

# Структура системного анализа и их взаимосвязь в современной науке

П. А. Чумаков

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет), Financial University  
pashachuma@yandex.ru

**Аннотация.** Сегодня системный анализ развивается применительно к проблемам управления и планирования. В связи с возросшим вниманием к программно-целевым принципам в планировании, термин «системный анализ» стал неразрывно связан с терминами «целеобразование» и «программно-целевое планирование и управление». Теперь система рассматривается как единое целое, рассматривается роль человека в процессе и целеобразование в развитии.

**Ключевые слова:** система; анализ; данные; модель; алгоритм; принципы

Понятие «системный анализ» в наше время в разных источниках определяется по-разному. В одних источниках определение системного анализа звучит как: «приложение системных концепций к функциям управления, связанным с планированием». В других – как синоним термина «анализ систем» (Э. Квейд) или термина «системные исследования» (С. Янг).

Неважно, к чему применяется структурный анализ, только к определению структуры целей системы, к планированию действий или же к исследованию системы в целом, включая и функциональную и обеспечивающую части. В работах по системному анализу всегда предлагается методология проведения исследования, выделяются этапы исследования, а также предлагается методика выполнения этих этапов в конкретных условиях. В работах, связанных с системным анализом, всегда уделяется особое внимание определению целей системы, вопросам формализации представления целей. Некоторые авторы даже подчеркивают это в определении: системный анализ – это методология исследования целенаправленных систем (Д. Киланд. В. Кинг).

Только изучив все аспекты применения системного анализа, понимаешь объем работ, проведенный огромным количеством людей. Понимаешь, как много сил было вложено в исследования в данной области. И как много было достигнуто за годы его существования. Мы зачастую не видим применение системного анализа в своей повседневной жизни, и именно это показывает, что он работает. Как только где-то происходит сбой, мы тут же начинаем говорить о том, что система не доработана.

## I. ИСТОРИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Впервые понятие «системный анализ» появилось в исследованиях RAND Corporation в 1948 году, оно использовалось для решения задач связанных с военным управлением. В России термин «системный анализ» начал

использоваться несколько позже, и известность получил после выхода книги С. Оптнера «Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем» только в 1969 году.

Когда только начинались работы с системным анализом, большинство методов основывалось на идеях исследования операций и теории оптимизации. Главным стремлением было получить такое выражение, которое связывало бы желаемую цель со средствами. Выражение должно было быть аналогично показателю эффективности или критерию функционирования. Таким образом, требовалось отобразить объект в виде хорошо организованной системы. Вычисления по данным методам были очень громоздкими и не могли учитывать всех желаемых параметров, которые хотелось бы добавить.

В ранних материалах по разработке автоматизированных систем цели представлялись в виде набора задач, и требовалось составлять матрицы, которые связывали данные задачи с методами и средствами достижения. Однако, когда начали применять данный подход на практике, выяснилась его недостаточность и в дальнейшем исследователи начали обращать больше внимания на необходимость построения таких моделей, которые позволяли бы накапливать информацию, а также вводить новые компоненты и выявлять новые связи. Таким образом, они должны были отображать объект в виде развивающейся системы. Наука развивалась, и основное внимание в системном анализе начали уделять поиску приемов, позволяющих решать сложную проблему, разбивая её на более мелкие подпроблемы и этапы, для которых проще подобрать исполнителей и найти методы решения. После этого стало проще разбираться с большими системами и решать поставленные задачи, но появилась проблема правильной разбивки системы, а также корректной постановке целей.

В настоящее время была обнаружена проблема: как разбивая задачу на части не утратить целое. Для решения этой проблемы используется взаимодействие формальных и неформальных методов системного анализа. К сожалению, пока вопрос сочетания этих методов не решен. Но благодаря использованию ЭВМ, которые существенно упростили процесс расчетов и прогнозирования ситуации стало реальным строить более долговечные модели и учитывать в них большее количество факторов. Целью стабилизации стало являться сохранение уровня потребления и производства ресурсов, имеющих ценность

для данной системы. Цели развития системы ориентированы на приобретение недостающих системе ресурсов, или достижение необходимых состояний.

## II. Цели и принципы системного анализа

Одно из определений системного анализа звучит так: системный анализ – это научный метод познания, который представляет собой последовательность действий по установлению структурных связей между элементами исследуемых сложных систем. Данный метод опирается на комплекс самых разнообразных методов: статистических, общенаучных, математических и экспериментальных. Проводится он при использовании самых современных средств вычислительной техники и автоматизированных систем. Как правило, результатом таких исследований является выбор определённой альтернативы плана развития. Поэтому истоки системного анализа лежат в дисциплинах, занимающихся проблемами принятия решений.

Цель системного анализа – основанное на системном подходе определение и упорядочивание последовательности действий при решении крупных проблем. В системном анализе в понятие «решение проблемы» входит определение таких видов деятельности, которые смогут сохранить или даже улучшить характеристики системы. Все приемы и методы системного анализа используются для выбора альтернативных средств решения проблемы, анализ вариантов по их эффективности и выявление масштабов неопределённости. Если смотреть на цели системного анализа проще, то мы видим, что основное предназначение системного анализа заключается в сборе, обработке, и предсказывании результатов по работе системы.

Общие принципы системного анализа: принцип бесконфликтности – включает в себя отсутствие конфликтов между частями целого, приводящих к конфликту целей целого и части; принцип интегрированного рассмотрения – в котором каждая система должна быть неразъёмная как целое даже при рассмотрении лишь отдельных подсистем системы; принцип дедуктивной последовательности – это принцип последовательного рассмотрения системы по этапам: от окружения и связей с целым до связей частей целого; принцип согласования ресурсов и целей рассмотрения, актуализации системы. Смотри на этот список принципов системного анализа, мы делаем вывод о том, что еще на этапе определения целей для построения конкретной системы мы должны внимательно смотреть на систему в целом, и не порождать конфликты между ее частями, когда начинаем систему для более ее глубокого анализа делить. Мы никогда не должны забывать, что разбивая систему на части это все еще одна система. Рассматривать связи системы необходимо также по цепочке, этап за этапом, пробуя различные подходы. И, конечно, система должна быть актуальна.

## III. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Принцип системного анализа применяется для решения самого широкого круга проблем. Однако существует

классификация, по которой все проблемы, решаемые при помощи системного анализа можно разделить на три категории: хорошо структурированные (well-structured), или количественно сформулированные проблемы. В них существенные зависимости выяснены очень хорошо; неструктурированные (unstructured), или качественно выраженные проблемы. Они содержат лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны; слабо структурированные (ill-structured), или смешанные проблемы. В них содержатся как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны, которые имеют тенденцию доминировать. Для решения проблем, подходящих под первую категорию, используется методология исследования операций, состоящая в построении математической модели (задачи нелинейного и линейного, динамического программирования, задачи теории игр и т.д.) а также применении методов для нахождения оптимальной стратегии действий. Данные системы анализировать проще всего, так как здесь не появятся какие-то внезапные факторы. Системный анализ применяется для решения проблем, попадающих под первую категорию, в первую очередь потому, что в процессе принятия решений приходится осуществлять выбор в условиях неопределенности, т.к. присутствуют факторы, которые не поддаются строгой количественной оценке. В таком случае все методы ориентированы на предложение альтернативных вариантов по каким-либо критериям эффективности. Специалисты предлагают варианты решения проблемы, а окончательный вариант принимает уполномоченное должностное лицо. Окончательный вариант принимается исходя из анализа предложенных вариантов и строится не только на получении максимальных результатов, но и на минимизации каких-либо негативных проявлений.

Для решения проблем, следующих двух классов проблем, используются системы принятия решений.

Существует технология, по которой производится решение данных задач:

- осуществляется формулировка проблемы, решение которой необходимо найти;
- определяются цели, достижение которых и обеспечит результат;
- определяются критерии, на основании которых можно будет судить о том, достигнута ли цель;
- строятся модели для обоснования принимаемых решений;
- осуществляется поиск оптимального варианта решения в данной ситуации;
- полученное решение ситуации согласуется;
- после согласования решения осуществляется подготовка решения к реализации;
- принятое решение утверждается;
- проводится управление ходом реализации решения;

- проводится проверка эффективности принятого решения.

Самое основное в системном анализе – это построить обобщенную модель, которая будет отображать все взаимосвязи, а также все факторы, воздействующие на реальную ситуацию, которые могут проявиться в процессе осуществления решения. Модель, которая получится в ходе построения, исследуется, выясняется близость полученного результата, полученного при применении того или иного варианта действий к желаемому результату, а также сравниваются затраты ресурсов по каждому варианту, проверяется чувствительность модели к различным внешним воздействиям. Данная модель неоднократно проверяется на сходимость модели, на четкость выполнения поставленной цели и не отступление от поставленных задач.

#### IV. ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ

Системный анализ характеризуется наличием определенных компонентов, присутствующих в анализе любой проблемы. Именно сочетание определенных элементов в определенной последовательности и с определенными причинно-следственными связями приводит к системному решению проблемы. Основные элементы системного анализа укладываются в логическую структуру: цель-задачи-средство её достижения-используемые ресурсы. Основным правилом получения требуемого результата является правильное использование логических элементов. Главными причинами неудач, как правило, являются: неверно сформулированная цель, плохое составление и низкий контроль работ, неверно распределенные ресурсы и низкий экономический анализ. Только малая часть неудач возникает из-за частных трудностей.

Рассмотрим основные элементы системного анализа.

Цель – это результат деятельности системы, то состояние, в котором мы желаем её видеть. Сама система создается именно для осуществления поставленной цели. Целенаправленность является определяющим принципом системного анализа. В соответствии с этим принципом система должна существовать и развиваться именно в соответствии с поставленными перед ней целями. Именно единство целей и определяет саму систему, определяет её деятельность. Цель системы всегда относится к одному из направлений: стабилизация или развитие системы.

Целью стабилизации является сохранение уровня потребления и производства ресурсов, имеющих ценность для данной системы. Цели развития системы ориентированы на приобретение недостающих системе ресурсов, или достижение необходимых состояний. Также необходимо отслеживать сроки исполнения действий в системе, достижение ею конечного результата, а также соблюдение по срокам всех промежуточных этапов. Цели также условно делятся на две категории: жизненно важные и альтернативные. Жизненно важные цели должны быть достигнуты обязательно. При этом достижение цели

нельзя воспринимать как тупик. Всегда необходимо стремиться к дальнейшему совершенствованию. Так как сегодня системный анализ развивается применительно к проблемам управления и планирования, то в связи с возросшим вниманием к программно-целевым принципам в планировании, термин «системный анализ» стал неразрывно связан с терминами «целеобразование» и «программно-целевое планирование и управление». Теперь система рассматривается как единое целое, рассматривается роль человека в процессе и целеобразование в развитии. Была обнаружена проблема: как разбивая задачу на части не утратить целое. Для решения этой проблемы используется взаимодействие формальных и неформальных методов системного анализа. К сожалению, пока вопрос сочетания этих методов не решен. Но благодаря использованию ЭВМ, которые существенно упростили процесс расчетов и прогнозирования ситуации стало реальным строить более долговечные модели и учитывать в них большее количество факторов.

При системном анализе экономических проблем может возникнуть несколько различных вариантов, которые приведут к достижению цели. В таком случае для выбора наилучшего решения используется принцип исключения нерациональных вариантов. Также при реализации выбранного способа возникает проблема поиска ресурсов. Основной проблемой является ограниченность ресурсов, из-за чего возникает необходимость в определении приоритетности использования ресурсов для достижения наилучших показателей. Поэтому, должна решаться еще и проблема взаимозаменяемости ресурсов. Именно недостаток ресурсов на каком-то этапе может быть причиной того, что данная стратегия не будет принята в работу. Системный анализ применяется для решения таких проблем, где в процессе принятия решений приходится осуществлять выбор в условиях неопределенности, т.к. присутствуют факторы, которые не поддаются строгой количественной оценке. В таком случае все методы ориентированы на предложение альтернативных вариантов по каким-либо критериям эффективности. Специалисты предлагают варианты решения проблемы, а окончательный вариант принимает уполномоченное должностное лицо. Окончательный вариант принимается исходя из анализа предложенных вариантов и строится не только на получении максимальных результатов, но и на минимизации каких-либо негативных проявлений.

#### V. ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА И ШКАЛИРОВАНИЯ В СТРАТЕГИЧЕСКОМ МАРКЕТИНГЕ

Во всех экономических системах, от экономики страны до предприятия, существует избыточность информации, как ее воспринимает исследователь-аналитик. Такая ситуация, во многом складывается из-за того, что все экономический системы слабо структурированы, задачи в них зависят от решений других систем, определяемы факторами. Каждый из этих факторов может быть учтен множеством показателей, которые влияют на его изменение. Множество зависимых между собой показателей определяют большую размерность данных,

что, в свою очередь, приводит к таким проблемам: а) невозможности точно поставить задачу; б) снижению качества проводимого анализа; в) невозможности полно интерпретировать ситуацию.

Для решения поставленных проблем одним из наиболее эффективных статистических методов является многомерное шкалирование. Основная цель метода многомерного шкалирования (далее в статье – метод) состоит в снижении числа факторов, необходимых для анализа и оценки будущих изменений ситуации по причине принятия управленческих решений, в том числе и отказ от управленческого воздействия. Уменьшение числа факторов называется понижением размерности. Следующей важной задачей, которая решается методом многомерного шкалирования является интерпретация набора причин, который и описывает содержание ситуации. Важно понимать, что на начальной стадии применения метода действительно важные критерии или факторы, описывающие изменения системы могут быть не известны, а их наличие и значение определяется на стадии процесса применения метода. Путем применения алгоритма обработки исходной информации определяются факторы, действительно влияющие на ход ситуации в системе.

Области применения метода: а) алгоритм обнаружения скрытых или, еще говорят, латентных непосредственно не наблюдаемых переменных, которые описывают полученную эмпирическим путем матрица парных расстояний между наблюдаемыми объектами, процессами или явлениями; б) возможность проверки гипотез о расположении изучаемых объектов, процессов или явлений относительно друг друга в пространстве и относительно точки отсчета системы координат; в) сужение или снижение полученной опытным путем матрицы данных с использованием небольшого числа скрытых переменных; г) визуальное представление данных и результатов анализа.

Метод многомерного шкалирования носит такое название исходя из специфики его алгоритма:

1. преобразование основных показателей исходной информации, характеризующих изменение ситуации: установление «координаты» каждого объекта в многомерном пространстве;
2. нахождение попарных расстояний между объектами: такое расстояние называют «стрессом» и его значение минимально между объектами;
3. задаются веса либо всех, либо только необходимых объектов;
4. итеративным способом производится оценка всех объектов относительно каждого другого;
5. формируются сходные объекты в вектора по в сравнительно небольшому числу шкал;
6. производится интерпретация полученных результатов.

Каждый скрытый изначально и выделенный в процессе применения алгоритма многомерного шкалирования важен при проведении стратегического и ситуационного анализа. Разработка стратегии предполагает достижения конкретной цели и приобретает особо важное значение в условиях, когда для этого недостаточно прямых ресурсов. Поэтому выделение «скрытых» факторов позволяет обеспечить преимущество перед противником.

С применением многомерного шкалирования появляется полно и точно оценить экономический эффект от мероприятий по производству, продвижению и реализации товара (услуги), что обеспечит аргументированность принятия административных решений. Сам процесс разработки стратегий и принятия решений в процессе управления достаточно динамичный, зависит от множества изменений внешней и внутренней среды: тактики конкурентов, уровня спроса продукции на рынках сбыта, изменений в технологиях, которые применяются в производстве, наличия или отсутствия нового поколения оборудования и так далее. Проводя стратегический анализ и принимая на его основании управленческие решения, невозможно на много управленческих тактов вперед расписать все этапы, по которым пойдет развитие ситуации. Такие многомерные задачи ставятся исследователями в области маркетинга в рамках современных подходов к маркетингу. Выявление латентных переменных имеет свою положительную и отрицательную стороны. К положительным моментам следует отнести: 1) обнаружение таких зависимостей, которые еще не представлены на рынке; 2) возможность стратегической победы над конкурентами путем формирования новой рыночной реальности. Отрицательными сторонами выявления латентных переменных и разработки на их основе стратегии предприятия могут быть: 1) сложность в сборе первичной информации (данных) для анализа; 2) относительная сложность в применении метода из-за необходимости узкого специалиста на предприятии. Оба этих пункта решаемы, что позволяет говорить о практической применимости метода многомерного шкалирования в стратегическом анализе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Андрейчиков А.В. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике: Основы стратегического инновационного менеджмента и маркетинга: Учебное пособие. М.: КД Либроком, 2013. 248 с
- [2] Ганеев Е.Н. Математическая логика и особенности ее применения. // Вестник КГУ. 2015. №5. С. 55-63
- [3] Звягин Л.С. Применение системно-аналитических методов в области экспертного прогнозирования// Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 3. № 9. С. 47-50.
- [4] Звягин Л.С. Комплексная оценка безопасности функционирования моделей экономических систем// Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 4. № 1. С. 18-25.
- [5] Иманов К.Е. Методика решения задач с использованием системного анализа. // Вестник ИЭУП. 2015. № 10. С. 87-93.