

ИСТОКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

В.Н. Волкова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Россия, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29
E-mail: violetta_volkova@ilist.ru

Ключевые слова: аксиоматика; проблема; проектирование; системный анализ; теория систем; управление.

Аннотация: Поскольку в настоящее время термин «системный анализ» использовался в научных публикациях неоднозначно, поставлена задача: проанализировать истоки возникновения термина, направления его использования и перспективы развития. Кратко характеризуются работы по направлениям: системный анализ как синоним термина «анализ систем», системный анализ как средство работы с целями, прогнозирования и планирования, как методология решения проблем, как средство моделирования процессов, как прикладная теория систем. Обсуждается отличие проектирования и управления в неживых / технических и живых системах. Поставлена проблема – возможно ли аксиоматическое построение системного анализа как прикладной теории систем.

1. Введение

Термин “System Analysis” впервые появился в 1948 г. в отчетах американской некоммерческой организации RAND (англ. Research and Development – исследования и разработки), которая выполняет функции стратегического исследовательского центра, работающего по заказам правительства, вооружённых сил и связанных с ними организаций США, и первоначально использовался в основном в связи с задачами военного управления США [1, с. 167, 299].

Термин используется в научных публикациях неоднозначно. Поэтому в статье приведен краткий анализ истоков возникновения термина, вариантов его использования, и обсуждаются перспективы развития системного анализа как прикладной научной теории.

2. Неоднозначное использование термина «системный анализ»

2.1. Системный анализ – синоним термина «анализ систем»

Первые работы корпорации RAND основаны на развитии методологии исследования операций. В этих работах термин «системный анализ» используется как синоним термина «анализ систем». Представление об этих работах можно получить в переводе коллективной монографии под ред. Э. Квейда [2], подготовленной как переработанное изложение курса лекций по анализу систем, прочитанных ведущими сотрудниками корпорации RAND для руководящих работников министерств обороны и промышленности США в 1955 г. и в 1959 г. Название оригинала этой монографии – “Analysis For Military Decisions” – «Анализ военных решений». Однако во введении оговорено, что *анализ систем «... не является понятием, связанным исключительно с*

военными системами» и «... представляет собой подход к рассмотрению или способ рассмотрения сложных проблем выбора в условиях неопределенности» [2, с. 27]. Поэтому переводное советское издание названо иначе, но, поскольку большинство примеров, приведенных в книге, связано с решением военных проблем, книга имеет подзаголовок «*Методология анализа при подготовке военных решений*».

2.2. Системный анализ – средство работы с целями, прогнозирования и планирования

Первой методикой системного анализа, в которой были определены порядок, методы формирования и оценки приоритетов элементов структур целей (названных в методике *деревами целей*), была методика ПАТТЕРН (PATTERN – Planning Assistance Through Technical Evaluation from Relevans Number – помощь планированию посредством относительных показателей технической оценки) [3].

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.

Главное достоинство методики ПАТТЕРН состоит в том, что в ней определены классы критериев оценки *относительной важности, взаимной полезности, состояния и сроков разработки* («состояние — срок»). Эти классы критериев в различных модификациях используются в ряде других методик и до сих пор являются основой при определении системы оценок составляющих структур целей. Что касается собственно формирования структуры целей, то из опубликованных материалов известно, что в различных модификациях методики разным уровням иерархии предлагается присваивать разные названия: направления, комплексные проблемы, программы и т. п. Логика же формирования структуры, как отмечали сами авторы, не отработывалась.

Ощущая этот недостаток, российские ученые с самого начала применения системного анализа основное внимание уделяли разработке принципов и приемов формирования первоначального варианта структуры целей («дерева целей»), составляющие которого подлежат затем оценке и анализу. Разработаны методики структуризации целей и функций систем управления (см. в [4–6 и др.] и автоматизированные диалоговые процедуры для их реализации [7, 8 и др.].

В публикациях долгое время термин широко использовался в исходном понимании, т. е. для работы с целями. Д. Клиланд и В. Кинг определяют системный анализ как «*приложение системных концепций к функциям управления, связанным с планированием*» [9]. В работах ЦЭМИ уточняется – с целевой стадией планирования [10]. Ю.И. Черняк считает системный анализ методологией исследования целенаправленных систем [11]. Э. Янч связывает его с прогнозированием научно-технического прогресса [1]. Р. Акофф – с целеобразованием и интерактивным планированием [12].

2.3. Системный анализ – методология решения проблем

Широкое распространение термин «системный анализ» получил после выхода книги руководителя крупной исследовательской лаборатории в США Станфорд Л. Оптнера (Stanford L. Optner. “Systems Analysis for business and Industrial problem solving”) в 1965 в New Jersey и в 1969 г. В СССР [13]. Во вступительной статье к этой книге, написанной С.П. Никаноровым, инициировавшим ее перевод, поясняется, что системный анализ понимается как *методология решения проблем*. В подобном смысле трактует этот термин Ю.И. Черняк [12], считая, что системный анализ помогает преодолеть сложность проблемы, и называя одну из книг «Простота сложного» [14].

В результате системный анализ начинает трактоваться не только как методология работы с целями, но и в более широком смысле – как системное управление организацией [15]. Для этого разрабатывают методики, определяющие этапы проведения исследования. При этом в методиках этапы по-разному детализированы: у Э. Квейда – 5 [2], у С. Оптнера – 13 [13], у С. Янга – 10 [15], у Ю.И. Черняка – 12 этапов делятся на подэтапы [12]. Примеры этапов приведены в [16, с. 218-220].

2.4. Системный анализ – средство моделирования процессов

В 1958 г. консалтинговой фирмой «Буз, Ален и Гамильтон» совместно с корпорацией «Локхид» по заказу Подразделения специальных проектов ВМС США в составе Министерства обороны США был разработан метод PERT (**PERT** — **P**rogram (**P**roject) **E**valuation and **R**eview **T**echnique — метод оценки и анализа проектов). Этот метод разработан для упрощения планирования и составления графических моделей выполнения сложных проектов типа диаграмм Ганта и др., для анализа времени, которое требуется для выполнения каждой отдельной задачи и определение минимального необходимого времени для выполнения всего проекта. В СССР этот метод был отнесен к одному из разделов теории управления большими системами – к теории сетевых методов планирования и управления (СПУ).

В 1965 г. при Научно-исследовательском секторе МГПИ им. В.И. Ленина был создан хозрасчётный Сектор СПУ, который возглавил П.Г. Кузнецов. Этот сектор в 1967 г. был преобразован в ЛаСУРс (Лабораторию систем управления разработками систем). В ЛаСУРс был разработан *проблемно-ориентированный подход*, основанный на методологии *системного анализа*. В развитие PERT в ЛаСУРс под руководством П.Г. Кузнецова была разработана система «СКАЛАР» и сопровождающая система «СПУТНИК». Основу этих систем составляет сетевая модель хода выполнения НИР.

Активно сотрудничал с ЛАСУРс С.П. Никаноров, который первым, до издания книги “PERT Guide for Management Use” [17] организовал перевод основных положений метода для служебного пользования и подготовил словарь терминов [18]. С кон. 1960-х – нач. 1970-х гг. С.П. Никаноров предложил *систему управления разработками (СУР), методологию концептуального анализа и проектирования систем организационного управления (КП СОУ)* [19], а в последующем с учетом трудности реализации КП СОУ создал *метод комплексирования частных подходов*.

Разработки П.Г. Кузнецова и С.П. Никанорова являются одним из первых прототипов современных CASE-средств системного анализа.

2.5. Системный анализ в проектировании

Системный анализ широко применяется при управлении проектами в различных отраслях и в управлении техническими, человеко-машинными, социально-экономическими и др. системами.

Однако исследования показали, что проектирование технических комплексов, т.е. неживых систем, принципиально отличается от создания открытых систем с активными элементами, поведение которых (в том числе социально-экономических систем, особенно в условиях внедрения новых информационных технологий искусственного интеллекта) приближается к поведению живых организмов. «Ручки, ножки, огуречик – вот и вышел человечек» – невозможно. Поэтому термин «проектирование» еще в 1970-е гг. заменяли терминами «реорганизация», «создание», «корректировка» и т.п. А Ф.Е. Темников предложил «выращивать» информационную систему на основе исходного перечня функций и средств их реализации, который в последующем назвали «ген» Темникова [20, 21]. Под влиянием этой идеи была разработана концепция *постепенной формализации моделей принятия решений* [22], «выращивания» системы.

3. Перспективы системного анализа

3.1. Системный анализ как прикладная теория систем

Неоднозначное использование термина способствовало его трактовке в широком смысле как направления, основанного на *системном подходе*, как «совокупность методов и средств, используемых при исследовании и конструировании сложных систем (объектов) [23]. В таком понимании можно считать, что системный анализ – это *прикладная теория систем*, применяемая при решении сложных слабоформализуемых проблем, междисциплинарная наука, принципиальными особенностями которой является [16]: а) разделение целого на части на основе методов декомпозиции, и представление сложного в виде совокупности более простых компонентов, лучше поддающихся исследованию, при сохранении целостности исследуемого объекта или процесса, что обеспечивается исходно принятой концепцией системы; б) разработка *методики* (последовательности действий, алгоритма) реализации исследования с применением различных методов, включая математические методы формализованного представления систем (МФПС) и качественные методы, которые называют методами активизации использования интуиции и опыта специалистов (МАИС); в) методы работы с целями, методики и автоматизированные процедуры структуризации целей.

3.2. Возможно ли аксиоматическое построение системного анализа как прикладной теории систем?

Для междисциплинарных научных направлений создать единую строгую аксиоматику, подобную аксиоматике арифметики, геометрии, формальной логики, не представляется возможным. В то же время развитие любого научного направления на определенном этапе требует формирования методологии в формализованном виде, определенных границ ее применения. В настоящее время аксиоматику предлагается трактовать не только в исходном строгом смысле, но и как определенную систему ограничений, в рамках которых можно формулировать некоторые рекомендации по применению теории [24], как *«развивающий фундамент существующих наук»*, *«позволяющий создавать масштабно развивающиеся новые классы систем, использующие дополнительные области знаний»* [25]. При такой трактовке возможно стратифицированное построение аксиоматики теории систем, которое связано с уровнями развития материи или с классификацией проблем и систем (напр., [26]). А соответственно, можно говорить об аксиоматике системного анализа как прикладной теории систем.

4. Заключение

На основе проведенного исследования неоднозначного использования термина «системный анализ» очевидно, что он развивался как обобщающее направление, объединяющее разнообразные системные исследования. В то же время наблюдается стремление считать системный анализ междисциплинарной прикладной теорией систем и превратить его в строгую науку, вплоть до аксиоматической теории.

В принципе при современном расширенном толковании аксиоматического метода возможно создать многоуровневую аксиоматику теории систем и системного анализа. Однако – нужно ли? При создании строгой аксиоматики безусловны ограничения. Как показал опыт, именно широкое толкование термина «системный анализ» позволило

получить много практически полезных результатов и новых научных направлений, развившихся на основе возникновения новых методов системного анализа.

Список литературы

1. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. М.: Прогресс, 1974. 592 с.
2. Анализ сложных систем: Методология анализа при подготовке военных решений / Под ред. Э. Квейда. М.: Сов. радио, 1969. 520 с.
3. Лопухин М.М. ПАТТЕРН (метод планирования и прогнозирования научных работ). М.: Сов. радио, 1971. 160 с.
4. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989. 367 с.
5. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. М.: Высшая школа, 2004. 616 с.
6. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2006. 848 с.; изд. 2-е: М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. 848 с.
7. Волкова В.Н. и др. Автоматизированные диалоговые процедуры для формирования и анализа целей и функций систем управления / Под ред. В.Н. Волковой. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2015. 64 с.
8. Волкова В.Н., Горелова Г.В., Ефремов А.А. и др. Моделирование систем и процессов: практикум для академического бакалавриата / Под ред. В.Н. Волковой. М.: Юрайт, 2016. 295 с.
9. Клиланд Д., Кинг В. Системный анализ и целевое управление. М.: Сов. радио, 1974. 280 с.
10. Целевая стадия планирования и проблемы принятия технико-экономических решений. М.: ЦЭМИ, 1972. С. 6-18.
11. Черняк Ю.И. Системный анализ в экономике. М.: Экономика, 1975. 191 с.
12. Акофф Р. Менеджмент в XXI веке: Преобразование корпорации / Перевод с англ. Ф.П. Тарасенко. Томск: Изд-во Томского ун-та. 2006. 418 с. С. 55-57.
13. Оптнер С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем: монография / Пер. с англ. и вступ. ст. С.П. Никанорова. М.: Сов. радио, 1969. 216 с.
14. Черняк Ю.И. Простота сложного. М.: Знание, 1975. 206 с.
15. Янг С. Системное управление организацией / Перевод с англ.; ред. С.П. Никаноров, С.А. Батасов. М.: Сов. радио, 1972. 456 с.
16. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ / Изд. 3-е. М.: Юрайт, 2022. 562 с.
17. Миллер Р.В. ПЕРТ – система управления / Перевод с англ.; предисл. И.М. Сыроежина. М. Экономика, 1965. 202 с.
18. Словарь терминов по системе PERT / Сост. С.П. Никаноров по «Руководству по системе PERT/Cost». ОНТИ. М., 1963. 31 с.
19. Никаноров С.П. Теоретико-системные конструкты для концептуального анализа и проектирования. Сер.: Концептуальный анализ и проектирование. История направления. М.: Концепт, 2006. 312 с.
20. Волкова В.Н., Леонова А.Е., Логинова А.В. «Ген» Ф.Е. Темникова и «выращивание» системы // Системный анализ в проектировании и управлении. В 3 ч. Ч. 1: сб. научных трудов XXV Международной научной и учебно-практич. конф. СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. С. 81-89.
21. Волкова В.Н., Черный Ю.Ю. Семь идей профессора Ф.Е. Темникова: от теории измерений к высшим системам // Датчики и системы. 2016. № 10. С. 65-80.
22. Волкова В.Н. Постепенная формализация моделей принятия решений. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006. 120 с.
23. Большая российская энциклопедия: [в 35 т.] / Гл. ред. Ю.С. Осипова; 2004-2017. Т. 30.
24. Кузьмин Е.С. Система «Человек и мир» / Науч. ред. В. И. Березовский. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. Т. 1, 2. 314 с.
25. Козлов В.Н. Аксиоматические методы для синтеза систем управления с элементами искусственного интеллекта // Системный анализ в проектировании и управлении: Сб. научных трудов XXVI Междунар. науч.-практич. конф. 2022. Ч. 1. СПб.: Политех-Пресс, 2023. С. 40-43.
26. Волкова В.Н., Черный Ю.Ю. О возможности аксиоматического построения междисциплинарных научных направлений // Современный научный вестник: Научно-теоретический и практический журнал. № 29 (225). Белгород: Руснаучкнига, 2014. С. 13-19.