

Герберт Саймон. Науки об искусственном

Герберт Саймон — один из виднейших американских специалистов по теории организаций, теории управления, теории принятия решений, эвристическому программированию. Книга «Науки об искусственном» представляет собой цикл лекций, прочитанных Саймоном в Массачусетском технологическом институте и посвященных сравнению методологий изучения естественного и искусственного миров, психологии человеческого мышления и науке «конструирования». Она, бесспорно, заинтересует психологов, специалистов по управлению и всех тех, кто занимается вопросами моделирования экономических, социальных и биологических систем.

В последний год я прочитал как минимум 10 книг, в которых ссылаются на работы Саймона, в частности, Том Батлер-Будон [50 великих книг по психологии](#), Даниэль Канеман. [Думай медленно... решай быстро](#), Мария Конникова. [Выдающийся ум. Мыслить, как Шерлок Холмс](#), Александр Аузан. [Экономика всего. Как институты определяют нашу жизнь](#), Джеймс Скотт. [Благими намерениями государства. Почему и как проваливались проекты улучшения человеческой жизни](#). Книга небольшая, но прикладной пользы от её прочтения я не увидел.

Герберт Саймон. Науки об искусственном. — М.: Едиториал УРСС, 2004. — 142 с.



Глава I. Мир естественного и мир искусственного

Всякая естественная наука — это совокупность знаний о некотором классе вещей: объектов или явлений нашего мира, о свойствах и характеристиках, которыми они обладают, о том, как они себя ведут и как взаимодействуют друг с другом.

Мир, в котором мы живем, в значительно большей мере является творением человеческих рук, чем природы, это гораздо более искусственный, нежели естественный мир. Почти каждый элемент окружающего мира несет на себе следы человеческой деятельности. Искусственное не может игнорировать или нарушать законы природы. Но в то же время оно приспособлено к целям человека и его задачам.

Синтезированные, или искусственные, объекты — а точнее, создание новых искусственных объектов, обладающих желаемыми свойствами, — и есть главная цель инженерной деятельности и инженерных знаний. Инженер думает о том, какими должны быть вещи — с точки зрения достижения определенной цели или выполнения определенной функции.

Вместе с понятиями цели и «долженствования» мы вносим в нашу картину мира также различие между нормативным и описательным. Естественные науки нашли пути к исключению нормативного, что позволило им сосредоточиться на том, каковы вещи в действительности. Можем и должны ли мы сохранить такое положение и при переходе от изучения естественных к изучению искусственных явлений, от анализа к синтезу?

Мы установили четыре признака, отличающих искусственное от естественного, и, следовательно, уже можем наметить границы науки об искусственном:

- Искусственные объекты конструируются (хотя и не всегда вполне преднамеренно) человеком.
- Искусственные объекты могут внешне походить на естественные, но существенно отличаться от последних в одном или нескольких аспектах.
- Искусственные объекты можно охарактеризовать их функциями, целями и степенью приспособления к требованиям среды.
- Искусственные объекты часто, особенно при их проектировании, рассматриваются не только в описательных терминах, но и с точки зрения категории «долженствования».

Преимущество разграничения внутренней среды от внешней при изучении адаптивных или искусственных систем заключается в том, что оно часто позволяет предсказывать поведение системы лишь на основании ее целей и характеристик внешней среды при минимальных предположениях о характере внутренней среды. Именно поэтому нередко встречаются ситуации, в которых идентичные или сходные цели в одинаковых или близких условиях достигаются с помощью совершенно различных сред — это относится к самолетам и птицам, дельфинам и тунцам, гиревым и пружинным часам, электромеханическим реле и бесконтактным переключателям.

Благодаря абстрактному характеру и общности языка вычислительных машин как устройств для манипуляции символами, цифровые вычислительные машины существенно расширили диапазон систем, поведение которых поддается имитации. Такую имитацию мы теперь обычно называем «моделированием» и стараемся разобраться в имитируемой системе, изучая поведение модели в разнообразных модельных или имитационных средах.

Может ли моделирование сказать нам нечто, чего мы не знали раньше? Утверждается:

- Моделирование не лучше тех предположений, которые положены в его основу.
- Вычислительная машина способна делать лишь то, что заложено в ее программу.

Я не стану оспаривать эти утверждения, так как оба они кажутся мне справедливыми. И все же моделирование может сказать нам нечто, чего мы до этого не знали (см., например, [Использование метода Монте-Карло для расчета риска](#)).

Глава II. Психология мышления. Как искусственное вырастает в естественное

В настоящей главе я остановлюсь на следующей гипотезе. *В том, что касается принципов своего поведения, человек весьма прост. Кажущаяся сложность его поведения во времени в основном отражает сложность внешней среды, в которой он живет.*

Причины, по которым мы *a priori* приписываем этой Гипотезе некоторую отличную от нуля вероятность, уже были разъяснены в предыдущей главе. Мыслящий человек представляет собой адаптивную систему, и его цели определяют взаимосвязь между его внешней и внутренней средами. В той мере, в какой он действительно способен к адаптации, его поведение будет отражать в основном характеристики внешней среды (с точки зрения стоящих перед ним целей) и позволит обнаружить лишь некоторые свойства, ограничивающие его способность к приспособлению и обусловленные его внутренней средой — физиологическим аппаратом, который и обеспечивает ему способность думать.

В знаменитой статье Джорджа Миллера «Магическое число семь плюс минус два» показано, если испытуемый должен прочесть последовательность цифр или букв, а затем воспроизвести их, то ему обычно удается правильно выполнить задание, если последовательность не превышает семи или даже десяти символов. Если же в период между предъявлением символов и их воспроизведением от испытуемого требуется выполнение практически любой, даже самой простой задачи, число символов, которые он способен запомнить, падает до двух.

Для меня основное в мышлении — это то, что его процедуры имеют искусственный характер, что оно приспособляется к требованиям окружающей среды в результате индивидуального обучения и социального обмена знаниями.

Система обработки информации человека работает в основном последовательно во времени: она способна перерабатывать одновременно лишь несколько символов, причем обрабатываемые символы должны храниться в особых, ограниченных по емкости, структурах памяти, содержимое которых может быстро меняться. Наиболее резкие ограничения на возможности использования эффективных стратегий накладываются тем обстоятельством, что емкость кратковременной структуры памяти весьма мала (всего семь блоков), а время, необходимое для переноса одного блока информации из кратковременной памяти в долговременную, достаточно велико (порядка пяти секунд).

Глава III. Наука о конструировании. Как создавать искусственное

Издавна принято считать, что цель научных дисциплин состоит в изучении природных объектов, в объяснении их структуры и свойств, в то время как в задачу инженерной подготовки входит изучение искусственных объектов — как сконструировать и изготовить артефакты, обладающие желаемыми свойствами.

Конструирование, или синтез, понимаемое в таком широком смысле, составляет основу обучения любой профессиональной деятельности. Именно это отличает области практической деятельности от сферы науки. Главной задачей как инженерных, так и архитектурных, юридических, педагогических, медицинских или административных учебных заведений по существу является научить конструированию.

Однако по иронии судьбы, несмотря на центральную роль конструирования во всякой профессиональной деятельности, естественные науки в нашем веке почти полностью вытеснили науки об искусственном из учебных программ институтов, готовящих инженеров, врачей, юристов и администраторов. Сегодня в технических институтах учат физике и математике, в медицинских институтах — биологии и физиологии, а школы делового администрирования стали институтами, готовящими специалистов по новым разделам математики.

Это связано с тем, что по мере того как стирается грань между университетом и профессиональными высшими учебными заведениями (в том числе техническими институтами), последние начинают все более заботиться о своей «академической респектабельности». А с точки зрения господствующих норм, академическая респектабельность требует решения задач, представляющих большие интеллектуальные трудности, имеющих аналитический характер, допускающих формализацию и систематическое преподавание. В прошлом же почти всё, если не всё, что мы знали о процессах синтеза и науках об искусственном, было интеллектуально рыхлым, интуитивным, неформализуемым и пригодным для преподавания лишь по принципу кулинарных рецептов.

Искусственный мир сосредоточен именно в точках встречи внутреннего и внешнего. Его назначение — в достижении целей за счет Приспособливания первого ко второму. Для тех, кто занимается искусственным, настоящая задача состоит в том, чтобы понять, как надо осуществлять это приспособливание средств к внешней среде. А здесь основным вопросом является самый процесс конструирования.

Мы в состоянии предложить две центральные темы для будущей программы курса науки о конструировании:

- Теория полезности и теория статистических решений — логические основания рационального выбора среди заданных альтернатив.
- Совокупность методов, позволяющих на практике отыскивать среди имеющихся альтернатив оптимальную.

К числу последних относятся теория линейного программирования, динамическое программирование, геометрическое программирование, теория массового обслуживания и теория автоматического управления (см., например, [Решение задачи линейного программирования в Excel](#)).

Основная мысль, которую я старался провести в этой главе, сводится к следующему: уже сегодня существуют некоторые составляющие теории конструирования и имеется солидный запас знаний, теоретических и эмпирических, по каждому из этих разделов.

В ходе составления программы для курса конструирования, или науки об искусственном, которая призвана занять достойное место наряду с программами по естественным наукам во всех технических учебных заведениях, мы пришли к выводу, что в нее должны входить следующие разделы:

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Теория оценки: теория полезности, теория статистических решений

Вычислительные методы:

- а) алгоритмы выбора оптимальных альтернатив типа алгоритмов линейного программирования, теории управления или динамического программирования;
- б) алгоритмы и эвристические процедуры выбора удовлетворительных альтернатив

ФОРМАЛЬНАЯ ЛОГИКА СИНТЕЗА

Императивная и декларативная логики

ПОИСК АЛЬТЕРНАТИВ

Эвристический поиск: факторизация и анализ средств — целей

Распределение поисковых ресурсов

ТЕОРИЯ СТРУКТУРЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНСТРУИРОВАНИЯ

Иерархические системы

ТЕОРИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗАДАЧ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Многие из нас сожалеют о том, что в нашем обществе происходит раздвоение культуры. Полагают даже, что различных культур сегодня вовсе не две, а гораздо больше. Но если нас беспокоит такое расхождение, то следует заняться поиском чего-то общего, в равной степени доступного представителям всех культур. Единое понимание нашей зависимости от внешней и внутренней сред, в которых мы живем и действуем, может составить часть этого исключительно важного ядра.

Истинным содержанием нового свободного интеллектуального обмена между различными сферами деятельности являются процессы нашего мышления, процессы наших суждений, принятия решений, выбора и созидания.

Глава IV. Архитектура сложности

В последние годы было выдвинуто несколько предложений о создании «общей теории систем», которая, абстрагируясь от конкретных свойств, присущих физическим, биологическим или социальным системам, оказалась бы приложимой к каждой из них (см. [Людвиг фон Берталанфи. Общая теория систем: критический обзор](#)). Однако, по мнению ряда ученых, хотя поставленная цель и весьма похвальна, вряд ли можно ожидать, чтобы системы столь различного характера обладали нетривиальными общими свойствами. Метафора и аналогия могут быть очень полезными, но могут и уводить от истины. Все зависит от того, существенно или поверхностно сходство, схваченное в метафоре.

Совокупность идей, известных под названием кибернетика, образует если не теорию, то по крайней мере определенную точку зрения, доказавшую свою плодотворность в весьма широком диапазоне применений. Она помогла не только разобраться в поведении адаптивных систем, пользуясь понятиями обратной связи (см. [Обратная связь – основа поддержания и развития](#)) и гомеостаза, но и проанализировать приспособляемость с позиций теории селективной информации. Идеи обратной связи и информации образуют опорную схему для изучения самых разнообразных ситуаций и в этом отношении близки идеям эволюции, релятивизма, аксиоматического подхода и операционализма. В этой главе мне хотелось бы рассказать о том, что мы начали узнавать о некоторых типах сложных систем, встречающихся в науках о поведении.

Под сложной системой мы понимаем систему, состоящую из большого числа частей и взаимодействующую между собой непростоим образом. В таких системах целое больше, чем

сумма частей, в том смысле, что по заданным свойствам частей и их взаимодействиям нельзя правильным образом получить выводы о свойствах системы в целом.

Моя главная мысль сводится к тому, что сложность часто проявляется в форме иерархии и что все иерархические системы обладают общими свойствами, не зависящими от конкретного содержания этих систем. Я постараюсь доказать, что иерархия является одной из главных структурных схем, которыми пользуются архитекторы сложности.

Под *иерархической системой*, или иерархией, я понимаю систему, состоящую из взаимосвязанных подсистем, каждая из которых в свою очередь является иерархической по своей структуре, и т.д. до тех пор, пока мы не доберемся до некоторого самого нижнего уровня элементарных подсистем.

Для нас интерес представляют системы, в которых взаимоотношения между подсистемами сложнее, нежели в формальной организационной иерархии. Нам хотелось бы включить в круг рассматриваемых и такие системы, в которых между подсистемами нет отношения подчинения.

Эволюция сложных систем. Позвольте мне вместо введения в предмет эволюции рассказать одну притчу. В давние времена жили два часовых дел мастера, Хора и Темпус, мастерившие прекрасные часы. Репутация каждого из них была выше всяких похвал, и колокольчики на дверях их мастерских звонили, не переставая — все новые и новые клиенты добивались их внимания. Но в то время как Хора богател, Темпус становился все беднее, пока вообще не остался без мастерской. В чем же было дело?

Часы, которые выпускали эти мастера, состояли из тысячи деталей каждые. Но Темпус собирал свои часы так, что если ему приходилось оставить их на время незаконченными — чтобы открыть дверь, например, — то часы немедленно разваливались, и их приходилось заново собирать с самого начала. Чем большей популярностью пользовались его изделия, тем чаще звонил колокольчик, и тем труднее становилось мастеру выкроить время для того, чтобы закончить хотя бы одни часы.

Часы, которые мастерил Хора, были ничуть не проще, чем у Темпуса. Но Хора собирал их из блоков. В каждом блоке содержалось около десяти деталей. Десяток таких блоков составлял более крупную подсистему, а из десяти подсистем получались часы. Поэтому, когда Хора вынужден бывал прервать сборку часов, чтобы принять заказ, только очень малую часть работы приходилось начинать сызнова, и он собирал свои часы во много раз быстрее, чем Темпус.

Мораль, вытекающая отсюда для биологической эволюции, совершенно ясна и однозначна: время, необходимое для того, чтобы в результате эволюции из простых элементов возникли сложные формы, критическим образом зависит от числа и распределения потенциальных промежуточных устойчивых форм.

Теперь понятно, почему в природе среди сложных систем иерархические системы заняли столь доминирующее положение. Причина проста: среди всех сложных систем только иерархии располагают достаточным временем на развитие.

Квазиразложимые системы. В иерархических системах следует различать взаимодействия между подсистемами и взаимодействия внутри подсистем, то есть между частями этих подсистем. При этом интенсивность взаимодействия на различных уровнях может быть разных порядков, что часто и наблюдается в действительности. В формальной организации, как правило, большее взаимодействие наблюдается между двумя служащими, работающими в одном отделе, чем между двумя служащими из разных отделов.

Описание сложности. Если сложная структура абсолютно избыточна, то есть если ни один из ее аспектов не выводится из другого аспекта, она является одновременно и простейшим описанием самой себя. Мы можем вскрыть ее, но лишены возможности представить с помощью более простой структуры. Иерархические структуры обладают очень сильной избыточностью, именно это позволяет описывать их весьма экономным образом. Указанная избыточность может проявляться по-разному.

Иерархические системы обычно образуются из небольшого числа различных подсистем, встречающихся в различных комбинациях и взаимных конфигурациях. В качестве хорошо

знакомого примера укажем на белки— их бесконечное разнообразие получается за счет сочетаний всего лишь двадцати различных аминокислот. Точно так же понадобилось менее сотни элементов для того, чтобы построить из них неисчерпаемое разнообразие молекул. Все это позволяет создавать описания из ограниченного словаря элементарных понятий, соответствующих основному набору элементарных подсистем, из которых складываются сложные системы.

Иерархические системы весьма часто обладают свойством квазиразложимости. В связи с этим в описания взаимодействия их частей входят лишь агрегированные свойства.

Библиография работ на русском языке

Минский М., Вычисления и автоматы. М., «Мир», 1971.

Сборник «Инженерная психология», М., «Прогресс», 1964.

«Кибернетический сборник», вып. 2, М., ИЛ, 1961.

Мангейм М. Л., Иерархические структуры, М., «Мир», 1970.

Минский М., Вычисления и автоматы, М., «Мир», 1971.

Рейтман У., Познание и мышление, М., «Мир», 1968.

Шенон К., Работы по теории информации и кибернетике. М., ИЛ, 1963.

Эшби У. Р., Конструкция мозга, М., «Мир», 1964.

Сборник «Вычислительные машины и мышление», М., «Мир», 1967.

Сборник «Кибернетика и живой организм», Киев, 1964.