов Э. Л. Наппельбаум, который читал публичные лекции по теории систем в московском Политехническом музее, В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин, И. В. Блауберг, С. П. Никаноров, А. И. Уёмов, Ю. А. Урманцев. На развитие теории систем существенное влияние оказали работы П. К. Анохина, В. С. Тюхтина, В. Г. Афанасьева, В. А. Лефёвра, В. А. Лекторского; М. И. Сетрова; Б. В. Бирюкова; А. А. Малиновского,

Г. П. Щедровицкого, на развитие исследований в области кибернетики и информатики, а в последующем – на становление прикладной теории систем оказали влияние работы математиков (в частности, работы А. Н. Колмогорова и А. А. Ляпунова), и специалистов по кибернетике, теории информации и теории автоматического управления.

Первоначально в 1960-1970-е годы при постановке и исследовании сложных проблем проектирования и управления, при разработке автоматизированных информационных систем широкое распространение получил термин «*системотехника*», чему способствовало издание в 1957 г. монографии Г. Х. Гуда и Р. Э. Макола «Systems Engineering». При издании книги в СССР в 1961 г. в редакции издательства не понравился буквальный перевод «системная инженерия» или «инженерия систем», и был изобретён термин «*системотехника*», который предложил Ф. Е. Темников, создавший в 1969 г. в МЭИ первую в СССР кафедру системотехники [Волкова, 2001]. Однако в последующем, поскольку в термине в явном виде звучала «техника», термин стал использоваться в основном в приложениях системных методов к техническим направлениям, и возник термин «*системология*» (от др.-греч. σύνολοις – целое, составленное из частей; λόγος – «слово», «мысль», «смысл», «понятие»). Термин предложен в 1965 г. И. Б. Новиком и широко использовался Б. С. Флейшманом, В. Т. Куликом, В. В. Дружининым и Д. С. Конторовым и др. для исследования систем как технической, так и биологической природы [Волкова, 2001].

Постепенно между философией и математикой сложился спектр прикладных междисциплинарных научных направлений (табл. 1).

Поскольку теорию систем исходно развивали философы и до сих пор в библиотечных классификациях относят к философским наукам, для прикладных исследований стали возникать другие термины. Вначале применяли термин *системный подход*. В последующем и в настоящее время прикладным направлением теории систем считается *системный анализ*.

Этапы развития системного анализа как прикладной научной методологии

Далее ограничимся рассмотрением тех процессов 20 века, которые оказали непосредственное воздействие на становление и тенденции развития системной проблематики и методологии системного анализа. Выделим с прагматической точки зрения четыре этапа формирования системного анализа как прикладной научной методологии [Панкратова, 2002, 1999].

Таблица 1

Междисциплинарные научные направления

Направления	Дата возникновения	Наиболее известные ученые
Философия		
Тектология	1903-1924 гг.	А. А. Богданов (Малиновский)
Теория систем Системный подход	1930-1950-е гг. В СССР – С 1960-х гг.	Л. фон Берталанфи, К. Боулдинг, Дж. ван Гиг, М. Месарович; В. Г. Афанасьев, И. В. Блауберг, В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин, В. С. Тюхтин, А. И. Уёмов, Ю. А. Урманцев, и др.
Синергетика	С 1960-х гг.	И. Пригожин, И. Стенгерс, Г. Хакен, А. П. Руденко и др.
Системология	С 1970-х гг.	В. Т. Кулик, И. Б. Новик, Б. С. Флейшман, Б. Ф. Фомин и др.
Системный анализ (прикладная теория систем)	1960-е гг. С 1970-х гг.	RAND-corporation, Э. Квейд, В. Кинг, Д. Клиланд, С. Оптнер, С. Янг, Э. Янч; Е. П. Голубков, Н. Н. Моисеев, Ю. И. Черняк, С. П. Никаноров, Л. Е. Садовский, Г. Б. Клейнер, Ф. И. Перегудов, В. Н. Сагатовский, Ф. П. Тарасенко, В. З. Ямпольский, С. А. Валуев, В. Н. Волкова, А. А. Денисов, В. Н. Козлов, Д. Н. Колесников, Ю. И. Дегтярев, А. А. Емельянов и др.
Системотехника System Engineering	С 1962 г. С 1970-х гг.	Г. Гуд, Р. Макол, А. Холл, Ф. Е. Темников, Г. Честнат, В. В. Дружинин, Д. С. Конторов, В. И. Николаев, и др.
Кибернетика	1947 г. С 1960-х гг.	Н. Винер, У. Р. Эшби; А. И. Берг, Л. П. Крайзмер, М. Б. Игнатъев, Н. Е. Кобринский, Л. Т. Кузин, Е. З. Майминас, Л. А. Растрингин и др.
Исследование операций	С 1940-1950-х гг.	Ф. Морз, Дж. Кимбелл, Р. Акофф, Е. С. Вентцель, Т. Саати, М. Сасени, У. Черчмен и др.
Специальные дисциплины		

Первый этап становления системного анализа относится к первой половине XX века и является периодом появления и формирования основных идей системного мышления. Принимая во внимание введенное определение системного мышления [Панкратова, 2002], полагаем целесообразным за основу важнейших, основополагающих работ использовать перечень, который предложен в работе [Садовский и др., 1996], но дополнить его трудами В.И. Вернадского (1863–1945), положившего начало новому системному пониманию процессов, происходящих на нашей Планете. В результате научных исканий и размышлений о перспективе биосферы ученый обосновал гипотезу о естественной насущной необходимости трансформации биосферы в сферу разума, - ноосферу, обеспечивающую глобальный гомеостаз Природы, посредством рационального, гармоничного, уважительного сотрудничества человека с Природой [Вернадский, 1989]. В итоге получаем следующий перечень основополагающих монографий: «Биосфера и ноосфера» [Вернадский, 1989]; «Всеобщая организационная наука, или тектология» [Богданов, 1913–1929]; «Теория систем» [Bertalanffy, 1945]; «Кибернетика или управление и связь в животном и машине» [Wiener, 1983]; «Праксеология» [Котарбинский, 1983].

Роль, место и значение трудов А. А. Богданова, Л. фон Берталанфи, Н. Винера, Т.Котарбинского в становлении и развитии идей системности и системного мышления достаточно детально проанализированы в работе [Садовский, 1996].

Важная роль и практическое значение фундаментальных работ Л. фон Берталанфи [Bertalanffy, 1945] и Н. Винера [Wiener, 1983] как системных первоисточников в становлении и развитии системного мышления являются общепризнанными. Особо необходимо отметить, что в данных работах независимо предложена новая идея, сущность которой состоит в переходе к исследованию общих свойств, которые характерны для различных типов объектов. Л. фон Берталанфи рассматривает вопрос с позиции общности принципов построения и структурных свойств различных типов систем, а Н. Винер — с позиции общности принципов и свойств управления различными типами сложных объектов, в т.ч. субъектов живого мира и объектов техники различного назначения. И эти подходы достаточно долго развивались независимо. Вместе с тем, оба подхода имеют непосредственное отношение к системным исследованиям.

Выполненные независимо труды В.И. Вернадского, Л. фон Берталанфи и Н. Винера создали единую, идейную базу для формирования принципиально новой фундаментальной парадигмы в науке, концептуальная новизна которой заключается в переходе:

- от исследования конкретных свойств объектов определенного типа (физические, химические, биологические, экономические и т.д.) к исследованию общих свойств, которые характерны для различных типов объектов;
- от исследования свойств и особенностей процессов определенного вида к исследованию структуры, свойств, и особенностей взаимосвязей, взаимозависимости и взаимодействия разнородных процессов;
- от исследования свойств отдельных объектов определенного типа к исследованию свойств и структуры взаимосвязей, взаимозависимости и взаимодействия разнотипных объектов.

Эти признаки новизны в определенной степени позднее реализованы в форме основных принципов теории системного анализа, и поэтому приведенную парадигму можно характеризовать как «теоретическая парадигма системной методологии».

Этот период характеризуется независимым появлением разнесенных во времени публикаций философских и методологических идей, принципов, подходов. Важнейшим итогом первого этапа следует считать создание идейной базы для формирования новой фундаментальной парадигмы в науке. Основные идеи данной парадигмы, отражающие ее различные аспекты, независимо представлены в трудах *В. И. Вернадского*, а в последующем – *Л. фон Берталанфи* и *Н. Винера*.

Второй этап становления системного анализа формировался в чрезвычайных условиях с начала 30-х до конца 40-х годов XX века. Это был период появления практической необходимости оперативного решения реальных сложных системных задач государственного значения, создания различных технических систем военного назначения в условиях жесткого лимита времени. Разработка методологического аппарата выполнялась эмпирически и независимо в различных организациях разных стран. Обмен опытом был исключен условиями военного времени. В результате были созданы эмпирические предпосылки формирования парадигмы системного анализа как методологии решения реальных системных задач в практически допустимые сроки с практически приемлемой погрешностью в условиях концептуальной неопределенности. Поэтому данный этап можно считать этапом эмпирического формирования системной методологии.

Именно в этот период в 1948 г. появился термин «*системный анализ*» в работах корпорации RAND, которая является одной из так называемых "думающих", неприбыльных корпораций, занимающихся разработкой военных доктрин, рекомендаций для выбора проектов новых систем оружия, исследованием военного и научного потенциала противника, рынков сбыта оружия и т. п. проблемами анализа и прогнозирования развития военного потенциала США. Первой методикой системного анализа, в которой были определены порядок, методы формирования и оценки приоритетов элементов структур целей (названных в методике *деревьями целей*), была методика ПАТТЕРН (PATTERN – Planning Assistance Through Technical Evaluation from Relevans Number – помощь планированию посредством относительных показателей технической оценки) [Лопухин, 1971]. Считается, что инициатором создания методики является Ч. Дэвис, вице-президент фирмы "Хониуэлл" корпорации RAND. Назначением, конечной целью создания системы ПАТТЕРН была подготовка и реализация планов обеспечения военного превосходства США над всем миром. Перед разработчиками методики была поставлена задача – связать военные и научные планы правительства США. После того, как методика была заслушана в Конгрессе США, и сенатор Г. Хемфри выступил в 1964 г. с предложением создать на базе идеи ПАТТЕРН Бюро помощи президенту в подготовке решений научно-информационными методами (PASSIM – President Advisory Staff on Scientific Information Management), открытые публикации о развитии методики практически отсутствуют. Были лишь сообщения о вариантах методики – ПАТТЕРН-МО, НАСА-ПАТТЕРН, и др. зарубежных методиках – ПРОФИЛЕ, ППБ и т. п., [Янч, 1974].

Третий этап становления и развития системного анализа формировался в послевоенных условиях с середины 40-х до конца 70-х годов XX века.

Этот этап принципиально отличается от предыдущих периодов качественно новыми задачами, принципиальными социально-политическими изменениями в мире, уникальными теоретическими и практическими научно-техническими достижениями. Был создан теоретический базис математического и методологического инструментария формализации и автоматизации на базе ЭВМ процедур решения реальных сложнейших организационных и технических системных проблем в различных сферах практической деятельности. Созданы принципиально новые отрасли — космонавтика и атомная энергетика. Сложившаяся в рассматриваемый период ситуация в развитии общества характеризовалась, с одной стороны, непрерывно растущей потребностью решения практически важных прикладных системных проблем многопрофильного характера, а с другой стороны, появлением качественно новых возможностей их решения, которые предоставляла вычислительная техника. Данные обстоятельства инициировали процессы формирования и теоретического обоснования методологии системного анализа и непосредственно связанных с ним научных направлений и дисциплин: общая теория систем, системотехника, компьютерная математика, прикладная математика, имитационное моделирование систем, теория вычислительных систем, проектирование вычислительных машин, теория программирования, теория автоматической обработки цифровой информации и другие. Разработаны, созданы и введены в эксплуатацию сложные и большие уникальные технические системы различного назначения, что способствовало развитию системного анализа.

В создание теории системного анализа и системной методологии весомый вклад внесли переводы научных трудов этого периода, авторами которых являются *К. Боулдинг, Дж. Клир, М. Месарович, С. Оптнер, Т. Саати, Г. Саймон, А. Холл, У. Р. Эшби*. Важный вклад в разработку теории, в решение сложнейших, междисциплинарных технических и организационных проблем и в создание сложных и больших систем различного назначения в СССР внесли труды ведущих научных школ, основателями которых являются *Н. П. Бусленко, А. А. Вавилов, В. М. Глушков, Д. М. Гвишиани, А. А. Дородницын, А. П. Ершов, М. В. Келдыш, Г. В. Кисунько, С. П. Королев, Г. И. Марчук, А. Л. Минц, Н. Н. Моисеев* и др. Труды этих школ создан теоретический базис, математический и методологический инструментарий формализации и автоматизации на базе ЭВМ решения реальных системных проблем; практически реализована фундаментальная теоретическая парадигма системного анализа, выполнены и реализованы проекты сложных технических систем различного назначения.

Этот этап является периодом синхронного развития теории системного анализа и практики системных исследований. Одновременно к концу периода появились глобальные системные проблемы, которые были неразрешимы на основе имевшегося на то время арсенала математических и методологических средств системного анализа. Особенности и динамика

этого кризиса определялись многими причинами. Одной из главных причин явилось быстрое увеличение темпов роста сложности и масштабов реальных системных проблем, обусловленное глобализацией мировых процессов. Взаимосвязи, взаимозависимости, взаимодействия экономических, социальных, экологических и других глобальных и региональных процессов становились определяющими факторами мирового развития. В результате появился новый эффект развития, который французский экономист М. Годе четко и полно охарактеризовал короткой фразой: «будущее перестало походить на прошлое» [Godet, 1983]. В этих условиях глобальные процессы мировой системы оказались под воздействием сложно структурированного, многоуровневого, иерархического множества почти непрогнозируемых, непрерывно изменяющихся позитивных и негативных взаимосвязей, взаимозависимостей и взаимодействий.

В 1976 г. был создан Всесоюзный научно-исследовательский институт системных исследований (ВНИИСИ) Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике и Академии наук СССР (директором на протяжении 17 лет был академик Д. М. Гвишиани [Гвишиани, 1987]). На Институт, как филиал Международного института прикладного системного анализа (МИПСА) при Римском Клубе, были возложены функции головной организации по научно-методическому обеспечению прогнозирования и планирования по аналогии с RAND Corporation. Основной тематикой исследований ВНИИСИ была разработка методов системных исследований по важнейшим прикладным междисциплинарным и межотраслевым проблемам, включая разработку методов управления созданием и функционированием сложных организационных и технических систем. В 1992 г. Институт получил новое название – Институт системного анализа (ИСА) РАН. Издаваемый институтом Ежегодник «Системные исследования» внес важный вклад в развитие и распространение идей теории систем и системного анализа. .

Четвертый этап развития системного анализа продолжается с начала 80-х годов XX века до настоящего времени и является периодом глобализации мировых процессов и угроз. Мировые процессы развития характеризуются высокими темпами глобализации и непрерывным возрастанием сложности взаимозависимости и взаимодействия. Определяющим принципом системных исследований становится глобальное видение исследуемых проблем с учетом возрастающих взаимосвязей и взаимозависимостей всех стран и народов мира. Главной целью исследований становится достижение такого системно согласованного, взаимозависимого развития всех компонентов цивилизации, при котором ни один элемент мировой системы не может расти за счет других. Для достижения этой цели необходимо сосредоточить усилия на ускорении преодоления методологического кризиса, проявившегося в конце 1970-х годов. Одна из важнейших причин этого кризиса: современная методология системного анализа не соответствует глобальной, многоуровневой, иерархической,

многодисциплинарной, многофакторной структуре современной глобальной проблематике и глобальной, многоуровневой, иерархической структуре информационных компьютерных систем и сетей, которые являются потенциальным инструментарием исследования глобальной проблематики. Одним из направлений устранения недостатка можно считать последовательную разработку концепций, стратегий и программ решения наиболее важных проблем современности. К их числу, в первую очередь следует отнести проблемы: предвидения качественных и количественных изменений в различных сферах практической деятельности [Згуровский и Панкратова, 2005], управления рисками и безопасностью сложных технических систем, техногенно и экологически опасных процессов [Панкратова и Курилин, 2000, 2001; Pankratova, 2017], развития интеллектуальных информационных технологий и сетей поддержки научных исследований, взаимоотношений Природы и Общества на основе глобального экологического мониторинга, оценивания тенденций и управления развитием мировой экологической обстановки [Pankratova, 2014] и другие. И на этой основе требуется обеспечить формирование многоуровневой, иерархической структуры метаметодологии системного анализа глобальной проблематики. Таким образом, четвертый этап является этапом глобализации системной проблематики.

В этот период в 1997 г. в Украине, г. Киев был создан Институт прикладного системного анализа НАН Украины и МОН Украины, инициатором создания и директором которого был академик НАН Украины М.З.Згуровский. Создание Института двойного подчинения было связано с воплощением концепции интеграции науки и образования с целью проведения в Украине передовых научных исследований и целевой подготовки высококвалифицированных кадров для НАН Украины и других отраслей народного хозяйства в сфере прикладного системного анализа, новейших информационных технологий и компьютерных наук. С целью повышения качества обучения, повышения образовательного и научного уровня аспирантов и молодых ученых, развития и реализации их творческого потенциала, укрепления и расширения связей между отечественными и зарубежными учебными и научными заведениями с 1998 г. проводится международная научная конференция «Системный анализ и информационные технологии» sait.kpi.ua. С 2002 года издается международный журнал "System research and information technologies", труды которого индексируются во многих наукометрических базах. Под руководством Н.Д. Панкратовой работает научная школа «Разработка теории и методов системного анализа и их применение к решению междисциплинарных задач различной природы», которая подготовила ряд монографий, учебников, пособий по системному анализу [Zgurovsky and Панкратова., 2007; Згуровский и Панкратова, 2011; Панкратова, 2018 и др.].

В 1994 г. В Санкт-Петербургском политехническом университете *В. Н. Козлов* переименовал возглавляемую им кафедру Технической кибернетики в кафедру «Системный анализ и

управление» и открыл одноименное направление подготовки бакалавров и магистров. С 1998 г. началось становление Научно-педагогической школы «Системный анализ в проектировании и управлении» [Козлов и Волкова, 2015]. Школа считает себя преемницей школы *Ф. Е. Темникова* (1906–1993), создавшего в 1969 г. первую кафедру Системотехники, и школы Ленинградского политехнического института (ЛПИ), в котором с 1973 г. на факультете технической кибернетики *А.А. Денисов* (1934–2010) исследовал общность процессов в системах различной физической природы и развивал теорию информационного поля и ее дискретный вариант – информационный подход к анализу систем.

Школа проводит ежегодную конференцию, объединяющая ученых, развивающих теорию систем и системный анализ в вузах и научных организациях России, Украины, Польши, Норвегии, Финляндии и др. стран, и подготовила ряд коллективных монографий и учебников по теории систем и системному анализу [Козлов, 2010; Волкова и Денисов, 2014], способствующих подготовке специалистов для решения прикладных задач с применением идей и методов теории систем и системного анализа.

Заключение

В статье рассмотрена краткая история становления и развития теории систем и ее прикладного направления – системного анализа. Развитие теории систем во многом было инициировано развитием технологий автоматизации управления, и, в свою очередь, способствовало становлению теории проектирования информационных систем. Методология системного анализа применялась при решении междисциплинарных задач разной природы, обеспечивая в условиях концептуальной неопределенности формирование целостных, междисциплинарных знаний об исследуемом объекте как о совокупности взаимосвязанных процессов различной природы для последующего принятия решений относительно его дальнейшего развития и поведения с учетом множества конфликтующих критериев и целей, наличия факторов риска, неполноты и недостоверности информации.

Проведенный краткий анализ позволяет сделать вывод, что системный анализ как прикладная научная дисциплина позволяет с единой позиции заданных целей исследования изучать на основе системных принципов и критериев свойства объектов, свойства отношений между объектами, свойства отношений между процессами, свойства отношений между объектами и процессами, при этом изучить как отдельно любое из отношений, так и любое сочетание этих отношений. Следовательно, системный анализ принципиально отличается от аксиоматических научных дисциплин и подходов, которые изучают автономно, или только отдельные объекты или только процессы, или только отношения. Поэтому системный анализ в соответствии с

классификацией Дж. Клира [Клир, 1990] следует рассматривать как многомерную научную дисциплину.

В то же время анализ современного состояния теории систем и системного анализа позволяет осознать, что современная методология прикладного системного анализа не вполне соответствует глобальной, многоуровневой, иерархической структуре разнородных, многофакторных, многофункциональных взаимосвязей, взаимозависимостей и взаимодействий объектов исследования современной глобальной проблематики и недостаточно использует потенциальные возможности глобальной, многоуровневой, иерархической системы информационных компьютерных сетей. Одним из перспективных направлений устранения недостатков можно считать оперативную, последовательную разработку концепций, стратегий и программ исследования наиболее важных глобальных проблем современности. И на этой основе целесообразно выполнять формирование многоуровневой, иерархической структуры метаметодологии системного анализа глобальной проблематики, обеспечив ее системное, функциональное согласование с иерархической структурой взаимосвязей, взаимозависимостей и взаимодействий объектов исследования и соответственно с иерархической структурой информационных компьютерных систем и сетей как инструментальной основы ее реализации.

В настоящее время становится все более очевидным, что внедрение активно развивающихся технологий третьей и четвертой промышленных революций окажет существенное влияние и на информационные элементы, и на информационные процессы, и на развитие информационно-управляющих систем. Поэтому в соответствии с целью, поставленной во введении, целесообразно возродить первоначальное определение информатики (1), предложенное *Ф. Е. Темниковым* [Темников, 1963].

Для приближения к возвращению информатике статуса обобщающей науки об информации перспективным представляется более глубокое исследование закономерностей строения, функционирования и развития систем применительно к информационно-управляющим комплексам, применение методов и моделей теории систем и прикладного системного анализа.

Bibliography

- [Bertalanffy, 1960] Bertalanffy L. von. General System Theory. Foundations, Development, Applications. N.Y. Braziler 1971. (Изд.1.-е, ФРГ, 1945). Берталанфи Л. фон. Общая теория систем. Изд.2-е. М.: Мир, 1960.
- [Godet, 1983] Godet M. Reducing the Blunders in Forecasting. Futures, 15, №3, 1983. P. 181–192.
- [Kotarbinski, 1983] Kotarbinski T. Praxiology. An Introduction to the Sciences of Efficient Action. Oxford, 1965. Котарбинский Т. Праксеология. М.: Экономика, 1983.

- [Pankratova et al., 2014] Pankratova N.D., Bidyuk P.I., Selin Y. M., Savchenko I.O., Malafeeva L.Y., Makukha M.P., Savastiyarov V.V. Foresight and Forecast for Prevention, Mitigation and Recovering after Social, Technical and Environmental Disasters. Improving Disasters Resilience and Mitigation – IT Means and Tools. Springer, 2014. P.119-134.
- [Pankratova, 2017] Pankratova N.D. The integrated system of safety and survivability complex technical objects operation in conditions of uncertainty and multifactor risks. Proceedings of conference IEEE (№50). May 29 – June 2, 2017, Kyiv, Ukraine. P. 1135-1140.
- [Wiener, 1983] Wiener N, Cybernetics.M. I. T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1948. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М.: Наука, 1983.
- [Zgurovsky and Панкратова, 2007] Zgurovsky M.Z., Pankratova N.D. System analysis: Theory and Applications. Springer.2007.
- [Богданов, 1913-1929] Богданов А.А. Всеобщая организационная наука, или тектология. Т. 1–3, М.: 1913-1929.
- [Вернадский, 1989] Вернадский, В. И. Биосфера и ноосфера. М : Наука, 1989.
- [Волкова и Денисов, 2014] Волкова В.Н.. Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: учебник для академического бакалавра. 2-е издание, перераб. и дополненное. М.: Изд-во Юрайт, 2014.
- [Волкова и Черный, 2016] Волкова В. Н., Черный Ю. Ю. Вклад Ф.Е. Темникова в развитие информатики. Прикладная информатика. Т. 11. № 5 (65), 2016. С. 122-143.
- [Волкова, 2001] Волкова В. Н. Из истории развития системного анализа в нашей стране . Экономическая наука современной России. М.: ЦЭМИ. № 2, с. 138-152, № 3, 2001 с.127-138.
- [Гвишиани, 1987] Гвишиани Д.М. Международный институт прикладного системного анализа: цели, основные перспективы. Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 1987. М.: Наука, 1987. С. 7–25.
- [Згуровский и Панкратова, 2005] Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Технологическое предвидение. Киев: Изд-во Политехника. 2005.
- [Згуровский и Панкратова, 2011] Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. Киев: Изд-во Наук.думка, 2011.
- [Клир, 1990] Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. М.: Радио и связь, 1990.
- [Козлов и Волкова, 2015] Козлов В. Н. Волкова В. Н. Научно-педагогическая школа «Системный анализ в проектировании и управлении». Системный анализ в проектировании и управлении:

- Сб. науч. трудов XIX Междунар. науч.-практич. конф. Ч. 1. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. 488 с. С. 5–16.
- [Козлов, 2010] Козлов В. Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений М.: Проспект, 2010.
- [Лопухин, 1971] Лопухин М. М. ПАТТЕРН – метод планирования и прогнозирования научных работ. М.: Сов. радио, 1971.
- [Михайлов и др., 1968] Михайлов А.И., Черный А.И., Гиляревский Р.С. Основы информатики. М.: Наука, 1968.
- [Панкратова и Курилин, 2000] Панкратова Н.Д., Курилин Б.И. Концептуальные основы системного анализа рисков в динамике управления безопасностью сложных систем. Ч. 1. Основные утверждения и обоснования подхода. Проблемы управления и информатики. № 6, 2000. С. 110–132.
- [Панкратова и Курилин, 2001] Панкратова Н.Д., Курилин Б.И. Концептуальные основы системного анализа рисков в динамике управления безопасностью сложных систем. Ч. 2. Общая задача системного анализа рисков и стратегия ее решения. Проблемы управления и информатики. № 2, 2001. С. 108–126.
- [Панкратова, 1999] Панкратова Н.Д. Общие тенденции и системные проблемы развития информационных технологий. Проблемы управления и информатики. № 1, 1999. С. 58–68.
- [Панкратова, 2002] Панкратова Н.Д. Становление и развитие системного анализа как прикладной научной дисциплины. System research&Information technologies. №1, 2002. С.65—94.
- [Панкратова, 2018] Панкратова Н.Д. Системний аналіз. Теорія та застосування. Київ: Вид-во Наук.думка, 2018.
- [Садовский и др.,1969]Исследования по общей теории систем: Сб. переводов / Общ. ред. и вступит. статья В. Н. Садовского и Э. Г. Юдина. М.: Прогресс, 1969.
- [Садовский, 1996] Садовский В.Н. Смена парадигм системного мышления // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 1992–1994. М.: Эдиториал УРСС.1996.С. 64–78.
- [Темников, 1963] Темников Ф.Е. Информатика. Известия вузов. Электромеханика. № 11 М., 1963.
- [Янч, 1974] Янч Э. Прогнозирование научнор-технического прогресса . М.: Прогресс, 1974.

Authors' Information



Nataliya D. Pankratova – DTs, Professor, Corresponding member of NASU, Depute director of Institute for applied system analysis, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Av. Pobedy 37, Kiev 03056, Ukraine;
e-mail: natalidmp@gmail.com

Major Fields of Scientific Research: System analysis, Theory of risk, Decision support systems, Applied mathematics, Applied mechanics, Foresight, Scenarios, Strategic planning, Information technology



Violetta N. Volkova –DEc, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Polytechnicheskaya str., 29, St. Petersburg, Russia. 195251.
e-mail: violetta_volkova@list.ru

Major Fields of Scientific Research: Control in technical systems, Informatics. Information technology, Information systems, Information theory, Management in social and economic systems, System analysis, Strategic planning, Technical cybernetics, Theory of Systems

METHODOLOGY OF SYSTEMS AND SYSTEM ANALYSIS

AS THE BASIS OF INFORMATICS DEVELOPMENT

Nataliya D. Pankratova, Violetta N. Volkova

Abstract: The history of origin of interdisciplinary scientific directions is considered. The main results of understanding the stages of development and the state of the theory of systems and system analysis in the two scientific schools of system analysis are presented. The authors of this article take part in their development. The idea of the revival of informatics as a general science of information is proposed.

Keywords: regularities, informatics, information system, information-control complex, system classifications, method, model, system analysis, systems theory.

ACM Classification Keywords: H.4.2. Information System Application: type of system strategy