

Системное мышление

«Системный подход», «системный взгляд», «системное решение» – модные слова. К сожалению, часто их используют лишь как устоявшиеся словосочетания... Попробую наполнить их смыслом.



Обрушение моста Моранди в [Генуе](#)

[Предыдущая заметка](#) [Оглавление](#) [Следующая заметка](#)

Структура

Утром 14 августа 2018 г. рухнул пролет моста в Генуе (Италия). Трагедия унесла жизни более 40 человек. На следующий день прокурор города Франческо Коцци заявил: «Мы должны ответить на один-единственный вопрос: почему это случилось? Это наша задача, ради нее мы сделаем все необходимое». Министр экономики Италии возложил всю полноту ответственности на обслуживающую дороги страны компанию Autostrade per l'Italia. Министерство транспорта и инфраструктуры начало процедуру расторжения концессии с этой компанией.

Вместе с тем глава МВД Италии Маттео Сальвини заявил, что происшествие указывает на важность увеличения инвестиций в инфраструктуру. Он также предположил, что ограничения ЕС на выделение средств в рамках программы поддержки инфраструктуры Италии как страны-члена альянса могли оказать влияние на ситуацию с безопасностью таких сооружений, как обрушившийся мост. (Напомню, что в договоре о создании Европейского союза установлено ограничение для всех стран-членов: дефицит бюджета не должен превышать 3% ВВП. Поэтому сама Италия не могла тратить на инфраструктуру столько, сколько хотела.)

Не оценивая, кто прав, я лишь хочу обратить внимание на различие в подходах. В первом случае, пытаются установить причинно-следственную связь. Во втором – увидеть структуру системы, и то, как работает система, обладающая такой структурой.

Поиск причин и виновных важен, но нельзя ограничиться только им. Такой поиск часто бесплоден, поскольку, большинство людей делают всё возможное в рамках системы. Никто не приходит на работу с мыслью, как бы тут напортачить. Исход определяется структурой системы не в меньшей степени, чем стараниями людей. Чтобы улучшить ситуацию, нужно понять структуру системы и изменить её. Уильям Деминг, с которым мы встретимся еще не раз, считал, что лишь 2–3% проблем связаны с исполнителями; в остальных случаях нежелательные события обусловлены структурой системы (я всё же думаю, что это экстремистский взгляд ☺).

Цикличность

На рубеже 1960-х в Китае в рамках политики Большого скачка была объявлена масштабная кампания по борьбе с сельскохозяйственными вредителями. В первую очередь, с воробьями. Лозунги призывали поднимать воробьев в воздух, и не давать им сесть. Несчастные птицы через 15–20 минут падали замертво. И действительно, на следующий год урожаи выросли. К сожалению, расплодился гусеницы и саранча, так как исчез их естественный враг – воробей. Ещё через год вредители начали уничтожать посевы на корню. В стране наступил голод, в результате которого погибло по разным оценкам от 10 до 30 миллионов человек. Руководители Китая обратились к СССР и Канаде за поставками живых воробьев.

Традиционное мышление линейно, системное – циклично:



Линейное и системное мышление

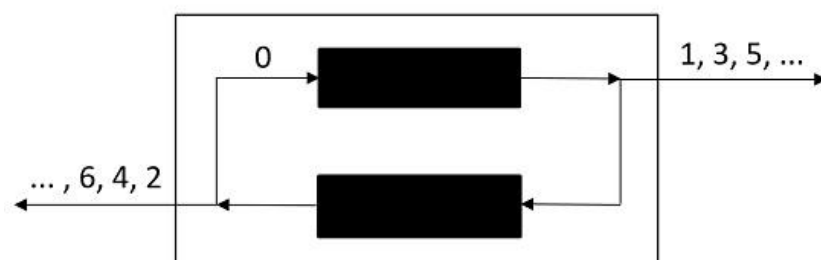
Смысловой синоним цикличности – обратная связь, когда часть следствия становится причиной. Курица или яйцо?

Эмерджентные (возникающие) свойства

Возьмем черный ящик с одним входом и одним выходом. На вход подаются целые числа, на выходе числа увеличиваются на единицу:



Объединим два таких ящика:



У нас получилась система без входов с двумя выходами. Иницировав однажды ее работу (подав ноль на вход верхнего ящика), на каждом такте система будет выдавать два числа. Любопытно, что один ряд будет включать только нечетные, а другой – только четные числа.

Система демонстрирует свойство, которого нет у отдельных черных ящиков. Свойство возникло благодаря тому, как мы организовали ящики в систему. Такое свойство называется эмерджентным (от англ. *emergent* – возникающий, зарождающийся). Эмерджентные свойства определяются структурой системы (тем, как связаны элементы). Разделив систему на компоненты, вы не обнаружите ее существенных свойств. Единственная возможность узнать, что из себя представляют эмерджентные свойства, состоит в том, чтобы заставить систему работать.

Не все свойства систем являются эмерджентными. Многого можно узнать о системе, анализируя ее элементы. Но нельзя полностью редуцировать (свести) систему к ее элементам... всегда что-то остается. Отличный пример эмерджентного свойства человека – сознание. Ученые полагают, что сознание не удастся объяснить, ни строением мозга, ни импульсами синапсов, ни чем-то иным.

Контринтуитивность

Сложите лист офисной бумаги А4 пополам, а затем еще пополам... Если бы вам удалось сделать это 42 раза, какой высоты получилась бы стопка?

Наверное, вы прикидываете, что толщина пачки бумаги около 5 см, а в пачке 500 листов, так что стопка будет высотой...

Неожиданный ответ заключается в том, что такая стопка бумаги достанет до Луны! Да, толщина одного листа лишь 0,1 мм. А вот толщина стопки = 0,1 мм * 2⁴² = 440 000 км.

Контринтуитивность систем обусловлена их структурой. Во-первых, из-за усиливающих петель обратной связи, системы часто демонстрируют нелинейное поведение. Его описывают говорящей метафорой *снежный ком*. Во-вторых, системы обладают *динамической сложностью*. Допустим в системе 10 попарно связанных элементов. Т.е., в ней 90 односторонних связей. Добавим один элемент, что увеличит детальную сложность на единицу или 10%. Число связей возрастет до 110, или на 22%. При большом числе элементов, число связей нарастает лавинообразно.

Томатный кетчуп из бутылки – то ничего, то весь в тарелке.

Слова из песни, приведенные Насимом Талебом в книге «Одуроченные случайностью».

Здравый смысл	Системный подход
Поиск причины	Изучение структуры
От причины к следствию	Понимание цикла и обратной связи (от следствия к причине)
Свойства ансамбля основаны на свойствах составляющих	Свойства ансамбля не сводятся к свойствам элементов; возникающие свойства присущи системе, но отсутствуют у элементов
Следствие пропорционально причине (усилиям)	Связь следствия и причины часто нелинейна

Проблемы теории систем

Впервые общую теорию систем сформулировал Людвиг фон Берталанфи. В середине XX в. ряд ученых исследовали законы, объясняющие работу любых систем. Такой подход оказался не очень плодотворным. Сформулированные законы не позволяли получать практические выводы. Специфика систем превалировала над общностью такого объекта исследования, как система. В XXI в. исследования проводятся в рамках более узких направлений: изучение операций, синергетика, системотехника и др.

Джозеф О`Коннор, Иан Макдермотт. Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. – М.: Альпина Паблишер, 2011 – 256 с.
Конспект: <http://baguzin.ru/wp/?p=881>

Донелла Медоуз. Азбука системного мышления. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. – 272 с.
Конспект: <http://baguzin.ru/wp/?p=3075>

Евгений Ксенчук. Системное мышление. Границы ментальных моделей и системное видение мира. – М.: Издательский дом «Дело», РАНХиГС, 2011. — 368 с. Конспект: <http://baguzin.ru/wp/?p=3502>

Людвиг фон Берталанфи. Общая теория систем: критический обзор. В сборнике переводов Исследования по общей теории систем. М.: – Прогресс, 1969. – 520 с. (с. 23–82). Конспект: <http://baguzin.ru/wp/?p=4485>

Пример эмерджентной системы http://fevt.ru/load/ehmerdzhentnost_sistemy/64-1-0-924