

Лекция 1

Предмет системного анализа. Определение понятия системы

Предмет системного анализа

Можно, видимо, говорить о наступлении этапа научного, системно — междисциплинарного подхода к проблемам науки, образования, техники и технологии, этапа, концентрирующего внимание не только на вещественно-энергетических, но и на информационно-логических, системно-междисциплинарных аспектах, построения и исследования системно-информационной картины мира.

Системный анализ — система понятий, методов (среди которых должен быть метод декомпозиции) и технологий для изучения, описания, реализации систем различной природы и характера, междисциплинарных проблем; это система общих законов, методов, приемов исследования таких систем.

Любую предметную область также можно определить как системную.

Предметная область — раздел науки, изучающий предметные аспекты системных процессов и системные аспекты предметных процессов и явлений. Это определение можно считать системным определением предметной области.

Пример. Информатика — наука, изучающая информационные аспекты системных процессов и системные аспекты информационных процессов. Это определение можно считать системным определением информатики.

Системный анализ тесно связан с синергетикой. Синергетика — междисциплинарная наука, изучающая общие идеи, методы и закономерности организации (изменения структуры, ее пространственно-временного усложнения) различных объектов и процессов, инварианты этих процессов. «Синергетика» в переводе — совместный, согласованно действующий.

Системный анализ тесно связан и с философией. Философия дает общие методы содержательного анализа, а системный анализ даёт общие методы формального, межпредметного анализа предметных областей, выявления и описания, изучения их системных инвариантов.

Можно дать и философское определение системного анализа: системный анализ — это прикладная диалектика.

Системный анализ предоставляет к использованию в различных науках, системах следующие методы и процедуры:

- абстрагирование и конкретизация;
- анализ и синтез;
- индукция и дедукция;
- формализация;
- структурирование;

- макетирование;
- алгоритмизация;
- моделирование;
- программное управление;

распознавание, классификация и идентификация образов;

- экспертное оценивание и тестирование и другие методы и процедуры.

Системные ресурсы общества

Имеются следующие основные типы ресурсов в природе и в обществе:

1. Вещество — наиболее хорошо изученный ресурс, который в основном, представлен таблицей Д. И. Менделеева достаточно полно и пополняется не так часто. Вещество выступает как отражение постоянства материи в природе, как мера однородности материи.
2. Энергия — не полностью изученный тип ресурсов, например, мы не владеем управляемой термоядерной реакцией. Энергия выступает как отражение изменчивости материи, переходов из одного вида в другой, как мера необратимости материи.
3. Информация — мало изученный тип ресурсов. Информация выступает как отражение порядка, структурированности материи, как мера порядка, самоорганизации материи (и социума). Сейчас это понятие мы будем понимать как некоторые сообщения; ниже этому понятию мы посвятим более детальное обсуждение.
4. Человек — выступает как носитель интеллекта высшего уровня и является в экономическом, социальном, гуманитарном смысле важнейшим и уникальным ресурсом общества, выступает как мера разума, интеллекта и целенаправленного действия, мера социального начала, высшей формы отражения материи (сознания).
5. Организация (или организованность) выступает как форма ресурсов в социуме, группе которая определяет его структуру, включая институты человеческого общества и его надстройки, выступает как мера упорядоченности ресурсов. Организация системы связана с наличием некоторых причинно-следственных связей в этой системе. Организация системы может иметь различные формы, например, биологическую, информационную, экологическую, экономическую, социальную, временную, пространственную и она определяется причинно-следственными связями в материи и социуме.
6. Пространство — мера протяженности материи (события), распределения её (его) в окружающей среде.
7. Время — мера обратимости (необратимости) материи, событий. Время неразрывно связано с изменениями действительности.

Можно говорить о различных полях, в которые «помещен» любой человек: материальном, энергетическом, информационном, социальном, их пространственных и временных характеристиках.

Пример. Рассмотрим простую задачу — пойти утром на занятия в вуз. Эта часто решаемая студентом задача имеет все аспекты:

1. материальный, физический аспект — студенту необходимо переместить некоторую массу, например, учебников и тетрадей на нужное расстояние;

2. энергетический аспект — студенту необходимо иметь и затратить нужное количество энергии на перемещение;
3. информационный аспект — необходима информация о маршруте движения и месторасположении вуза и нужно обрабатывать по пути своего движения информацию;
4. человеческий аспект — перемещение, в частности, переезд на автобусе невозможен без человека, например, без водителя автобуса;
5. организационный аспект — необходимы подходящие транспортные сети и маршруты, остановки и т.д.;
6. пространственный аспект — перемещение на определённое расстояние;
7. временной аспект — на данное перемещение будет затрачено время (за которое произойдут соответствующие необратимые изменения в среде, в отношениях, в связях).

Все типы ресурсов тесно связаны и сплетены. Более того, они невозможны друг без друга, актуализация одного из них ведет к актуализации другого.

Пример. При сжигании дров в печи выделяется тепловая энергия, тепловая энергия используется для приготовления пищи, пища используется для получения биологической энергии организма, биологическая энергия используется для получения информации (например, решения некоторой задачи), перемещения во времени и в пространстве. Человек и во время сна расходует свою биологическую энергию на поддержание информационных процессов в организме; более того, сон — продукт таких процессов.

Социальная организация и активность людей совершенствуют информационные ресурсы, процессы в обществе, последние, в свою очередь, совершенствуют производственные отношения.

Если классическое естествознание объясняет мир исходя из движения, взаимопревращений вещества и энергии, то сейчас реальный мир, объективная реальность могут быть объяснены лишь с учётом сопутствующих системных, особенно, системно-информационных процессов

Определение понятия “система”

Свойство совокупности ресурсов, которое не является суммой или средневзвешенным свойств отдельных компонентов совокупности называется интегративным (эмерджентным) свойством.

Определение. Совокупность ресурсов, обладающая интегративным свойством, называется системой.

Надо заметить, что это определение не общепринятое

существует множество других. Чтобы задушить в зародыше бесплодную дискуссию на тему, «чьё определение правильнее» (по поводу правильности определений см. раздел 3.3.4), здесь будет обоснована адекватность предложенного определения. Это не отнимает права на существование других определений, вопрос только в том, насколько адекватные и экономичные модели они позволяют строить.

Первая, наиболее распространенная группа определений выделяет системы исключительно по принципу целостности или взаимосвязанности. Эти определения придумывают в основном философы, и они кочуют по многочисленным философским трудам. Например: «Система — множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которые образуют определенную целостность, единство» [Садовский]. Или «Система — совокупность взаимосвязанных элементов, обособленная от среды и взаимодействующая с ней как целое» [Перегудов, Тарасенко].

Такого рода определения бесполезны, если принять утверждение, что любые взаимосвязанные объекты формируют целостность. Действительно, представим себе, что два реальных объекта a и b никоим (непосредственным или опосредованным) образом не связаны друг с другом. Тогда один объект, связанный с a , не может быть связан ни с каким объектом, связанным с b . Получается два никак не связанных друг с другом множества объектов A и B . Исследователь может одновременно находиться только в одном из этих множеств и никак не может перейти в другое, так как это означало бы наличие некоего канала связи, что невозможно по условию. Поэтому много множества взаимосвязанных объектов, кроме того, в котором находится исследователь, для исследователя не существует. Таким образом, определение Садовского и аналогичные ему реально не имеют никакого предела и не позволяют выделять системы из окружающего мира.

Этот факт прекрасно осознавал физиолог П. К. Анохин, который писал: «Формулировки понятия системы, делая акцент на взаимодействии, не содержат в себе и не имеют даже ввиду какие-либо факторы, ограничивающие многочисленные степени свободы взаимодействия данного компонента с другими». Между тем, таких степеней свободы очень много. Например, на площадке с 400 электрическими лампочками возможно 200 комбинаций взаимодействий [Анохин]. Вместо этого Анохин предложил телеологическое определение системы: «Системой можно назвать только комплекс таких избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействия и взаимоотношения принимают характер взаимодействия компонентов для получения фокусированного полезного результата». Это определение, по крайней мере, дает четкий критерий объединения элементов в систему, а именно «связанность одной целью». Это определение позволяет строить адекватные модели технических систем (то есть систем, создаваемых человеком для удовлетворения тех или иных его нужд). Оно более или менее адекватно для моделирования систем, обеспечивающих функционирование отдельного организма (какие и изучал Анохин). Сомнительно, чтобы печень или нервная система вели *цель*, но в нормально функционирующем организме они ведут себя так, как будто они ее имеют, поскольку иначе они вместе со всем организмом перестанут существовать. Однако при моделировании различных физиологий организма это определение уже не позволяет создавать адекватные модели, ибо цель жировой ткани, которая замещает мышечную при ожирении сердца, совершенно не ясна. А вот цель или «полезный результат» в более сложных естественных системах вообще совершенно не очевиден: ну каков, в самом деле, полезный результат функционирования солнечной системы? Кроме того, запущенный человеком кирпичик также имеет цель, однако все законы его полета совпадают с таковыми для кирпича, который падает сам по себе и цели не имеет. Следовательно, мы

имеем два объекта с абсолютно одинаковыми свойствами, но попадающие в два разных класса (имеющие цель и не имеющие ее), что как минимум в два раза снижает адекватность соответствующих моделей.

И, наконец, еще одно определение, данное инженером И. Ф. Складоровым, определяет систему не по наличию цели, а по наличию интегративного свойства. По Складорову, система — это ограниченный в среде и взаимодействующий с нею объект, который:

- 1) имеет цель, в процессе ее достижения функционирует и развивается;
- 2) имеет источники энергии и материалов для функционирования и развития;
- 3) ему присуще управление с использованием информации о внешней среде и собственном состоянии и с моделированием собственного поведения во внешней среде;
- 4) состоит из взаимосвязанных компонентов, выполняющих некоторые функции в составе объекта;
- 5) обладает интегративным свойством [Складоров].

Однако это определение вполне можно обработать «бритвой Оккама», «отрезав» от него без всяких отрицательных последствий пп. 1–4. Тогда оно будет сформулировано так же, как во введении: **система** — совокупность объектов, обладающая **интегративным свойством**, то есть свойством, не являющимся суммой или средним объектов совокупности. Пункт 1 можно отрезать постольку, поскольку интегративное свойство формально можно считать целью системы (хотя вопрос о том, происходит ли реальное целеполагание в естественных системах, остается открытым), а пп. 2–4 следуют из «обритого» определения, что будет показано ниже. Это определение предлагает достаточный критерий выделения системы, вполне адекватный для решения различных задач, а именно — наличие у совокупности интегративного свойства.

Собственно говоря, такое определение системы появилось отнюдь не в последние годы. Еще Аристотель сказал замечательную фразу: «Целое больше своих частей». Это же свойство обсуждал в начале 20-х годов А. А. Богданов, не называя его. Его работа «Техтология» фактически ставит вопрос, почему целое может быть больше или меньше суммы частей, и даже частично его разрешает. Богданов, правда, не употреблял слово «система», а называл ситуацию «целое больше суммы частей» организованностью, а «целое меньше частей» дезорганизованностью. Фактически, и организованная, и дезорганизованная совокупность по Богданову и есть система по нашему определению. Пример конкретной «организованной совокупности» (без употребления этого термина), приводил Наполеон (цитируется по «Анти-Дюрингу» Ф. Энгельса, гл. 12). «Два мамелюка безусловно превосходили трех французов; 100 мамелюков были равноценны 100 французам; 300 французов обыкновенно сдерживали перх над 300

мамелюками, а 1000 французов уже всегда разбивала 1500 мамелюков». Более того, сам Наполеон в качестве причины такого положения упоминает ключевое слово «дисциплина», что весьма близко к слову «организованность». Увы, ни Наполеон, ни Энгельс, не стали развивать из этого конкретного примера общую теорию.

В соответствии с общим определением системы, приведенным во введении, определение любой конкретной системы (или определение любого объекта как системы) должно звучать следующим образом: «Система A — совокупность таких-то компонентов, обладающая таким-то интегративным свойством».

Приведенное определение показывает, в каком случае объект имеет смысл моделировать как систему, а в каком — не имеет. Объект имеет смысл моделировать как систему в том случае, если субъекту нужно решить экспертную или конструктивную задачу относительно интегративного свойства. Например, если нас интересует экспертная задача, «где окажется в час X человек, вышедший из пункта A в пункт B в час Y со скоростью Z », его совершенно не нужно моделировать как систему, а достаточно моделировать как материальную точку (модель a , рис. 6). Если же нас интересует задача, «сколько вещества A будет в органе B через X часов после введения вещества в орган C », то человека имеет смысл моделировать как систему органов (модель z , рис. 6), интегративное свойство которой — перераспределять вещество между компонентами, что не есть ни сумма емкостей каждого органа к веществу, ни среднее от прочности связывания вещества с каждым органом.

Из этого можно сформулировать экспертную и конструктивную задачи теории систем. Экспертная задача: каким интегративным свойством будет обладать та или иная взаимосвязанная совокупность объектов. Конструктивная задача: как создать или сохранить такую взаимосвязанную совокупность объектов, чтобы получить или сохранить то или иное интегративное свойство.

4.2. Свойства систем, непосредственно следующие из определения