

Современные процедуры анализа сложных систем

А. А. Хоконов

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет), Financial University
a-hokka@bk.ru

Аннотация. В науке понятие «система» можно рассматривать с различных точек зрения. При использовании структурного подхода мы можем сказать, что система – это структура, элементы которой взаимодействуют. Точки зрения философии система есть философская категория, характеризующая организацию материи и духовного мира человека, фрагмент мира. Систему можно рассматривать как некое множество связанных элементов, создающих целостный объект при условии задания для таких объектов и отношений между ними некоторой цели и некоторых ресурсов для достижения поставленной цели..

Ключевые слова: система; структура; сложность; анализ; алгоритм; принципы

I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ

Необходимо помнить о том, что свойства системы зависят от свойств, составляющих ее подсистем и отдельных элементов, однако, свойства системы (в целом) не являются простой математической суммой свойств, составляющих ее подсистем и отдельных элементов. При этом объединенные в подсистему или систему элементы теряют часть своих свойств, присущих им вне системы. Возможна также и обратная ситуация, когда, попадая в систему, элементы могут приобретать новые свойства. Элемент как составная часть всякой системы не оспаривается большинством ученых. В элементаристском подходе к пониманию понятие «система» понятие «элемент» занимает ведущее место. Л. Фон Берталанфи называл элементы, находящиеся в определенных отношениях друг с другом и со средой, одним из главных признаков всех систем. Слово элемент в переводе с латыни означает «начало» или «основа», в русском языке значении слова «элемент» – составная часть чего-либо. Основное значение выделение элемента в любой системе заключается в определении его отношения ко всей рассматриваемой системе, в определении его роли, которую он играет в создании глобального эффекта. Элемент при детальном его рассмотрении как раз и является той частью системы, которая не подлежит дальнейшему делению.

Любая система обладает определенными свойствами. В процессе длительного изучения систем выделены такие черты (признаки) системы, как: структурность означает наличие внутренней структуры, позволяющей исследовать устройство системы, составляющих ее подсистем, а также структурных элементов, изучить существующие взаимосвязи не только внутри системы, но и с внешней средой; иерархичность подразумевает расположение подсистем и элементов не в хаотичном порядке, а в

соответствии с определенной структурой (иерархией), при этом учитываются также и внешние иерархические связи системы с окружающей средой; целостность означает, что любая система есть некая целостность, сумма составных частей, образующих единое целое; открытость (иногда в литературе признак «открытость» именуется «коммуникативность») означает взаимодействие системы в процессе функционирования с внешним миром (окружающей средой); внутренняя неоднородность означает, что структурными элементами и подсистемами выступают объекты разнообразные как по своей природе, так и по принципам функционирования; множественность описаний предполагает всестороннее познание системы через изучение и моделирование подсистем, характеризующих разные стороны и свойства системы; эмерджентность означает свойство систем, определяющее появление новых характеристик, не присущих подсистемам и элементам, входящих в состав системы; функциональность означает проявление определенных функций при взаимодействии системы с внешней средой; изменчивость во временном промежутке означает, что в системе, ее подсистемах или элементах либо во внутренних взаимосвязях с течением времени могут происходить некоторые изменения.

Часть системы, образованная из элементов, составляющих внутри системы некую автономную область, принято называть подсистемой. Она выделяется по определенным признакам, обладает некоторой самостоятельностью и допускает возможность разложения на отдельные элементы в процессе изучения конкретной системы. Общепринятой классификаций систем является их разделение на простые, сложные и очень сложные (в некоторой научной литературе можно встретить название большие системы). Большая система есть сложная система, обладающая: наличием разнообразных связей между подсистемами и элементами подсистем (например, материальные, финансовые, информационные связи); открытостью системы; участием в функционировании такой системы людей, технических средств (оборудования, машин), а также природной среды. Большие системы состоят из огромного количества подсистем и элементов, связей между ними, что в итоге не позволяет исследовать такие системы в полном объеме как единое целое. Примерами таких систем являются государство или отдельный регион. Сложные системы, в том числе социально-экономические, обладают способностью к самопознанию. К числу распространенных классификаций систем относят разделение систем на открытые (системы, взаимодействующие с окружающей внешней средой, например предприятие или организация

как хозяйствующие субъекты), закрытые (системы, изолированные от внешней окружающей среды, например, часовой механизм) и комбинированные (включают в себя одновременно открытые и закрытые системы). По характеру развития системы подразделяют на: стабильные (система, у которой в процессе функционирования изменения в структуре и функциях бывают незначительными (минимальными)) и развивающиеся (в таких системах в течение периода существования происходят значительные структурные и функциональные изменения).

У разных авторов можно встретить различные классификации систем. Например, А.В. Овчинникова подразделяет системы на: 1) объективные (первичные). К ним относятся природа, природные явления и человек. 2) ментальные. Это такие системы, которые созданы в процессе деятельности самого человека, например: система государства, политическая, правовая, экономическая системы. 3) технические. Это такие системы, которые также как и ментальные, созданы в процессе деятельности человека, и при этом направлены на удовлетворение материальных потребностей жизнедеятельности общества и человека в отдельности. Например, оборудование для добычи полезных ископаемых, автомобиль, самолет и т.д.

Особое место занимают социальные системы, начиная от элементарных социальных объединений людей (например, общественные организации) и заканчивая социально-экономической системой общества в целом. Социальные системы подразделяются на хозяйственные (экономические), политические, общественные, государственные, религиозные. При изучении систем используют различные методы, которые носят как общенаучный и межпредметный характер, например: диалектический метод, моделирование, опрос, наблюдение, методы экономико-математического моделирования, статистические методы и т.д. Таким образом, можно сделать вывод, что система – это совокупность взаимосвязанных подсистем, соединенных в единое целое для выполнения поставленной задачи в определенных условиях. Системы обладают различными признаками (чертами) и подразделяются (классифицируются) в группы, причем многие системы могут по различным критериям включаться в разные классификационные группы. Знание классификаций систем позволяет наиболее четко определять методы их исследования, создавать более точные модели систем для различных видов анализа.

II. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

При исследовании сложных систем используют сочетание процедур синтеза и анализа. Их сочетание бывает разным. Для эффективного исследования сложных систем рекомендуются следующие комплексы процедур:

1. Определение границы исследуемой системы.

У системы нет четко определенных границ, они являются условными и зависят только от постановки задачи, соответственно в любой момент они могут

расшириться или и вовсе измениться. На установление границ влияет цель анализа данной системы и методы достижения поставленной цели.

2. Определение всех надсистем, в которые входит исследуемая система в качестве части.

Каждая система принадлежит бесконечному количеству надсистем. Но так как у каждой конкретной задачи свои конкретные условия, но необходимо ограничиться кругом наиболее важных надсистем. Каждая надсистема имеет немало компонентов, с которыми связано предприятие. Этими компонентами являются: потребители, поставщики, организации, конкуренты и т.д. но ведь эти компоненты могут входить и не в одну надсистему. Так же стоит учитывать, что и каждая система, и каждый компонент имеют свои специфические цели, которые могут как дополнять друг друга, так и иметь противоречия. В связи с этим необходимо тщательно изучать среду, окружающую конкретное предприятие, с которым мы в данный момент работаем. Иначе, совокупность влияний, которые оказывают надсистемы на предприятие, будут непредсказуемыми, ими будет невозможно управлять.

3. Определение основных черт и направления развития всех надсистем, которым принадлежит данная система, в частности, сформулировать их цели и противоречия между ними. Их цели и методы, благодаря которым достигается цель, не должны противоречить друг другу. Необходимо искать способы достижения положительного результата из комбинаций в срабатывании между собой подсистем. Процедура определения направления развития надсистем имеет особую значимость, т.к. в реальной системе практически каждый компонент этой системы обладает не только какими-либо полезными свойствами, которые будут помогать системе развиваться и достигать своих целей, но и негативные свойства, которые будут мешать ей это делать. Поэтому при создании системы нужно производить подробный анализ всех компонентов, их связь друг с другом, их реакцию друг на друга и выбирать именно полезные, продуктивные действия компонентов среди прочих.

4. Определение роли исследуемой системы в каждой надсистеме, рассматривая эту роль как средство достижения целей надсистемы.

Имеется два подхода, которые сейчас рассмотрим: первый, это идеализированный, при котором мы построим все те функции, которые необходимо было бы выполнять для того, чтобы реализовать цели надсистемы; второй, это реальный, при котором мы видим реальную роль системы в достижении целей надсистемы. В качестве примера двустороннего подхода рассмотрим оценку потребностей покупателей в каком-то конкретном виде товара, а также в его количестве и качестве, с одной стороны, а также оценку различных параметров товаров, которые выпускаются каким-то конкретным предприятием. Только проанализировав состояние рынка, узнав, чего хочет покупатель, можно принимать решение о том какую продукцию производить и в каком количестве. Системный анализ помогает определить, будет ли продуктивной для

предприятия та или иная модель производства. Очень важно учитывать всю реальную обстановку вокруг изучаемой системы.

5. Выявление состава системы, т.е. определение частей, из которых она состоит.

Очень часто решение исследовательской задачи требует расчленения не только самой системы на отдельные компоненты, но и расчленения самих компонентов. Этот процесс может быть бесконечен и ограничивается он только потребностями системы и требованием к решению задачи. К примеру, если решать задачу о предприятии можно ограничиться разделением на перечень цехов и отделов, а можно и сделать это и более подробно, расчленив дополнительно на бригады, участки и т.д. При расчленении системы следует помнить о том, насколько сильно необходимо систему делить. Оценивать каждую структуру, чтобы не допустить появления лишней информации. Но также необходимо проверять систему, чтобы вся информация, которая необходима для анализа и обработки системы была доступна пользователю.

6. Определение структуры системы, представляющей собой совокупность связей между его компонентами.

Структура системы – это её строение, её внутренняя форма и нельзя вывести её только к набору компонентов. Любая система является многоструктурной. Используя тот же пример с предприятием отметим, что на нем существует организационная структура (отношения подчиненности), информационная (потoki информации), потоки материалов, готовой продукции, совокупность отношений собственности, а также человечески отношения в коллективе, которые составляют морально-психологическую структуру. Любая структура должна быть подробно рассмотрена, должны учитываться все связи между компонентами и то, к чему эти связи могут привести.

7. Определение функций компонентов системы, т.е. целенаправленные действия компонентов, их «вклад» в реализацию роли системы в целом.

Процедура определения функций компонентов системы имеет особую значимость, т.к. в реальной системе практически каждый компонент этой системы обладает не только какими-либо полезными свойствами, которые будут помогать системе развиваться и достигать своих целей, но и негативные свойства, которые будут мешать ей это делать. Поэтому при создании системы нужно производить подробный анализ всех компонентов, их связь друг с другом, их реакцию друг на друга и выбирать именно полезные, продуктивные действия компонентов среди прочих. Для этого следует отделить провозглашаемые функции от реальных.

Особенно важным является сочетание разных функций разных компонентов. Они не должны противоречить друг другу, вступать в какие-либо конфликты между собой, наоборот, они должны необычайно гармонично работать. Именно гармоничность и отличает систему от простого набора предметов и процессов. И при всем при этом сами функции должны быть разными, чтобы иметь возможность

дополнять друг друга в разных сферах, и таким образом обеспечивать более широкую область спектра действий системы. Конечно, в реальной системе все функции не могут работать идеально, и в любом случае между ними есть противоречия, которые снижают эффективность системы. Поэтому изучение всех компонентов системы должно изучаться в совокупности, осознавать влияние каждой подсистемы на другую подсистему и находить такие сочетания, в которых приносимая польза будет максимальной, а расхождения минимальными. Данная проблема особенно явно проявляется для крупных предприятий. При анализе функций разных компонентов системы и работы между ними очень часто решение исследовательской задачи требует расчленения не только самой системы на отдельные компоненты, но и расчленения самих компонентов. При расчленении системы следует помнить о том, насколько сильно необходимо систему делить. Оценивать каждую структуру, чтобы не допустить появления лишней информации. Но также необходимо проверять систему, чтобы вся информация, которая необходима для анализа и обработки системы была доступна пользователю.

8. Выявление причин, объединяющих отдельные части в систему, в целостность.

Данные причины называются «интегрирующими факторами». Данным фактором является человеческая деятельность, во время которой человек осознает свои цели и интересы, прилагает какие-либо действия для достижения цели. Исходным, первичным, а также интегрирующим фактором является цель. Трудной задачей является постановка реальной цели, для которой и создаётся система, т.к. цель – это сочетание противоречащих друг другу интересов в любой сфере деятельности. Так например, у предприятия достижение максимальной прибыли вовсе не будет являться главной целью создания предприятия, основной задачей будет являться создание устойчивой экономики и репутации организации. И истиной целью будет являться только сочетание этих интересов. Очень важно определить именно истинную цель создания, т.к. только её достижение является целью системного анализа. Но при достижении основной цели будут получены и другие результаты, которые также могут оказать влияние на развитие системы. Методы достижения цели могут быть различными, и скорее всего, при проведении системного анализа будет предложено несколько моделей производства для достижения цели.

9. Определение функций компонентов системы, т.е. целенаправленные действия компонентов, их «вклад» в реализацию роли системы в целом.

Процедура определения функций компонентов системы имеет особую значимость, т.к. в реальной системе практически каждый компонент этой системы обладает не только какими-либо полезными свойствами, которые будут помогать системе развиваться и достигать своих целей, но и негативные свойства, которые будут мешать ей это делать. Поэтому при создании системы нужно производить подробный анализ всех компонентов, их связь

друг с другом, их реакцию друг на друга и выбирать именно полезные, продуктивные действия компонентов среди прочих. Для этого следует отделить провозглашаемые функции от реальных. Особенно важным является сочетание разных функций разных компонентов. Они не должны противоречить друг-другу, вступать в какие-либо конфликты между собой, наоборот, они должны необычайно гармонично работать. Именно гармоничность и отличает систему от простого набора предметов и процессов. И при всем при этом сами функции должны быть разными, чтобы иметь возможность дополнять друг друга в разных сферах, и таким образом обеспечивать более широкую область спектра действий системы. Конечно, в реальной системе все функции не могут работать идеально, и в любом случае между ними есть противоречия, которые снижают эффективность системы. Поэтому изучение всех компонентов системы должно изучаться в совокупности, осознавать влияние каждой подсистемы на другую подсистему и находить такие сочетания, в которых приносимая польза будет максимальной, а расхождения минимальными. Данная проблема особенно явно проявляется для крупных предприятий.

10. Определение всех возможных связей, коммуникаций системы с внешней средой.

Для всестороннего изучения системы мало выявить её связи со всеми надсистемами, которым она принадлежит, необходимо также провести исследования подобных систем во внешней среде. Если использовать пример о предприятии, то требуются определить все системы, к которым относятся сотрудники предприятия: профсоюзы, этнические группы, семьи, культурные ценности и т.д. Также требуется знать связи подразделений и сотрудников с системами интересов и целей конкурентов, потребителей, поставщиков и пр. необходимо осознавать связь между технологиями, которые используются на производстве, и новыми открытиями. Именно осознание единства всех систем, которые окружают предприятие, позволяет понять его ценности и происходящие процессы.

11. Рассмотрение исследуемой системы в динамике, в развитии.

На данном этапе проводится анализ всей системы, формулируется её история, источник возникновения, тенденции и перспективы развития, переходы к качественно новым состояниям. Необходимость динамического подхода к исследованию систем можно легко продемонстрировать, если сравнить два предприятия, у которых в какой-то момент времени совпали значения одного из параметров, например, объем продаж. Из этого совпадения совсем не вытекает, что предприятия занимают на рынке одинаковое положение: одно из них может набирать силу, развиваться, а другое, наоборот, переживать спад. На основании этого сравнения мы можем сделать вывод о том, что нельзя судить о

системе, в частности, о предприятии нельзя по одному значению какого-либо параметра; необходимо исследовать изменения параметров, анализировать их в динамике. Для полного понимания любой системы нельзя рассматривать только какой-то один короткий промежуток времени ее существования и развития. Необходимо исследовать всю историю системы, выяснить, почему возникла необходимость в создании этой системы, определить есть ли какие-то иные системы, благодаря которым и на основе которых она появилась. Также для полного понимания системы важно изучить не только историю системы или динамику ее нынешнего состояния, но и попытаться, спрогнозировать будущее состояние системы, её проблемы, возможности. Перечисленные здесь процедуры системного анализа не в полной мере исчерпывают арсенал приемов исследования систем. Однако, описанные здесь приемы являются примерным планом действий. Для исследования каждой конкретной системы применяются свои методы, приемы, которые позволяют использовать полученные при исследовании знания наилучшим образом в дальнейшем. Иначе говоря, сама конкретная система в ходе ее исследования «помогает» сформулировать метод ее дальнейшего изучения. Представленная последовательность процедур системного анализа не является обязательной и единственно правильной. Обязательным является сам перечень процедур, а не их последовательность. За исключением нескольких первых процедур перечня, в реализации которых осуществляется синтез системы, остальные приходится выполнять исходя из логики, «диктуемой» содержанием конкретной системы. При изучении новой системы она сама будет давать своему исследователю все новые и новые данные, на основании которых он будет строить новые приемы, которые позволят осуществить дальнейшее углубление в понимании объекта исследований.

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] Молчан А.С., Ануфриева А.П. Система потенциалов устойчивого развития и экономической безопасности социально-экономических систем. // Экономика устойчивого развития. 2015. №2. С. 55-63
- [3] Звягин Л.С. Рекомендации по формированию целенаправленной и эффективной инвестиционной политики государства в целях устойчивого долгосрочного развития экономики и общества// В книге: Стратегическое планирование и развитие предприятий Материалы Шестнадцатого всероссийского симпозиума. Под редакцией Г.Б. Клейнера. 2015. С. 61-64.
- [4] Овчинникова А.В. Межсистемный подход исследования взаимодействия социально-экономических систем.// Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. Выпуск 3. 2014. С. 74-84.
- [5] Zvyagin L.S. Concept and technology critical thinking as the basis of modern educational technology// В сборнике: 2016 IEEE 5th Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches, Science. Education. Innovations 2016 5. 2016. С. 46-48.