**Краткий обзор системных принципов**

Недавно я прочитал книгу Донеллы Х. Медоуз [Азбука системного мышления](http://baguzin.ru/wp/?p=3075). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 344 с.



На мой взгляд, краткий обзор системных принципов, изложенных в книге, будет весьма интересен в качестве отдельной публикации.

**Системы**

* Система — нечто большее, чем просто сумма составляющих ее частей.
* Многие взаимосвязи в системах реализуются через потоки информации.
* Наименее явная часть системы — ее назначение или цель — оказывает определяющее влияние на поведение системы.
* Структура системы определяет ее поведение. Поведение системы проявляется в виде событий, происходящих в определенной последовательности.

**Запасы, потоки и динамическое равновесие**

* Запасы и уровни отражают хронологию изменений потоков в системе.
* Если сумма всех входных потоков превышает сумму всех выходных потоков, уровень или объем запаса будет расти.
* Если сумма всех выходных потоков превышает сумму всех входных потоков, уровень или объем запаса будет уменьшаться.
* Если сумма всех выходных потоков равна сумме всех входных потоков, уровень запаса будет неизменным; в таких случаях устанавливается динамическое равновесие.
* Запасы можно увеличивать как за счет роста потоков на входе, так и за счет уменьшения потоков на выходе.
* Запасы приводят к возникновению запаздываний и служат в системе своего рода буфером, амортизирующим внешние воздействия.
* Запасы позволяют входным и выходным потокам не зависеть друг от друга и не уравновешиваться в течение какого-то времени.

**Циклы (контуры, петли) обратной связи**

* Цикл (петля) обратной связи представляет собой цепочку причинно-следственных связей, исходящую из запаса и возвращающуюся к нему же. Связи реализуются через набор решений, правил, физических законов или действий, зависящих от величины самого запаса. Изменение запаса вызывает изменение потока, в свою очередь, вызывающее дальнейшее изменение запаса, и т. д.
* Балансирующие циклы обратной связи служат выравнивающими структурами в системе, позволяют достичь желаемого значения, выполняют функции одновременно источника стабильности и противодействия изменениям.
* Усиливающие циклы обратной связи раскручивают сами себя, приводя к экспоненциальному росту или даже выходу системы за пределы.
* Информация, которую передает цикл обратной связи (даже если эта связь не носит физического, вещественного характера), может повлиять только на будущее поведение. Сигнал невозможно доставить настолько быстро, чтобы это позволило скорректировать поведение, вызывающее текущую обратную связь.
* В балансирующий цикл обратной связи, направленный на поддержание запаса неизменным, нужно вносить поправку на то, чтобы компенсировать влияющие на него же постоянные утечки, в каком бы направлении они ни происходили. Без такой поправки система промахнется мимо желаемого значения, и запас достигнет либо меньшей, либо большей величины.
* Системы с одинаковой структурой обратных связей демонстрируют схожие типы поведения.

**Обратимое доминирование, запаздывания и колебания**

* Сложное поведение систем часто объясняется переходом доминирования от одного цикла обратной связи к другому. В этом случае в разные моменты времени поведение системы определяют разные петли обратной связи.
* Запаздывание в балансирующем цикле обратной связи приводит систему к колебаниям.
* Изменение величины запаздывания может привести к очень серьезным изменениям в поведении системы.

**Сценарии поведения и имитационные модели**

* Системно-динамические модели рассматривают возможные сценарии будущего поведения и отвечают на вопрос «Что, если...?».
* Полезность (адекватность) модели зависит не столько от того, реалистичны ли сценарии изменения ее движущих сил (никто за это поручиться не может), сколько от того, реалистичны ли типы поведения, которые она демонстрирует.

**Ограничения в системах**

* В физических системах, растущих по экспоненциальному закону, присутствует как минимум один усиливающий цикл обратной связи и как минимум один балансирующий цикл, ограничивающий рост, — ведь ни одна физическая система в конечной окружающей среде не может расти бесконечно.
* Невозобновимые ресурсы ограничены объемами запасов.
* Возобновимые ресурсы ограничены скоростью воспроизводства.

**Устойчивость, упругость, самоорганизация и иерархическое строение**

* У способности системы к самовосстановлению и устойчивости всегда есть пределы.
* Системами нужно управлять, уделяя внимание не только производительности или стабильности. Необходимо поддерживать их устойчивость и упругость.
* Системы часто обладают свойством самоорганизации — способностью выстраивать собственную структуру, создавать новые структуры, учиться, видоизменяться, усложняться.
* Иерархические системы развиваются с самого нижнего уровня. Исходная цель верхних уровней иерархии состоит в том, чтобы помогать нижним уровням достигать своих целей.

**Причины неожиданного поведения систем**

* Многие взаимосвязи в системах нелинейны.
* Отдельных, изолированных систем не существует. Мир непрерывен. Где провести искусственную границу вокруг системы, зависит от того, какая перед нами цель.
* В любой момент времени для системы наиболее важен тот входной поток, который оказывает самое сильное лимитирующее воздействие.
* Любой существующий объект или система со многими входными и выходными потоками окружены пределами, распределенными по разным уровням.
* У роста всегда будут пределы.
* Величина, растущая по экспоненциальному закону, достигает предела или сталкивается с ограничением удивительно быстро.
* Если в циклах обратной связи есть длительные запаздывания, то для управления системой необходимо умение предвидеть.
* Ограниченная рациональность каждого участника системы может приводить к решениям, которые вовсе не благоприятны для системы в целом.

**Образ мыслей и модели**

* Все, что, как нам кажется, мы знаем о мире, — модель.
* Наши модели очень хорошо соотносятся с реальностью.
* Наши модели очень далеки от того, чтобы представлять мир во всей его полноте.