



Столыпинский
вестник

Научная статья

Original article

УДК 004

ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

FUNDAMENTALS OF SYSTEM ANALYSIS

Карпенко Петр Павлович, научный сотрудник, Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного, г. Санкт-Петербург

Селезнев Андрей Васильевич, научный сотрудник, Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного, г. Санкт-Петербург

Пелогейко Александр Викторович, научный сотрудник, Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного, г. Санкт-Петербург

Чебунина Маргарита Васильевна, научный сотрудник, Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного. г. Санкт-Петербург

Буравцова Дарья Александровна, старший преподаватель, Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного, г. Санкт-Петербург

Башкинцева Мария Викторовна, научный сотрудник, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, г. Санкт-Петербург

Karpenko Pyotr Pavlovich, Researcher, Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny Military Academy of Communications, St. Petersburg

Seleznev Andrey Vasilyevich, Researcher, Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny Military Academy of Communications, St. Petersburg

Pelogeiko Alexander Viktorovich, Researcher, Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny Military Academy of Communications, St. Petersburg

Chebunina Margarita Vasilyevna, Researcher, Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny Military Academy of Communications. St. Petersburg

Daria A. Buravtsova, Senior Lecturer, Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny Military Academy of Communications, St. Petersburg

Bashkirtseva Maria Viktorovna, Researcher, St. Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. M.A. Bonch-Bruevich, St. Petersburg

Аннотация: Современный системный анализ - прикладная наука, нацеленная на выяснение причин реальных сложностей, возникших перед «обладателем проблемы», и на выработку вариантов их устранения. Системность не должна казаться неким нововведением, последним достижением науки. Она была и остается всеобщим свойством материи, формой ее существования в пространстве и времени, а значит и неотъемлемым свойством человеческой деятельности, включая мышление. Однако всякая деятельность может быть более или менее системной. Появление проблемы - признак недостаточной системности. Решение проблемы - результат повышения системности.

Abstract: Modern system analysis is an applied science aimed at finding out the causes of the real difficulties that have arisen before the "owner of the problem" and at developing options for their elimination. Consistency should not seem like some kind of innovation, the latest achievement of science. It was and remains a universal property of matter, a form of its existence in space and time, and therefore an integral property of human activity, including thinking. However, any activity can be more or less systematic. The appearance of a problem is a sign of insufficient consistency. The solution to the problem is the result of increased consistency.

Ключевые слова: системный анализ, исследование, процесс, деятельность, системный подход.

Keywords: system analysis, research, process, activity, system approach.

Особенности современного системного анализа вытекают из самой природы сложных систем. Имея целью ликвидацию проблемы или, как минимум, выяснение ее причин, системный анализ привлекает для этого широкий спектр средств, использует возможности различных наук и практических сфер деятельности. Являясь по существу прикладной диалектикой, системный анализ придает большое значение методологическим аспектам любого системного исследования. С другой стороны, прикладная направленность системного анализа приводит к необходимости использовать все средства современных научных исследований-математики, вычислительной техники, моделирования, натуральных наблюдений, и экспериментов.

В ходе исследования реальных систем приходится сталкиваться с самыми разнообразными проблемами. Одному человеку быть профессионалом в каждой из них практически невозможно. Выход видится в том, чтобы берущийся решать сложные проблемы, возникающие в реальных системах, имел образование и опыт, необходимые для идентификации и классификации конкретных проблем, а также для определения того, к каким специалистам следует обратиться при продолжении анализа. Поэтому к специалистам-системщикам предъявляются особые требования: они должны обладать широкой эрудицией, раскованностью и нестандартностью мышления, умением «видеть» проблему, способностью привлекать людей к работе, организовывать коллективную деятельность и самое главное, знать и уметь применять системный подход на практике [1].

К основным предпосылкам практики следует отнести:

- усложнение объектов создания (объективную необходимость перехода от суммативного к интегративному принципу создания сложных объектов);
- усложнение самого процесса создания таких объектов, при этом задействуется множество различных специалистов, для общения которых, в свою очередь, нужен общий язык понятий и терминов, определенная общность подходов и т. п.

Важнейшими предпосылками науки являются:

- усложнение объектов познания, необходимость более глубокого

изучения процессов, протекающих в сложных организационно-технических образованиях (системах), в том числе и естественного происхождения;

- потребность в создании теории, обладающей интегративными тенденциями и вооружающей исследователей соответствующими знаниями в данной области; поскольку в науке, особенно в последнее время, преобладает тенденция к ее дифференциации, исследования становятся более «узкими» и специалисты уже не в состоянии охватить взглядом то, что лежит чуть далее их специализации;

- усложнение самого процесса познания, в результате чего особую важность приобретает проблема разработки единой методологии исследования сложных объектов.

В свете современных представлений системность всегда, осознанно или неосознанно, была методом любой науки. Поэтому быстрее всего была осознана необходимость представления самого человеческого познания в системном виде. Философия, логика, математика-науки, в которых споры по системным проблемам уходят в глубину веков. Однако наибольший интерес представляют те моменты истории, когда системность привлекла внимание ученых как объект исследования для естественных и технических наук.

Первым в явной форме вопрос о научном подходе к управлению сложными системами поставил М. А Ампер. При классификации всевозможных, в том числе и не существовавших тогда наук («Опыт о философии наук или аналитическое изложение классификации всех человеческих знаний», часть 1-1834 год, часть 2-1843 год), он выделил специальную науку об управлении государством и назвал ее кибернетикой. При этом он не только обозначил надлежащее место для кибернетики, но и подчеркнул основные ее системные особенности: наличие цели и способы ее достижения, необходимость постоянного выбора, принципы управления [2].

Ампер только еще пришел к выводу о необходимости кибернетики, а польский ученый-философ Б. Трентовский уже читал во Флейбургском университете курс лекций, содержание которого опубликовал на польском языке

в 1843 году в книге «Отношение философии к кибернетике как искусству управления народом». Б. Трентовский ставил целью построение научных основ практической деятельности руководителя. В частности, им отмечалось, что «применение искусства управления без сколько-нибудь серьезного изучения соответствующей теории подобно врачеванию без сколько-нибудь глубокого понимания медицинской науки».

Он подчеркивал, что действительно эффективное управление должно учитывать все важнейшие внешние и внутренние факторы, влияющие на объект управления. Главную сложность в управлении он видел в сложности предсказания поведения людей. «Общество, коллектив людей, да и сам человек – это система, единство противоречий, разрешение которых и есть развитие». Поэтому Трентовский считал, что руководитель должен уметь, «...исходя из общего блага, одни противоречия примирять, другие обострять, направляя развитие событий к нужной цели». Смысл его высказываний хорошо иллюстрирует следующая цитата: «Короче говоря, кибернет (кибернет по Трентовскому-руководитель) не проектирует будущее..., он позволяет будущему рождаться своим собственным независимым способом. Он оказывает будущему помощь как опытный квалифицированный политический акушер»[3].

И все же общество середины прошлого века оказалось не готовым воспринять идеи кибернетики. Практика управления еще могла обходиться без науки управления. Кибернетика родилась слишком рано и была забыта.

Прошло более полувека, и системная проблематика снова появилась в поле зрения науки. На этот раз внимание было сосредоточено на вопросах структуры и организации систем. Так, в 1891 году академиком Е. С. Федоровым было сделано открытие, что может существовать только 230 различных типов кристаллических решеток. Его общий смысл и значение отметил сам Федоров: «Все невообразимое многообразие окружающего нас мира реализуется из ограниченного и небольшого числа исходных форм». Но Федоров пошел дальше. Развивая системные представления, он установил и некоторые закономерности развития систем. Он видел главное средство жизнеспособности и прогресса

систем не в их приспособленности, а в способности к приспособлению; не в стройности, а в способности к повышению стройности.

Следующая ступень в изучении системности как самостоятельного предмета связана с именем русского и советского ученого А. А. Богданова (настоящая фамилия Богданова – Малиновский). В 1911 году вышел в свет первый, а в 1925 году-второй том его книги «Всеобщая организационная наука (тектология)». Большая общность тектологии связана с идеей Богданова о том, что все существующие объекты и процессы имеют определенную степень (уровень) организованности. В отличие от конкретных естественных наук, изучающих специфические особенности организации конкретных явлений, тектология должна изучать общие закономерности организации для всех уровней организованности. Все явления рассматриваются как непрерывные процессы организации и дезорганизации. Богданов не дает строгого определения понятия организации, но отмечает, что уровень организации тем выше, чем сильнее свойства целого отличаются от простой суммы свойств его частей. Пожалуй, самой важной особенностью тектологии является то, что основное внимание уделяется закономерностям развития организации, определению соотношений устойчивого и изменчивого, значению обратных связей, учету собственных целей организации, которые могут как содействовать, так и противоречить целям высшего уровня организации, роли открытых систем. Богданов довел динамические аспекты тектологии до рассмотрения проблем (кризисов), т. е. таких моментов в развитии любой системы, когда неизбежна коренная, «взрывная» перестройка ее структуры. Он подчеркивал важную роль моделирования и математики как потенциальных методов решения задач тектологии.'

По-настоящему явное и массовое усвоение системных понятий, общественное осознание системности мира, общества и человеческой деятельности началось с 1948 года, когда американский математик Н. Винер опубликовал книгу под названием «Кибернетика...».

Параллельно и как бы независимо от кибернетики прокладывается еще

один подход к науке о системах-общей теории систем (ОТС). Идея построения теории, применяемой к системам любой природы, была выдвинута австрийским биологом Л. Бергаланфи в 1950 году. Один из путей реализации этой идеи Бергаланфи видел в том, чтобы отыскать структурное сходство законов, установленных в различных дисциплинах, и, обобщая их, выводить общесистемные закономерности. Пожалуй, самым важным достижением Бергаланфи является введение понятия открытой системы. В отличие от винеровского подхода, где изучаются внутрисистемные обратные связи, а функционирование систем рассматривается просто как отклик на внешние воздействия, Бергаланфи подчеркивает особое значение обмена системы веществом, энергией и информацией (негэнтропией) с окружающей средой. В открытой системе устанавливается динамическое равновесие, которое может быть направлено в сторону усложнения организации («вопреки» второму закону термодинамики, благодаря вводу негэнтропии извне), и функционирование является не просто откликом на изменение внешних условий, а заключается в сохранении старого или установлении нового подвижного внутреннего равновесия системы. Он считал, что наибольшую ценность в ОТС представляет не столько ее математическое оформление, сколько разработка целей и задач системных исследований, развитие методологии анализа систем, установление общесистемных закономерностей [4].

В завершенном виде ОТС как наука до конца еще не сложилась и находится в постоянном развитии. Так, например, в конце 70-х годов, т. е. уже в наше время, бельгийским ученым И. Пригожиным в процессе проведения исследований в области термодинамики неравновесных физических систем (Нобелевская премия 1977 г.) были обнаружены некоторые закономерности, относящиеся к системам любой природы. Наряду с переоткрытием уже известных положений (иерархичности уровней организации систем, несводимости друг к другу и выводимости друг из друга закономерностей разных уровней организации, наличия наряду с детерминированными случайными процессами на каждом уровне организации и др.) Пригожин предложил новую, оригинальную теорию

системодинамики [4].

Системный подход представляет собой совокупность общих принципов и рекомендаций, определяющих научную и практическую деятельность исследователя при анализе и синтезе сложных объектов.

Принципы системного подхода вытекают из особенностей представления исследуемых объектов как систем. Они не выдуманы кем-то в один прекрасный миг, а являются обобщением многолетнего опыта исследователей в различных сферах деятельности.

Рассмотрим основные принципы системного подхода.

Принцип цели. Этот принцип ориентирует исследователя на первоочередность анализа (синтеза) целей (предназначения) системы, которые достигаются при ее функционировании. Исследователя прежде всего должно интересовать не то, как построена система, а для чего она существует, какая цель стоит перед нею, чем она вызвана и каковы средства ее достижения.

Принцип двойственности (суперсистемности). Исследуемый объект должен рассматриваться и как система и как подсистема системы более высокого уровня (суперсистемы).

Принцип целостности. Любой объект должен рассматриваться как нечто целое, а не как простой набор элементов.

Принцип сложности. Данный принцип указывает на необходимость исследования объекта как сложной совокупности различных элементов, находящихся в многообразных связях между собой и элементами среды. Иными словами, необходимо учитывать неисчерпаемость его познания и, следовательно, постоянно находить компромисс между сложностью и простотой.

Принцип всесторонности. Требуется от исследователя учитывать все решающие (системообразующие) связи в объекте и факторы, влияющие на его функционирование.

Принцип множественности. Ориентирует исследователя на то, что для полного описания объекта необходимо множество моделей, каждая из которых описывает его в каком-либо аспекте или (и) на каком-то уровне представления.

Причем заданную точность описания можно обеспечить конечным множеством моделей.

Принцип динамичности. Указывает на то, что объекты необходимо исследовать (проектировать) с учетом динамики их развития (т. е. характеристики являются функциями времени).

Принцип историзма. Обязывает проводить исследование прошлого системы, предпосылок ее появления (создания), что в конечном счете позволяет вскрыть закономерности и выявить тенденции развития системы [4].

Существо системного подхода выражается в двух аспектах: в понимании объекта исследования как системы и самого процесса исследования как системного по своей логике и применяемым средствам,

Первый аспект конкретизирует системный принцип диалектики, который требует рассматривать единое целое как разбивающееся на составные части и взаимодействующее с другими объектами. При этом рекомендуется пользоваться следующими положениями.

1. Система реализует процесс.
2. Выделение существенных свойств системы зависит от целей исследования.
3. Межэлементные связи являются наиболее важными системообразующими связями, благодаря которым объект приобретает эмерджентные свойства и свойство целостности.
4. Сложная система имеет, как правило, многоуровневую структуру.
5. Система реализует определенные функции, обусловленные с её природой (целью создания), местом в суперсистеме и характером связей со средой.
6. Каждый элемент системы подвергается некоторым количественным и качественным изменениям, т. е. находится в развитии [4].

Процесс исследования системы представляет собой сочетание анализа и синтеза, переходов от конкретного к абстрактному и далее опять к конкретному. В этом положении отражается сущность второго аспекта системного подхода.

В процессе системных исследований создается некоторая модель (промоделль) реального объекта, именуемая системой. Она является инструментом (порой единственным) в руках исследователя для описания, понимания и воздействия на объект исследования.

Для достижения целей исследования в рамках системного подхода разработана определенная направленность и последовательность его проведения. Рекомендуется выделять следующие этапы системных исследований.

1. Четкая формулировка цели исследования объекта.

2. Цель исследования определяет границы выделения системы из внешней среды. Изменение цели приводит к изменению системы. При одной и той же цели получается тот или иной, в зависимости от индивидуальных особенностей различных исследователей (групп исследователей), вариант системы – модели исследуемого объекта. При изменении целей один и тот же исследователь (группа исследователей) вынужден и обязан строить новую систему.

3. Точное и полное определение назначения (цели функционирования) объекта исследования. Это центральный момент системного исследования, при котором определяют общую (а она вытекает, как правило, из целей суперсистемы) и частные цели, их осуществимость (возможность достижения) и требуемые для этого ресурсы. Каждая подсистема может обладать своими целями, отличными от общих, в том числе и противоречащими. Между частными целями в системе существуют состязательность и взаимосвязь. Цели на верхних уровнях системы формулируются в более общем виде, чем на нижних.

4. Выделение системы и изучение ее структуры. На данном этапе осуществляется определение состава системы, состава среды и характеристик внутренних и внешних связей.

При правильном выделении системы из среды связи между элементами должны быть «сильнее», чем связи со средой.

Процесс выделения элементов системы и установление связей между ними, как отмечалось ранее, принято называть структуризацией. При изучении

структуры исследуются связи, типы структур и класс сложности системы в целом.

Глубина структуризации зависит от значимости влияния элементов системы на*ее свойства, степени снятия неопределенности по каждому элементу и его взаимосвязи с другими элементами. В целом этап носит итеративный характер.

5. Последовательное раскрытие механизма функционирования системы. При этом определяется «важность» системы, ее место и отношение к другим системам. Исследуются внутренняя и внешняя стороны проявления действия системы, набор реализуемых ею функции, характер их изменения на различных этапах жизненного цикла системы и ее подсистем.

6. Рассмотрение системы на всех стадиях ее жизненного цикла. Реализация данного этапа осуществляется в рамках исторического анализа в генетическом и прогностическом аспектах.

7. Сравнение системы с другими. На этом этапе производится выделение аналогов и прообразов систем на предмет использования ранее полученных результатов и распространения новых данных на другие системы [5].

Таким образом, прослеживаются три компонента системных исследований: структурный, функциональный и исторический анализ, которые проводятся в строгом соответствии с целями исследования, выявленным предназначением системы и с конечной целью ее преобразования (совершенствования, создания и т. п.).

В заключение данного параграфа следует отметить, что основное отличие аналитического подхода от системного состоит в том, что при аналитическом подходе движение осуществляется от частей к целому, а при системном – от целого к частям и далее от частей к целому.

Рассмотренные общие системные положения не отражают специфики конкретной системы (это скорее всего схема исследования, его методология) и, конечно, не решают всех вопросов ее анализа и синтеза. Поэтому при

исследовании необходимо принимать во внимание особенности реальных объектов, процесса их функционирования

Литература:

1. Гиг Дж. Ван. Прикладная общая теория систем. М.: Мир, 1981.
2. Шаракшан А. С. и др. Сложные системы. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1977.
3. Уемов А. И и др. Системный подход и общая теория систем. М.: Наука, 1987.
4. Уемов А. И. Системы и системные параметры // В кн.: Проблемы формального анализа систем. М.: Высшая школа, 1968.
5. Перегубов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989.

Literature:

1. Gig J. Wang. Applied general theory of systems. M.: Mir, 1981.
2. Sharakshane A. S. et al. Complex systems. Textbook for universities. M.: Higher School, 1977.
3. Uemov A. And etc . System approach and general theory of systems. M.: Nauka, 1987.
4. Uemov A. I. Systems and system parameters // In the book: Problems of formal analysis of systems. M.: Higher School, 1968.
5. Peregudov F. I., Tarasenko F. P. Introduction to system analysis. M.: Higher School, 1989.

© Карпенко П.П., Селезнев А.В., Пелогейко А.В., Чебунина М.В., Буравцова Д.А., Башкинцева М.В. Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник», номер 4/2022.

Для цитирования: Карпенко П.П., Селезнев А.В., Пелогейко А.В., Чебунина М.В., Буравцова Д.А., Башкинцева М.В. ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА // Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник», номер 4/2022.