

О формулировании функции и законе полноты частей системы. Фрагменты беседы с Татьяной Сидорчук

От редактора

В архиве имеется аудио-файл с записью беседы Николая Хоменко и Татьяны Сидорчук (2004 г.), в которой обсуждаются различные аспекты ОТСМ. Этот материал, основанный на распечатке упомянутого аудио-файла, содержит пояснения к трехступенчатому алгоритму формулирования функции, закону полноты частей системы, понятию вредной машины. Мы посчитали целесообразным отредактировать распечатку аудиозаписи для лучшего восприятия текста и выделить этот фрагмент в отдельную статью.

Формулирования функции системы. Трехступенчатый алгоритм

Допустим, есть система, цель которой – выполнить определенную функцию. Функция – это изменение значения некоторого параметра с одного на другое. Исходное сырье переводится в готовый продукт, начальное значение параметра меняется на конечное. Действие, которое система оказывает на «продукт» с целью изменить значение одного из его параметров – это и есть функция.

Говорить о системе можно только после того, как определена ее функция, иначе говорить о системе бессмысленно. Далее, когда мы употребляем термины «надсистема», «подсистема», тоже на самом деле надо четко различать два типа надсистем¹. Иногда мы употребляем термин «подсистема», в то время, как правильнее было бы говорить о множестве элементов, которые включает в себя система.

Работая с природными объектами, мы сами приписываем им функцию. Функция – это модель. Для того, чтобы объяснить что-то, для того, чтобы построить систему, мы должны приписать объекту функцию. В природе нет никаких функций, нет никаких противоречий. Есть просто некие закономерные связи: изменение одного влечет за собой изменение другого. В природе нет ни хорошего, ни плохого. Хорошее и плохое появляется только тогда, когда мы начинаем что-то оценивать. Оценить какие-то параметры объекта как полезные или вредные мы можем только после того, как определили функцию.

¹ Предположительно речь идет об иерархических надсистемах (дороги вместе с транспортом – для автомобиля) и родовидовых отношениях (автомобиль – транспорт) (здесь и далее примечания редактора).

О формулировании функции и законе полноты частей системы.

Фрагменты беседы с Татьяной Сидорчук

Функция описывается через инструмент и изделие. Можно свести это к вепольной модели, но в данном контексте важно другое: Функция — это некое действие инструмента на изделие, с целью изменения изделия в соответствии с нужными нам требованиями. Рассмотрим, например, очки. Их функция — коррекция зрения. Само стекло — есть инструмент для изменения зрения. Изделием является преображённый поток света.

Итак, система невозможна без функции, функция невозможна без инструмента и изделия. Допустим, изделие находится в состоянии 1, когда некий важный параметр имеет исходное, сырьевое значение. Выполнение функции означает, что изделие переходит в состояние 2, когда тот же самый параметр приобретает другое значение. То есть смысл функции — изменить свойство некоторого объекта. Здесь имеется в виду элементарная функция. Часто встречаются функции комплексные, сложные.

Для формулирования функции используется трехступенчатый алгоритм². Фактически, функция — это необходимость изменить некий элемент, который мы называем продуктом или изделием, точнее, изменить значение одного из его признаков с исходного на то, которое нам нужно для наших целей. Первый шаг алгоритма сводится к тому, чтобы описать своими словами, в той форме, которая вам удобна, что должна делать ваша система. Человек формулирует это в зависимости от своих особенностей, своего типа мышления. У одних получается одно предложение, у других целый рассказ. Второй шаг — то, что вы рассказали своими словами, переводим в модель: глагол — существительное. Это модель В.В. Мартынова, которая с 60-х годов используется для разработки своего языка в универсальном семантическом коде смысла³. У Мартынова была построена цепочка: субъект, акция, объект — инструмент, функция, продукт (изделие). Некий субъект совершает некое действие, в результате объект меняет свои свойства. В свою очередь, в функционально-стоимостном анализе (предположительно, Майлзом или Соболевым) была независимо создана аналогичная методика. Она достаточно эффективно работала. При разработке АРИЗа для «Изобретающей машины»⁴ требовалось найти такие вопросы, на которые пользователь ответил бы интуитивно правильно. И это тоже вывело на формулировку функции. В модели ОТСМ глагол может быть один из четырёх. 1 — сохранить, 2-изменить, 3 — увеличить, 4 — уменьшить. Заметим, два последних глагола фактически уточняют глагол «изменить». Этими глаголами описывается и создание новых объектов (создать — значит, увеличить какие-то параметры от нуля до некоторых величин); и уничтожение (уменьшить значения параметров до нуля).

² Имеется в виду трехступенчатый алгоритм определения функции, опубликованный по адресу http://www.otsm-triz.org/content/3st_ru

³ В беседе Николай упоминает, что Мартынов, Голяков и Цуриков вначале работали вместе, но потом разошлись и продолжили работать по отдельности.

⁴ Разработкой АРИЗ занимался Н.Хоменко, об этом тоже упоминается в беседе.

О формулировании функции и законе полноты частей системы. Фрагменты беседы с Татьяной Сидорчук

Далее, объект описывается как элемент – признак (имя признака и значение признака⁵). Таким образом, получаем модель: **«Изменить (один из четырех глаголов) – значение такого-то признака такого-то элемента с первого на второе (нужное нам)»**.

Важно, что мы должны сформулировать, какой параметр мы должны менять и какое его значение как должно измениться. Это и есть наша функция. Функция автомобиля — не перемещать объект, а изменить местонахождение объекта. Глагол «сохранить» введён только для борьбы с психологической инерцией. Приведем пример. стакан сохраняет форму воды. Как можно переформулировать такую функцию? Зададимся вопросом, для чего нужен стакан, как именно он сохраняет форму воды? – Стакан компенсирует воздействие гравитации на жидкость. Что ещё он делает? Если жидкость растечётся, то она быстро испарится. То есть, если мы хотим сохранить жидкость, это должен быть замкнутый сосуд, чтобы предотвратить испарение. При таком рассмотрении обнаруживается множество нюансов относительно функции конкретного объекта. При разработке программы для АРИЗ в «Изобретающей машине» две недели ушло на поиски нужной формы вопроса пользователю. Стало очевидно: модель, хорошая для функционального анализа, не работает при решении задач. Появилось множество правил выбора глагола⁶. А на самом деле не надо вообще ничего выбирать. Есть только один глагол: изменить⁷. Это, конечно, максимализм, есть нюансы в использовании этого глагола. Например, функция форточки – уменьшать концентрацию углекислого газа в помещении. Можно сформулировать функцию – изменить значение, но нам важно именно то, что его надо уменьшить. Нам интересен механизм перемещения форточки относительно рамы окна для того, чтобы форточка могла выполнять свою функцию, впустить кислород и, как следствие, уменьшить концентрацию углекислого газа.

Что касается сохранения, то это, по сути, изменение, решение противоречия объективным законам природы. Мы хотим что-то сохранить, потому что объективные законы хотят это разрушить. Поэтому мы должны изменить что-то, чтобы этого разрушения не произошло. Как только нам хочется что-то сохранить, мы должны преодолеть свою психологическую инерцию и найти, какой признак требуется изменить для того, чтобы сохранить необходимый нам признак.

Итак, функция – цель существования системы, некое воздействие инструмента на изделие, реализующее эту цель. Любая система обладает одной или несколькими функциями. Если мы не обозначили функцию, фактически мы не можем выделить ни подсистемы, ни надсистемы. Системный анализ нельзя построить без обозначения функции данной системы, значит, нельзя без функции ни проанализировать систему, ни решить задачу.

⁵ В беседе используется термин «свойство», но мы применяем здесь терминологию, принятую в России.

⁶ Николай ссылается в беседе на В.М. Герасимова, который занимался разработкой таких правил.

⁷ В беседе и в других материалах отмечается, что предложение заменить четыре глагола одним (идея Д. Кучерявого) является правильным. Остальные глаголы используются для облегчения восприятия проблемы пользователями.

О формулировании функции и законе полноты частей системы.

Фрагменты беседы с Татьяной Сидорчук

Для того, чтобы сформулировать функцию, необходимо соблюдать некоторые правила. Первое правило — это своими словами обозначить то, что мы хотим получить в результате. Второе правило: из полученного текста нужно выделить глагол и связать его с существительным. Третье правило — сформулировать функцию, используя глагол «изменить» и название параметра, требующего изменения. Рассмотрим для примера утюг.

Первый шаг — формулируем функцию своими словами: хотим, чтобы утюг гладил.

Второй шаг — формулируем функцию как пару «глагол — существительное». Функция — разглаживать белье.

Третий шаг — формулируем функцию, используя глагол «изменить». Изменить степень деформации поверхности белья. Значение признака «степень деформации» меняется с высокого, какое было после стирки, на низкое, нужное нам.

Закон полноты частей системы

Теперь мы можем вернуться назад и посмотреть, как именно утюг выполняет эту функцию. Есть поверхность белья. Каким образом утюг ее формирует? В соответствии с законом полноты частей системы мы можем выстроить структуру системы. Инструмент — это то, что непосредственно взаимодействует с изделием. В нашем случае это — подошва утюга. Чтобы ровнять ткань, она должна быть горячей и тяжёлой. То есть, мы имеем две системы. Первая должна давить, чтобы воздействовать ровно. Вторая должна воздействовать теплом согласно свойствам ткани, чтобы легче было разглаживать. Таким образом, через определение функции мы выходим на построение структуры системы, и видим здесь две системы, две функции. На самом деле, каким бы горячим утюг ни был, если он не давит на ткань и не прижимает её, если нет гладильной доски, функция не выполнится. Мы начинаем строить систему, которая показывает, как утюг будет разравнивать ткань, и видим, что без гладильной доски мы не можем выполнить функцию утюга. Таким образом, мы вышли на то, что утюг у нас — неполная система. Наш инструмент, который взаимодействует с изделием, — с одной стороны утюг, с другой стороны доска.

Когда мы сформулировали функцию, мы её можем рассмотреть как элемент в модели «Элемент — Имена признаков — Значения признаков». И дальше там возникают подфункции, составляющие, подсистемы, которые показывают, что нужно сделать, для того, чтобы изменить значение параметра изделия.

Выстраивая четко структуру по правилам ОТСМ, мы другим, непривычным нам способом выделяем элементы системы. Рассмотрим для примера автомобиль. Функция — изменять местонахождение тела человека. Скажем, я еду на работу. Местонахождение моего тела

О формулировании функции и законе полноты частей системы.

Фрагменты беседы с Татьяной Сидорчук

меняется: дома — на работе. Таким образом, моё тело — это продукт (изделие), свойство которого нужно изменить. Местонахождение — имя признака.

Дальше, следующий момент: что есть инструмент, который меня перемещает? Какая часть системы «автомобиль» непосредственно взаимодействует с моим телом? — Сиденье. Значит, сиденье — инструмент, перемещающий тело.

Далее, для того, чтобы переместить любое тело, нужно приложить некую силу. Чтобы функция выполнялась, инструмент должен получить откуда-то энергию. Какой вид энергии нам нужен? — Механическая энергия, обеспечивающая линейное перемещение. То есть, нам нужно получить горизонтально действующую силу, которая поможет совершить линейное перемещение некоего объекта. Что в машине создаёт линейное перемещение? — Колеса? Но если мы поставим автомобиль на козлы, мотор будет работать, но автомобиль не сдвинется с места. Колеса не обеспечат перемещение без зацепки за дорогу.

Энергия не создается двигателем. Ее создает некий источник энергии, а двигатель только преобразует один вид энергии в другой. И мы должны четко понять, какой вид энергии нужен, чтобы выполнить функцию. В нашем примере с автомобилем двигатель создает вращательное движение. Это движение через трансмиссию передается колесу, колесо вращается, и только взаимодействие колеса и дороги превращает вращательное движение двигателя в линейное перемещение корпуса автомобиля, которое через взаимодействие корпуса с колесом и дорогой передаёт это сиденью, а сиденье уже двигается. Поэтому всё, что находится между колесом и дорогой с одной стороны и сиденьем с другой — это и есть трансмиссия.

С точки зрения классической ТРИЗ можно до бесконечности разбираться в этом процессе и искать конец системы. С точки зрения ОТСМ конец системы там, где появляется энергия, нужная для выполнения функции, и выясняется, как она будет транспортирована к изделию. Этот подход уже позволил решить несколько задач.

Вредная машина

Интересные результаты получаются, когда мы ищем объяснение нежелательному эффекту или явлению. В этом случае тоже полезно выстроить систему. Сначала формулируем функцию, т.е. описываем требующее объяснений явление как некую систему, выполняющую вредную функцию. Формулируем эту функцию. Например, возникла проблема. В системе имелся крючок, который притягивал и держал ось, а когда надо, высвобождал ее. Иногда крючок отпускал ось самопроизвольно, и никто не мог понять, почему это происходит и, соответственно, как это устранить. Начали строить систему, которая выполняла бы эту вредную функцию, определили, что является инструментом, изделием, трансмиссией, энергией. Выяснилось — чтобы отпустить ось (это изделие), инструмент (крючок) должен отодвинуться в сторону. Стали искать источник

О формулировании функции и законе полноты частей системы.

Фрагменты беседы с Татьяной Сидорчук

энергии. Всем казалось, что это – пружина. Но ведь пружина создаёт линейную энергию. А для того, чтобы крючок самопроизвольно отпустил ось, нужна энергия вращательная, а не линейная. Нам нужно было понять, где источник энергии, создающей вращательное движение. Между пружиной и крючком была верёвочка, которая поворачивала крючок. Но где взять вращательную энергию?.

Далее мы рассуждали так. Есть источник линейной энергии. И, очевидно, где-то здесь есть скрытый механизм, который трансформирует линейную энергию, то, что мы называем двигателем, во вращательную. Как с помощью линейной энергии получить вращательную? Типовое решение – колесо, ось — потянуть. Должен быть момент сил. Если мы тянем, а есть точка фиксации, получается вращение. Значит, нам надо искать вторую фиксированную точку. Надо найти две точки, которые дают момент сил. Если силу приложить к центру, понятно, что ничего не будет. Значит, нам нужно посмотреть, где и какие моменты здесь могут возникать. Мы взяли реальную систему и начали анализировать ее с этой позиции. Выяснилось, что в процессе изготовления крючка (его вырубает из металла) возникает скос в полмиллиметра – миллиметр. Дальше выяснилось, что верёвочка может идти по-разному. И в одном случае возникала вторая фиксированная точка, создающая момент сил. Надо было просто другим способом вырубать крючок или делать так, чтобы верёвочка всегда оказывалась в определенном положении. Это уже ключ к решению проблемы.

Работа с функциями при решении проблем

Таким образом, трехступенчатый алгоритм формулирования функции является одним из механизмов построения модели задачи и вскрытия корней проблемы. Анализируя функцию, дробя ее на подфункции, мы получаем более четкое понимание того, как устроена система и как она работает. Мы определяем, каких знаний нам не хватает и где их собрать прежде, чем решать задачу и т. д. Возникает технология, когда все проблемы из ФСА не решаются, а просто валяются в одну кучу, чем больше, тем лучше.

Приходя на фирму заказчика, мы, как правило, не знаем его систему. И на первом этапе мы просто собираем проблемы с частичными решениями, механизм работы которых нам известен. Мы начинаем искать объяснения, почему эти решения нельзя применить и, таким образом, получаем новые проблемы. В процессе накопления проблем мы начинаем понимать, какие компоненты имеет система. Мы не расписываем каждую функцию каждого компонента по трехступенчатому алгоритму, это была бы гигантская работа, но если механизм формулирования функции у человека заложен, он работает автоматически. Когда человек, не владеющий алгоритмом, начинает его использовать, он применяет алгоритм с первого шага. Затем, получив некоторый опыт, формулирует сразу глагол – объект. А со временем модель глагол – объект отмирает, он сразу формулирует функцию в модели изменение признака изделия инструментом.

О формулировании функции и законе полноты частей системы. Фрагменты беседы с Татьяной Сидорчук

Если ребёнок сразу начнёт думать в этом механизме, ему уже не надо будет использовать модель глагол — объект. Это будет лишним. Просто мы сейчас находимся в переходном процессе, когда большинство решателей используют модель глагол — объект и не знают, как перейти на следующую модель.