**Михаил Игнатьев. Просто кибернетика**

В книге доктора технических наук, профессора Михаила Игнатьева популярно рассматриваются основные положения кибернетики как метанауки: неопределенность, хаос, обратная связь, параллельные и виртуальные миры, адаптивность и современные кибернетические системы — Всемирная паутина как основа самоорганизации общества, робототехнические системы, умные автомобили и дороги, а также проблемы моделирования сложных систем — организма для уменьшения врачебных ошибок, движения литосферных плит, функционирования города как сложной системы на основе лингво-комбинаторного подхода.

Михаил Игнатьев. Просто кибернетика. – СПб.: СТРАТА, 2016. – 248 с.



### ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КИБЕРНЕТИКИ

*Система* — целостная совокупность элементов, в которой все элементы настолько тесно связаны между собой, что она выступает по отношению к другим системам и окружающей среде как нечто единое. У системы есть две возможности приспособиться к изменениям в среде: с помощью адаптации и обучения. Это приводит к появлению циклов в развитии систем (рис. 1). Здесь цикл развития системы начинается в точке 1, проходит через максимум и заканчивается в точке 2, где должна наступить трансформация, сброс ранее накопленных ограничений; далее начинается в точке 3 новый цикл.



Рис. 1. Трансформация развивающейся системы

Сплошной линией на рис. 1 показаны адаптационные процессы, пунктирной — креативные процессы. В точке 2 возможно несколько исходов —либо система продолжит эволюцию, либо система через креативный процесс перейдет в новое состояние, либо будет разрушена. Эта модель позволяет объяснить наличие циклов в развитии сложных биологических, социально-экономических и технических систем и ситуацию кризисов. Наличие кризисов (точки 2, 4, 6...) является имманентным свойством сложных систем, мы можем влиять лишь на их глубину, включая как можно раньше креативные процессы.

Предложенная модель процессов самоорганизации сложных развивающихся систем реализует закономерность наличия адаптационного максимума в жизненном цикле систем в потоке перемен. Жизненный цикл — совокупность фаз развития, пройдя через которые система достигает зрелости и становится способной эффективно функционировать и дать начало новому поколению.

Учет закономерности наличия адаптационного максимума в жизненном цикле сложных развивающихся систем позволит лучше понять механизмы их функционирования и значительно улучшить характеристики.

В древнегреческой мифологии хаос — беспредельная изначальная масса, из которой образовалось впоследствии все существующее. В переносном смысле — беспорядок, неразбериха. Хаос в современной науке принято определять так: динамическая система, имеющая чувствительность к начальным условиям.

Обратная связь — одно из основных понятий, характеризующих функционирование и развитие систем. Если прямая связь есть передача управляющих сигналов от центрального блока (в частности, мозга) к исполнительным органам системы, то обратная — это передача в центральный блок информации о результатах управления. Прямая и обратная связь образуют замкнутый контур циркуляции информации в системе, представляя собой механизм устранения рассогласования между целью (или аналогом цели) и результатом управления. Обратная связь обеспечивает как стабилизацию параметров управляемого объекта (например, поддержание постоянства температуры, давления и состава крови в живом организме), так и генерацию различных сигналов в случае положительной обратной связи (см. также [Обратная связь – основа поддержания и развития](http://baguzin.ru/wp/?p=592)).

Во второй половине XIX века началось проникновение понятия системы в различные области конкретно-научного знания, важное значение имело создание эволюционной теории, теории относительности, квантовой физики, структурной лингвистики и др. Предложенная в конце 40х годов XX века Людвигом Берталанфи программа построения «общей теории систем» явилась одной из первых попыток обобщенного анализа системной проблематики (подробнее см. [Людвиг фон Берталанфи. Общая теория систем: критический обзор](http://baguzin.ru/wp/?p=4485)). При определении понятия «система» необходимо учитывать теснейшую взаимосвязь его с понятиями целостности, структуры, связи, элемента, отношения, подсистемы, иерархии, границы.

Кибернетические системы различного назначения содержат в сигналах и структурах избыточность, которая используется для улучшения качества функционирования систем. Избыточность в различных биологических структурах является важным фактором эволюции. Для естественного отбора необходимо наличие избыточных подсистем. Сегодня доказано и фактически принято, что геном живых организмов избыточен, и то, какие его участки вскрываются при осуществлении деятельности клеток или при передаче наследственной информации, зависит от состояния белковой, в частности ферментной, внутренней среды. Избыточность является изначальным и универсальным свойством всех биосистем, обеспечивающим их существование, приспособляемость и эволюцию.

Избыточность в естественном языке обеспечивает его помехоустойчивость. С точки зрения теории информации Клода Шеннона, если бы все буквы алфавита были равновероятными, то информация на букву равнялась бы I0 = log2n, для русского алфавита, 32 буквы, I0 = log232 = 5. Но на деле буквы встречаются с разной частотой. Более того, различные буквосочетания встречаются с разной частотой. Реальная информация, приходящаяся на букву русского текста, оценивается величиной, заключенной между 1,0 и 1,2. Таким образом, в каждой букве текста содержится 4–5-кратная избыточность, что позволяет языку нормально функционировать в условиях помех.

Нас окружают различные самоорганизующиеся системы — это и живые организмы, которые рождаются, живут и умирают, это и социально-экономические системы. К сожалению, технические системы, искусственно созданные человеком, чаще всего не являются самоорганизующимися, и людям приходится тратить много времени и ресурсов на их создание и программирование.

Понятие эксперимента предполагает наличие теории. Без теории нет эксперимента, есть только наблюдение. С кибернетической (системной) точки зрения эксперимент — это управляемое наблюдение. Управляющей системой является научный метод, который, опираясь на теорию, диктует постановку эксперимента.

Опираясь на понятие алгоритмической теории информации и колмогоровской сложности, сформулировано понятие «теории» — теория, взятая в качестве объяснения, является удачной только до такой степени, до которой она сжимает количество двоичных цифр, содержащихся в представлении фактов, в намного меньшее количество двоичных цифр, содержащихся в представлении теории. В некотором смысле понимание является сжатием, постижение есть сжатие! Грегори Чейтин дал определение: бесконечная последовательность символов является случайной, если сложность, связанная с объемом программы для продуцирования некоторого начального отрезка последовательности, имеющего длину *n*, не может быть сделана как угодно меньше *n*.

Сразу после возникновения электронных вычислительных машин начались многочисленные дискуссии на тему «может ли машина мыслить?». Предпринимаются попытки объяснить сознание с точки зрения физической теории. Но, как показал Роджер Пенроуз, явление сознания не может быть описано в рамках современной физической теории (на русском языке вышло несколько книг [Пенроуза](http://www.ozon.ru/?context=search&text=%f0%ee%e4%e6%e5%f0+%ef%e5%ed%f0%ee%f3%e7&store=1%2c0&group=div_book)).

### ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННЫЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

### ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Дальнейшее изложение лично мне показалось не очень любопытным, так что заинтересовавшихся читателей адресую к оригиналу.