

## **1. ВВЕДЕНИЕ**

Несмотря на значительные успехи, достигнутые за последние десятилетия, системная теория еще не пришла к единой всеобщей концепции, в ней еще не сложились базовые понятия, пригодные для описания систем из различных предметных сфер. В этом нас убеждают как исследования теоретиков [9], так и опыт практической работы. Специалист, решающий системную проблему, испытывает методологический дефицит. При всем обилии частных методов и технологий, их трудно увязать между собой и получить целостную картину, позволяющую планировать и отслеживать продвижение к поставленной цели. Поэтому прежде всего нам хотелось бы выяснить, почему частные методы не складываются в общую концепцию, и как должна выглядеть системная теория, удовлетворяющая теоретиков и практиков.

### **1.1 Всеобщая интеграция**

Любая система настолько сложна и динамична, что человек вынужден использовать ее модель, лишь относительно соответствующую действительности.

#### **Параметры модели**

Исходя из практических соображений, модель должна обладать определенной глубиной, достаточной для решения актуальных задач. Чрезмерное расширение модели ведет к избыточному повышению ее точности, но одновременно растет и сложность вычислений.

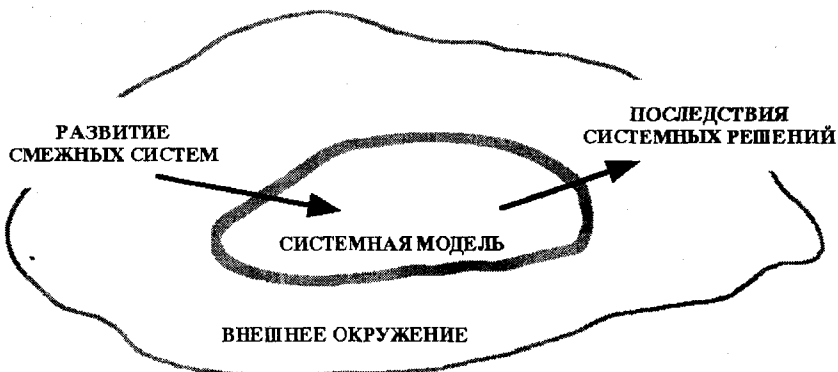
Дополнительное ограничение накладывает время, которое отпущено на решение задач. Как правило, его хватает для сбора и обработки материала. Но в целом ряде случаев системные процессы протекают в высоком темпе, и для воздействия на них требуется уложить весь цикл обследования, анализа, поиска решения и его реализации в жесткие временные рамки.

В результате выбирается модель системы, которая обладает необходимой глубиной, но в то же время позволяет минимизировать затраты на решение актуальных задач с учетом ограничений по времени решения.

#### **Усложнение модели**

Активная деятельность человека приводит к постоянному расширению сферы его интересов, а системы, с ко-

торами он взаимодействует, постепенно интегрируются в сложную макросистему, которую В.И. Вернадский назвал ноосферой [17]. Это означает, что усиливается взаимодействие между отдельно взятой системой и ее внешним окружением (рис. 1).



**Рис. 1. Зависимость системной модели от внешнего окружения**

Для решения все тех же практических задач теперь приходится расширять границы модели и отслеживать поведение смежных систем, что существенно усложняет расчеты. В результате всеобщей интеграции традиционные модели устаревают, а новые оказываются настолько сложными, что эффективность их использования снижается до опасной черты.

Исследования в предметной сфере позволяют отыскать альтернативные концепции и методы расчетов, несколько улучшающие параметры модели. Однако всеобщая интеграция неуклонно развивается, а поиск новых концепций основан на эвристике, и потому не гарантирует устойчивого роста эффективности моделей.

Человек оказывается в ситуации, когда он не в состоянии отслеживать всю информацию, необходимую ему для принятия решения, когда ему не хватает времени для выбора решения и его реализации. Система выходит из-под контроля, возникают кризисные ситуации. Войны, вопросы экологии, демографический взрыв, истощение природных ресурсов – все глобальные проблемы человечества имеют системный характер [15, 21].

### **Методический кризис**

Из сказанного следует, что практическая эффективность системных моделей и соответствующих системных технологий зависит от уровня, которого достигла научно-техническая и социальная интеграция. Модели, созданные и успешно применявшиеся еще в прошлом веке, сегодня оказываются устаревшими. А в таких областях, как автоматизация предприятия, смена моделей происходит каждые два-три года, и существует тенденция дальнейшего уплотнения сроков.

Помимо снижения технической эффективности, снижается и экономическая эффективность системных технологий, поскольку расходы на их создание не окупаются долгим и многократным использованием. Увеличивается число погрешностей и ошибок, которые также не могут быть выявлены и устранены в условиях спешки.

Где-то еще существуют относительно спокойные сферы с относительно стабильными моделями, но всеобщая интеграция со временем доберется и до них. И если стихийное развитие технологий не будет подкреплено теоретическим базисом, наступит не просто полоса кризисов, а всеобщий методологический кризис, гораздо более сложный и практически неразрешимый.

К счастью, существует обстоятельство, вселяющее некоторый оптимизм.

### **Система систем**

Следует ожидать, что интеграция систем в одну большую макросистему неминуемо приведет к интеграции системных теорий и технологий в одну большую теорию и единую технологию. Для этого есть объективные предпосылки, и на практике наблюдается сближение локальных системных направлений [9]. Интеграция технологий протекает стихийно, но ее можно ускорить путем осознанного воздействия на этот процесс.

Прежде всего, единство системных законов позволяет говорить о возможности построения единой концептуальной модели, объясняющей системные процессы, протекающие в любой предметной сфере. На основе единой концепции могут быть разработаны частные модели и частные технологии, соответствующие теоретически возможным ситуациям, в которых оказывается та или

иная система. Дальнейшая привязка частной технологии к предметной сфере не является принципиально сложной задачей.

Как результат, вместо множества системных моделей, которые существуют сегодня, мы получаем единую модель. Возникает единая классификация технологий, сопоставленных с фазами развития любой системы. Если в одной предметной сфере система входит в определенную фазу развития, возможен импорт технологий из других предметных сфер, где системы уже находились в этой фазе. В результате количество технологий резко уменьшается, а их качество и эффективность возрастает.

Прежде чем приступить к построению единой концептуальной модели, необходимо «окинуть проблему единым взглядом с высоты птичьего полета», чтобы иметь уверенность в том, что в зону исследования попали все интересующие нас предметы и явления. С этой целью во введении мы проведем беглую оценку системных моделей из различных предметных сфер.

## **1.2 Большая технология**

Начнем с автоматизированных систем управления предприятием. Покажем, что существующие информационные модели не отличаются необходимой глубиной.

### **Коллективный процесс**

В разработке, внедрении и эксплуатации АСУП участвует множество людей, в том числе директор предприятия, руководитель группы разработки, аналитики, программисты, а также ключевые и рядовые пользователи. Каждый из них вносит свой вклад в общее дело, каждый из них выполняет определенную работу, поэтому мы вправе говорить о существовании «большой технологии», рассчитанной на всех участников коллективного процесса.

Основную нагрузку несут, разумеется, разработчики, которым достается выполнение наиболее сложных задач, требующих специальной подготовки. Они занимаются обследованием предприятия, составляют его информационную модель, проектируют структуру системы, разрабатывают и реализуют спецификации модулей и так далее. При всей сложности этой работы учтем, что ее выполняют профессионалы, прошедшие специальную подготовку.

### **Информационные технологии**

Основной выполняемой проектных работ являются методы системного анализа и программирования. Общий уровень формализации в них достаточно высок, а в отдельных вопросах они опираются на полноценную математическую теорию. В контексте разработки АСУП под информационной технологией понимают именно технологию проектирования и программирования.

Классические информационные технологии описаны, например, в работах Эдварда Йодана по структурному анализу [26], Джеймса Мартина по функциональному анализу [13], Гради Буча по объектно-ориентированному программированию [4], Ивара Якобсона по реинжинирингу бизнес-процессов [23], а также во многих других публикациях.

Несмотря на некоторые расхождения в концепциях и подходах, все перечисленные работы самым очевидным образом сориентированы на разработчика, будь он аналитик, программист или то и другое одновременно. Это вытекает хотя бы из того, что изложение ведется на профессиональном языке, что основой методов являются сложные модели, выполненные с применением CASE-Tools [8, 25], что пользователь упоминается как внешний партнер, с которым нужно устанавливать определенные отношения.

### **Организация работ**

Но успех разработки существенно зависит и от пользователей, которые формулируют актуальные проблемы, а затем принимают к эксплуатации готовую систему. Несмотря на то, что пользователи не сильны в системном анализе и программировании, конечный результат зависит прежде всего от постановки, а уже потом от способов решения. И если пользователь игнорирует готовую программу, то рассуждения о технологии ее разработки также теряют всякий смысл. Словом, роль пользователя в разработке является скромной, но ключевой.

К сожалению, работа пользователя методически обеспечена гораздо слабее, чем работа аналитика или программиста. Есть целый ряд книг, в которых этот вопрос рассматривается подробно [2, 22], но даже в них изложе-

ние ведется от лица разработчика и адресуется разработчику. Можно сказать, что это не столько технология пользователя, сколько технология работы с пользователем. Его рассматривают как внешнюю силу, которую следует учитывать в процессе разработки, с которой можно даже договориться, но которая остается пассивной составляющей процесса. В центре внимания разработчиков стоит автоматизированная система, и обсуждаются только те процессы, в которых пользователь входит в контакт с системой.

Роль пользователя в АСУП, его проблемы, способ мышления, традиции – все это остается за кадром. Тем не менее, эта роль огромна, ведь автоматизация базируется на старой системе управления, созданной задолго до появления первых компьютеров. Автоматизация лишь дорабатывает, шлифует тот результат, который развивался десятками лет. На предприятии существовали и продолжают существовать сложные системные механизмы, в которых главным действующим лицом является пользователь. На фоне этих механизмов разработка АСУП выглядит куда скромнее, чем это может показаться на первый взгляд (рис. 2).

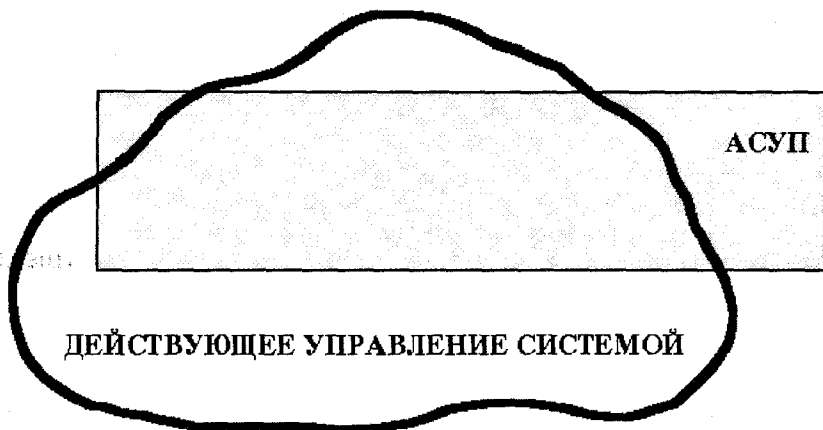


Рис. 2. Разработка АСУП в контексте сложившейся структуры управления

Несмотря на это, информатика не изучает процесс становления и развития докомпьютерной системы управления. На этапе обследования фиксируется имеющийся на сегодня результат – и только. Но система имеет инерцию и продолжает движение как в период разработки АСУП, так и позже, причем инерционное движение системы далеко не всегда совпадает с планами разработчика. Получается, что построение АСУП – это стихийный процесс, в котором только верхушка айсберга попала под пристальное внимание теоретиков и активно движется к математическому совершенству. Что же касается подводной части, то она продолжает развиваться стихийно и остается за пределами внимания специалистов по информационным системам.

#### **Комплексная задача**

Учитывая сказанное, мы хотели бы получить технологию, пригодную для развития всей системы управления предприятием, а не только ее выделенной части. Для этого необходимо исследовать и объяснить на теоретическом уровне процессы становления системы, ее функционирования в различных условиях, ее развития и модификации, вплоть до момента демонтажа. С этих позиций разработка АСУП представляется как часть плана реорганизации управления, а информационная технология – как часть общей технологии развития системы.

В рамках большой технологии мы хотим увидеть соответствие и совместимость частных методов, ориентированных на программиста, директора завода, системного аналитика, конструктора, руководителя проекта и бухгалтера. В этом случае не только верхушка айсберга, но и весь процесс развития системы управления окажется под контролем, и можно будет говорить о его комплексном изучении, оптимизации, планировании. В этом случае усилия разработчиков и пользователей будут согласованы на основе единой модели и единого плана работ.

Наконец, общая ориентировка нужна и молодому специалисту, которому сегодня очень трудно войти в процесс построения АСУП. Причина в том, что вместо одной концепции в сфере информатики существует много частных технологий, подчас противоречивых. Знания, полу-

ченные в ВУЗе, не стыкуются с реальной картиной на предприятии, поэтому молодой специалист тратит массу сил (и разрабатывает массу некачественных программ !!), прежде чем приобретает необходимую квалификацию.

### **1.3 Механизмы регенерации**

На примере развития традиционной культуры хорошо видно, каким образом система обеспечивает восстановление утраченных фрагментов.

#### **Воздействия на культуру**

История России, как и история любой страны, содержит массу примеров искусственных воздействий на традиционную культуру. Скажем, мероприятия по искоренению национальных и религиозных традиций предпринимались с глубиной древности, и продолжают идти по сей день. Периоды прямого уничтожения (в том числе в ходе войн) чередовались с периодами «естественной ассимиляции», а на смену национальному обособлению приходили идеи формирования новой исторической общности «советский народ».

Искусственные воздействия осуществлялись структурами, обладающими властью и силой, а направлены они были на отдельных граждан, не организованных для ответных коллективных действий. Учитывая такой разительный дисбаланс, национальная культура должна была быть уничтожена несколько раз до основания.

В действительности мы наблюдаем другую картину. Например, в Поволжье сформировался «особый менталитет населения, характеризующийся высокой взаимотерпимостью, сохраняющейся до настоящего времени на бытовом уровне, несмотря на все зигзаги государственной политики, в различные периоды истории способствовавшей или препятствовавшей сохранению этого менталитета» [20].

#### **Программа возрождения**

Смена идеологических платформ позволяет наблюдать стихийные механизмы развития социальной системы в период форсированных нагрузок, помноженных на индустриализацию и научно-технический прогресс. Исследователь видит, как сопротивляется система агрессивному силовому давлению извне, но особый интерес



вызывает ее реакция на попытку специалистов восстановить и активизировать действие утраченных традиций.

Концепция программы национально-культурного возрождения народов России на территории Самарской области отталкивалась от необходимости искусственной поддержки устойчивого развития этнических групп. Другими словами, речь шла об искусственной компенсации искусственного разрушения традиционной культуры.

По всем разделам программы была проведена большая работа, которая сама по себе положительно повлияла на решение поставленной задачи, окупив с лихвой те скромные вложения, которые были сделаны. Но для нас важно другое – реакция системы оказалась отличной от ожидаемой. Модель, созданная в период угнетения системы, оказалась не вполне адекватной в новых условиях, когда внешнее давление изменилось на противоположное.

#### **Большая технология**

Традиционная культура веками развивалась стихийно без какого-либо осознанного управления со стороны общества. Ее научное изучение, и тем более осознанное развитие началось относительно недавно. Совершенно очевидно, что народное творчество, родившееся без участия ученых, развивавшееся без поддержки министерства культуры, обладает собственными механизмами, обеспечивающими перенос понятий из поколения в поколение, их защиту от инородных элементов, восстановление структуры в случае разрушения, борьбу с кризисными состояниями.

Основную работу по передаче традиций новому поколению выполняют рядовые граждане. Для этого они используют свои собственные представления и методы, не всегда соответствующие научным представлениям. Профессиональным изучением культуры занимаются специалисты, численность которых составляет долю процента от всего населения. Роль этнографов, археологов и архитекторов в системе «традиционная культура» аналогична роли программистов в системе «управление предприятием».

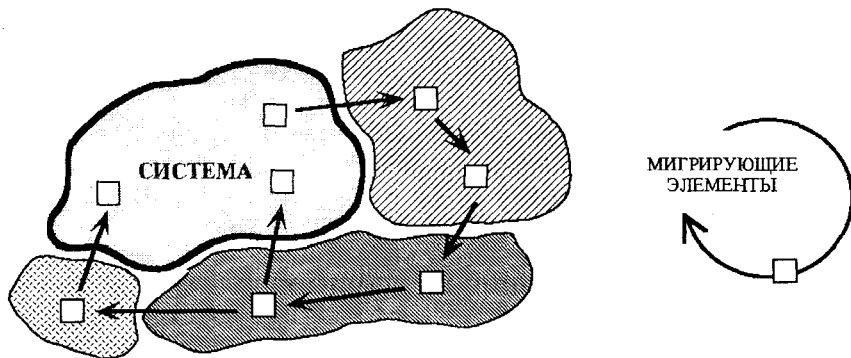
Изменения в жизни страны заставили задуматься не только ученых, но и каждого гражданина. И если ученые

составляли планы и программы, обсуждая их на конференциях, то стихийные механизмы включились незаметно, и также выработали свои программы возрождения – для каждого человека и для групп людей – профессиональных, национальных, возрастных и так далее. В результате общая программа явилась суммой официальной и стихийных программ, причем мощь стихийной части оказалась главной, учитывая численность населения.

### **Регенерация**

Традиционная культура является примером мощной стихийной системы. В ней отсутствует центр управления, способный оценить изменения во внешнем окружении, выработать определенную стратегию и организовать ее выполнение силами всего народа. Поэтому выживаемость системы обеспечивается в основном за счет развитых механизмов регенерации.

В процессе взаимодействия с другими системами используются общие понятия. Некоторые процессы построены по принципу круговорота, поэтому часть системных элементов или понятий постоянно циркулирует за пределами системы (рис. 3). Примитивной иллюстрацией может служить население города, часть которого постоянно находится в отъезде.



**Рис. 3. Закрепление решений в смежных системах (традиция)**

Внешнее воздействие на систему в рамках ее непосредственных границ не затрагивает эту «мигрирующую» часть. Со временем элементы возвращаются в систему

и пытаются восстановить то состояние, которое существовало в момент, когда они покидали ее. Разумеется, все это лишь общая схема, которая на практике дополняется массой подробностей.

В зависимости от состояния системы, «мигранты» оказываются неустойчивыми или наоборот, их ставят в основу возрождающейся системы. Традиционная культура создавалась веками, поэтому ее представления успели закрепиться не только в смежных системах, но и в других, стоящих довольно далеко. Корни культуры распространились по всем сферам жизни народа, и теперь уничтожить традиции можно только путем поголовного истребления всего народа. Впрочем, вероятно, и это не поможет.

Не углубляясь в дальнейшую детализацию, отметим, что миграционные циклы традиционной культуры во многом связаны с процессами генерации нового поколения. Большая часть современного потенциала системы сразу же впитывается ее окружением, чтобы вернуться спустя долгое время и с неожиданной стороны. По этой причине мы не можем наблюдать быстрого эффекта от восстановительных мероприятий.

Совершенно аналогичный механизм приводит к периодической смене моды и стилей.

#### **Вывод**

Модель системы не будет соответствовать реальной ситуации, если исследователь ограничится рамками ее центральной части и не учтет характера взаимодействия с другими системами. Регенерационные механизмы в одних системах выражены слабо, в других весьма отчетливо, но в единой концептуальной модели они должны присутствовать в виде специального блока.

Для того, чтобы работать с механизмами регенерации, необходимо знать принцип их действия, а это уже другой научный предмет и другие методы исследований. Исследователь переходит от изучения объектов культуры к субъектам, выполняющим функции ее потребления и воспроизводства.

## 1.4 Цепочки проблем

В процессе интеграции системы сближаются, их взаимозависимость усиливается, а проблемы начинают перетекать из одной системы в другую.

### Экология

Известно, что развитие промышленности, транспорта и энергетики, оказывающее вредное воздействие на живую природу, долгое время компенсировалось действием механизмов регенерации. Выброс вредных веществ в воздух и в реки почти не приводил к ухудшению условий жизни человека, поскольку «мощность» природных фильтров была вполне достаточной для переработки отходов производства.

На этой стадии условия жизни для человека были стабильными, и в модели окружающего мира неявно предполагалось, что так будет всегда. Действительно, река и лес очищают воду и воздух, но до определенных пределов. Если же эти пределы нарушены, если мощность входного потока увеличивается в десятки и сотни раз, регенерация не срабатывает (рис. 4).

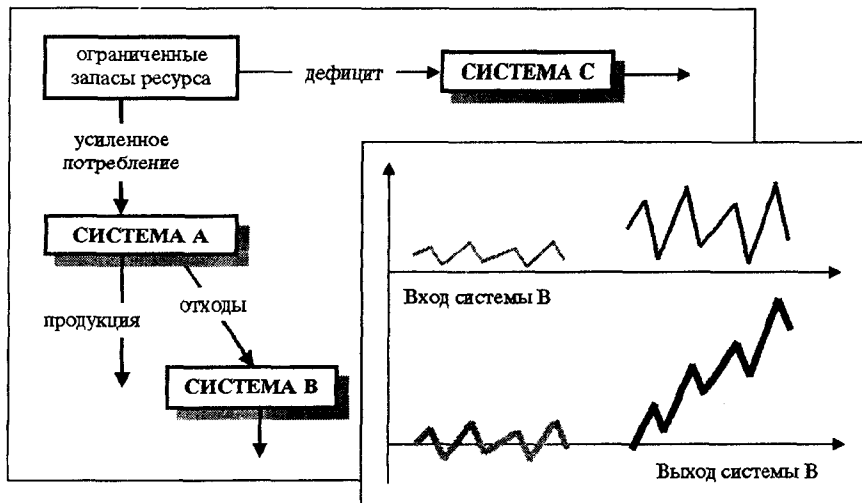


Рис. 4. Влияние решений разработчика на ситуацию в других системах

Отменить или резко ограничить вредное воздействие на природу оказывается уже невозможно, поскольку маховик прогресса успел набрать силу, и остановка предприятий привела бы к нежелательным последствиям для человека. Поэтому начинается поиск решений, подкрепляющих естественную регенерацию, но быстро найти их, а тем более реализовать, оказывается совсем не так просто. Даже такие «безобидные» источники энергии, как ветроустановки, обладают рядом серьезных недостатков, негативно влияющих на экологическую обстановку [3].

В силу тесной взаимосвязи между системами возникает опасность порождения новых проблем. Решая задачу орошения засушливых земель, мы получили проблему высыхания Аральского моря. Заранее учесть все возможные последствия того или иного решения оказывается чрезвычайно трудно. Например, вопрос о строительстве аэродрома вблизи большого города выливается в сложную задачу с противоречивыми критериями [10].

#### **Градостроительство**

Кстати, город – это еще одна сложная система с множеством проблем, которые невозможно решать отдельно друг от друга. В последние годы в недрах архитектуры выросло новое направление – градостроительство. Его предметом является город, воспринимаемый как единый организм, а технологией – согласование многочисленных частных процессов, связанных с развитием города. Приведем пример, взятый из книги А.Э.Гутнова и В.Л.Глазачева.

«Задачи развития энергетики потребовали в 50-е годы строительства крупной гидростанции на Каме. Вполне логично было выбрать строительную площадку таким образом, чтобы опереться на существовавший городок Набережные Челны... Строительство гидроузла повлекло за собой активный процесс нового жилищного строительства, и в рывком увеличившийся город потянулись тысячи людей.

Возникла мощная строительная база, что... существенно повлияло на выбор площадки для строительства КамАЗа. Новая стройка, будущий современный комбинат...

вербовал молодежь, посылал ее на учебу в другие города.

Образовалась, однако, довольно однобокая структура занятости, а значит, появились и социальные проблемы: люди, имеющие уже достаточно высокие культурные запросы, оказались собраны в городе, где практически не было литераторов, художников, музыкантов... шаг за шагом начинает нарастать довольно мощная в наши дни инфраструктура культуры» [5, стр. 228].

### **Мягкий кризис**

Казалось бы, в этом примере нет той кризисной ситуации, которую мы видим в случае отравления рек и вымирания животных. Но представим себе, сколько людей в лучшие годы своей жизни испытывали неудобства сначала в жилищном плане, затем в плане культурного досуга, и так далее. Системная проблема проявилась здесь в виде огромной массы очень мелких личных проблемок, которые мы привыкли считать неизбежным злом.

Как правило, и сегодня решение городских проблем осуществляется без четкого согласования со смежными системами. Организация работы транспорта проводится без привязки к планам строительства новых предприятий и микрорайонов, и очень редко согласуется с режимом работы предприятий и магазинов. В результате в городе постоянно возникают локальные кризисы, которые затем постепенно разрешаются, хотя можно было бы обойтись и без них.

Мы убеждаемся, что в системной сфере, как и в медицине, любая болезнь имеет острую и хроническую форму. Список острых кризисов далеко не исчерпывает множество системных болезней, протекающих вяло и незаметно.

### **Принцип домино**

Активные действия в одной предметной сфере нередко приводят к дестабилизации соседних систем. Иногда проблемы разрешаются, и речь идет только о некоторых экономических потерях или о снижении комфорта. В других случаях кризисы наносят ощутимый ущерб отдельным людям и обществу в целом, резко ухудшая условия их жизни. Подчас под угрозой находится и сама жизнь, которой угрожают войны и катастрофы.

Мы склонны теперь иначе взглянуть на процесс решения исходной проблемы, не ограничивая его рамками одной системы. Если принимаемое решение приводит к целой цепочке дополнительных проблем, хотя бы и в других сферах, то оценивать его эффективность нужно с привлечением всех последствий, то есть по глобальному критерию.

Общество уже отреагировало на появление проблемных цепочек введением целого ряда нормативов, заставляющих автора решения платить за тот вред, который приносят его последствия для других систем. Скажем, предприятие платит за выбросы вредных веществ, и эти деньги используются для ликвидации последствий. И хотя эта схема далека от идеала, она стимулирует переход предприятий на экологически чистые технологии.

Покупка предприятием очистных установок ослабляет проблемную цепочку, не дает ей распространиться в сторону наиболее слабой и уязвимой системы, не обладающей собственными ресурсами для погашения вредных последствий чужих решений.

#### **Требования к модели**

Мы вправе потребовать от системной теории и технологии четкого обозначения критерия, применяемого при выборе решения, чтобы максимально укоротить или полностью ликвидировать проблемные цепочки. Оценивая возможные последствия, сегодня мы руководствуемся статистикой, добытой ценой печального опыта, и даже она не всегда помогает.

В самом деле, если до сих пор решение не распространялось в каком-то конкретном направлении, то из этого не следует, что так будет всегда. Возможно, механизмы регенерации соседней системы работают на пределе, и наше решение станет последней каплей, которая приведет к кризису. Возможно также, что в решении содержится элемент новизны, и именно он окажется проблематичным для соседних систем.

Теория должна давать четкое априорное понимание взаимосвязей между системами, которое затем можно было бы уточнить, используя специальные методы предметных наук. Необходимо вовремя оповестить коллег, занимающихся соседними системами. За то время, пока

проводится обследование, составляется проект, начинаются работы по его реализации, они успеют хотя бы подготовиться к резкому воздействию со стороны нашей системы.

### **1.5 Системный кризис**

Итак, большинство используемых на практике системных моделей страдает тремя недостатками, о которых говорилось выше.

#### **Системная модель**

Во-первых, в основу практической деятельности закладывается модель, созданная узким кругом специалистов и ориентированная на конкретную проблемную ситуацию. Решения, полученные с ее помощью, являются оптимальными с точки зрения текущего момента и в локальной плоскости, не учитывающей всех аспектов развития системы. Однако в контексте «большой системы» проектные решения плохо согласуются с понятийной базой пользователя, часто оказываются неэффективными, а то и вовсе неработоспособными.

Во-вторых, стабильное поведение регенерационных потоков, наблюдавшееся до сих пор, ошибочно приравнивается к константе. На самом деле это активная и мощная часть системы, которая до сих пор вела себя стабильно. После изменения входных условий она также изменяет свое поведение, что является полной неожиданностью для разработчика и перечеркивает все его планы и расчеты. Отметим также, что разработчик, не учитывающий действие регенерации, теряет возможность использовать эту мощную силу в интересах решения поставленной задачи.

В-третьих, системная модель обладает предметной узостью, и потому не учитывает последствий, наступающих в смежных сферах как результат выбранных разработчиком решений. Пытаясь уйти от одной проблемы, мы создаем новые, объем которых превышает исходную, и со временем загоняем себя в кризисное состояние.

#### **Системная технология**

Узость системной модели объясняется просто. Она создана разработчиком, которого приглашают для решения определенной проблемы, и который покидает систе-



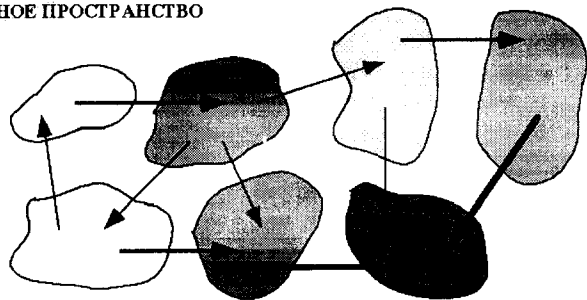
му после окончания работ. Разработчик не может знать, как развивалась система задолго до его прихода. Его не особенно интересует состояние системы в отдаленной перспективе. Он не углубляется в сущность процессов, протекающих сегодня удовлетворительно, то есть не связанных с актуальной проблемой.

Отсюда следует, что модель разработчика является локальной, ограниченной во времени и пространстве рамками решаемой проблемы. Технология также является локальной, нацеленной на устранение конкретной проблемы. Таким образом, мы имеем все основания считать, что модель и технология привязаны не к системе, а к проблеме. Было бы правильно называть их проблемной моделью и проблемной технологией, вообще не используя понятие системы.

#### **Перепасовка проблем**

Решая узкую задачу, специалист как правило порождает новые проблемы в смежных областях. Например, успехи металлургов приводят к ухудшению экологической обстановки, успехи медицины – к снижению доли работоспособного населения, успехи фермеров – к кризису перепроизводства. Если окинуть взглядом все множество систем, то выясняется, что проблемы не столько ликвидируются, сколько перепасовываются из одной сферы в другую.

СИСТЕМНОЕ ПРОСТРАНСТВО



**Рис. 5. Круговорот проблем в системном пространстве**

На этом гигантском игровом поле имеются участки, которые проблемы проходят транзитом, но есть и другие места, где они накапливаются, наслаиваются одна на другую (рис. 5). Здесь возникает кризис, с которым специалисты уже не могут справиться, и который грозит чрезвычайно серьезными последствиями глобального характера.

Таким образом, технология управления современным миром заключается в использовании научно-обоснованной перепасовки проблем из одной области в другую до тех пор, пока где-либо не образуется критическая масса проблем и не наступит глобальный кризис.

#### **Границы цивилизации**

Обозначенная нами картина объясняется довольно просто. До тех пор, пока система имеет возможность развиваться экстенсивно, захватывая все новые пространства, у нее нет причин заботиться об оптимальности собственных механизмов.

Вырабатывая запасы ресурсов, сталкиваясь с конкурентами, система постепенно смещается в сторону, где ресурсы еще не истощены, а конкуренты еще не появились. Так продолжается до тех пор, пока система не упирается в препятствие. Тогда ей остается либо погибнуть, либо перейти на интенсивный путь развития.

Возникает своего рода рикошет. Система приближается к границе жизненного пространства, а затем отскакивает от него и возвращается назад, но уже в новом качестве, с улучшенной структурой и с повышенными рабочими показателями. Теперь настает очередь конкурентов освобождать жизненное пространство и смещаться в сторону. Со временем и они достигают границы, рикошетируют, и так далее.

#### **Общие и частные интересы**

Развитие множества систем в условиях ограниченного пространства неминуемо приводит к повышению их удельной плотности и давлению друг на друга. Отдельная система может сбросить свои проблемы во внешнее окружение, получив тактические преимущества. Но со временем эта же проблема вернется назад в увеличенном объеме. Поэтому стратегически метод перепасовки не имеет перспективы.

Большинство практических решений нацелено на достижение компромисса между текущей выгодой и обеспечением перспективных интересов. Текущая выгода рассчитывается с использованием частных предметных моделей. Стратегические интересы могут быть учтены только на основе системных моделей. Таким образом, системный подход по своей сути является инструментом, предназначенным для достижения стратегических целей.

Мы не намерены обсуждать вопрос о том, каким образом должен выглядеть компромисс между стратегией и тактикой, в какой степени нужно использовать имеющиеся ресурсы для себя, а в какой – оставлять и приумножать их для следующих поколений.

Мы исходим из того, что критерий компромисса уже найден, тактические и стратегические интересы обозначены, и теперь нужно приступать к поиску решения, обеспечивающего их реализацию. В этом случае должна использоваться модель, составленная в соответствии с выбранной пропорцией из системных и предметных моделей.

Другими словами, системная модель должна быть дополнена и детализирована предметными методами в такой степени, чтобы решение задачи позволяло обеспечить выбранную пропорцию между стратегическими и тактическими интересами.

### **1.6 Контуры системной теории**

Настало время сформулировать основные требования к системной теории, вытекающие из проведенного нами беглого анализа.

#### **Модель единого организма**

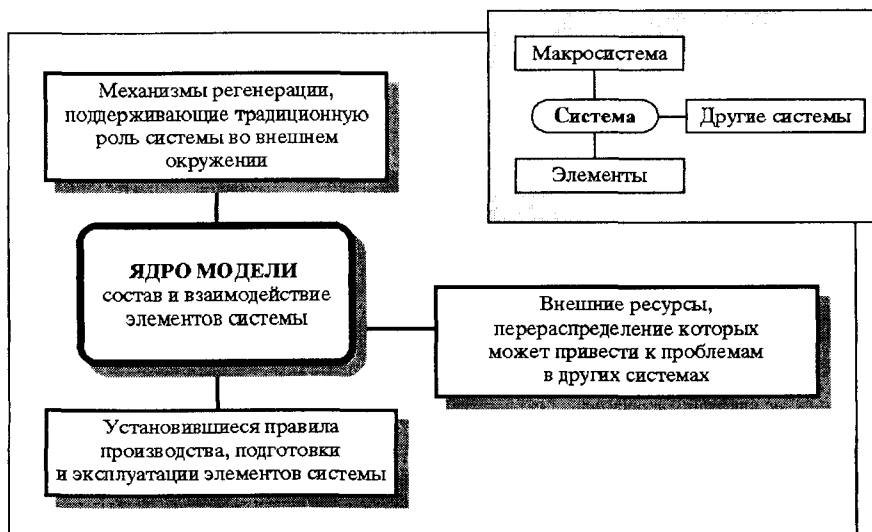
В рамках системной теории изучаемые предметы и процессы рассматриваются как элементы единого организма. Собственно, системная теория и создается в интересах всего организма, в то время как предметные методы ориентированы на интересы отдельных элементов и их групп.

Определение системы как совокупности элементов так или иначе связано с позицией субъекта, выделяющего эту совокупность из реального мира [9]. Если представить себе двух субъектов, изучающих одно и то же

множество элементов, то их взгляды могут различаться стратегической глубиной. Один преследует локальные цели, и потому строит свою модель без учета долгосрочных последствий. Другой рассматривает множество элементов как часть единой макросистемы, и не может игнорировать их «внешнюю функцию».

### Переход к системной модели

Предметная модель системы чаще всего оказывается тактическим вариантом, ограниченным рамками решаемой проблемы. Для того, чтобы перейти к стратегическому варианту, необходимо дополнить ее некоторыми сведениями внешнего характера. Эти сведения вытекают из трех недостатков, обозначенных выше (рис. 6).



**Рис. 6. Состав системной модели**

Во-первых, это общие правила, принятые в системе до прихода разработчика. Система представляет собой множество элементов и конструкций из элементов. Существуют традиционные представления о подборе элементной базы и методах конструирования. Существует налаженные механизмы обеспечения системы новыми элементами, методы их ремонта, сборки и разборки конструкций, и так далее. Разработчик должен знать, в какой

степени предлагаемое им решение выходит за рамки установившихся традиций, и как будут решаться вопросы обслуживания создаваемых им конструкций.

Во-вторых, это учет сложившегося взаимодействия со смежными системами, позволяющий проследить миграцию элементов, спрогнозировать регенерационные процессы и оценить возможную реакцию внешнего окружения на использование тех или иных новшеств. Все эти вопросы вытекают из подчиненности системы правилам, принятым на более высоком уровне, и справедливым для всех соседних систем.

В-третьих, это учет общих ресурсов, которые в данной системе называются сырьем, продукцией и отходами. Изменение потоков ресурсов в ту или другую сторону может привести к определенным проблемам в других системах. Разработчик должен как минимум знать об этом и привлекать в случае необходимости предметных экспертов для расчета возможных последствий.

#### **Ячейка организма**

С учетом дополнительных сведений, модель системы описывает ее как клеточку единого организма. Становится понятно, из каких элементов состоит система, в какие конструкции входит, с какими другими системами взаимодействует.

Предметные модели представляют собой множество описаний, созданных в различных форматах и на различных (предметных) языках. Все множество предметных моделей в принципе содержит информацию, необходимую для прогнозирования системных кризисов и выработки решений по их профилактике. Но только в принципе, так как поднять эту информацию в полном объеме и обработать ее не представляется возможным.

Системная модель выделяет специальные разделы, выполненные в едином формате, не обязательные для понимания и решения тактической проблемы, но предназначенные для обеспечения стратегического взаимодействия. Ядро модели соответствует самым близким тактическим представлениям. Увеличивая глубину проработки дополнительных интерфейсных блоков, мы приближаем модель к стратегическому варианту.

### **Классификация проблем**

Изучение взаимодействия систем показывает, что в его основе лежат алгоритмы и понятия, не связанные с предметными сферами. Это означает, что целый ряд системных проблем имеет одну и ту же природу, а следовательно, может быть решен с помощью унифицированных методов. Другими словами, на каждую систему действуют одни и те же внешние силы, каждая система попадает в одни и те же ловушки.

Заметим, что указанные проблемы не имеют отношения к ядру, а вытекают из-за тех или иных ошибок при организации дополнительных блоков (в частности, из-за их полного отсутствия). Но мы уже выяснили, что дополнительные блоки формируются в соответствии с единым форматом и работают по единым алгоритмам.

Отсюда следует, что системный анализ, в отличие от предметного, заключается в том, что результат появляется не в виде уникальной предметной картины, а в виде этой же картины, но помещенной в унифицированную системную рамку, обеспечивающую устойчивое функционирование и развитие предметного ядра, а также эффективную профилактику системных проблем.

### **Миссия аналитика**

Итак, любая практическая задача связана с тактическими и стратегическими целями. Для их достижения используется комбинированная модель, состоящая из уникального ядра и стандартной оболочки. Пропорция между тактикой и стратегией соответствует пропорции между ядром и оболочкой.

Специалист, компетентный в организации оболочки (рамки, дополнительных интерфейсных блоков) — это системный аналитик. Наряду со специалистом в предметной сфере он является со-разработчиком модели и соисполнителем планов развития системы.

Основная задача аналитика заключается в обеспечении взаимодействия планируемых работ с окружающим миром. Аналитик должен представлять себе расположение системы по отношению к другим системам, ее ранг во взаимоотношениях с ними. Аналитик должен отслеживать те или иные внешние события, которые влияют на состояние системы, а также воздействие принятых реше-

ний на другие системы. Наконец, аналитик должен видеть различные варианты развития событий и давать на их основе рекомендации по выбору проектных решений.

Образно говоря, аналитик выполняет роль штурмана, отслеживающего движение судна относительно берега и других судов, компетентного в вопросах ветра и течений, способного рассчитать оптимальный маршрут движения. В этом случае системную модель можно было бы сравнить с лоцией.

### **1.7 Задача исследования**

Краткий обзор, проведенный в этой главе, позволяет сформулировать цель настоящего исследования и составить план его проведения.

#### **Главная задача**

Мы находимся в условиях, когда уже существует понимание общности системных законов, но еще нет единого представления о том, как должна выглядеть универсальная системная технология. Частные наработки в предметных областях во многом не соответствуют друг другу, а общие представления на уровне философии не проработаны настолько глубоко, чтобы удовлетворить практического разработчика.

Существующие теоретические и практические материалы выглядят как колоссальный объем неупорядоченной информации, прямая обработка которой практически невозможна. Скорость поступления новых материалов превышает скорость их осмысления, поэтому идею систематизации материала без предварительной расстановки ориентиров следует отбросить.

В этих условиях целесообразно отказаться от изучения всего множества фактов и составить эскизную модель теории, то есть гипотезу. Основанием гипотезы могут стать частные тезисы, справедливость которых подтверждается практикой. На основании этих тезисов строится цепь рассуждений и создается понятийная система, в которую по первому впечатлению укладывается большинство известных фактов.

#### **Гипотеза**

Концептуальная гипотеза, построенная на основе формальной логики, может быть оценена с точки зрения ее целостности, адекватности и практической эффективности.

ти. Целостность вытекает из метода построения, поскольку вся конструкция строится по формальным правилам. Адекватность зависит от истинности исходных тезисов. Эффективность проверяется на практике исследователями и разработчиками.

Таким образом, в данном исследовании мы можем обеспечить целостность гипотезы, и не гарантируем ее истинности и удобства практического использования. Учитывая сказанное, изложение построено таким образом, чтобы дать читателю не столько результат, то есть гипотезу как таковую, сколько технологию ее построения.

Воспользовавшись этой технологией, читатель, во-первых, сможет скорректировать выводы в том случае, если новые факты опровергнут какой-либо исходный тезис. Во-вторых, читатель может составить свою собственную гипотезу, более удобную для применения в конкретной предметной сфере или при решении конкретных проблем. Таким образом, гипотеза легко поддается модификации и развитию.

#### **Задача исследования**

Автор исходит из убеждения, что глубокое знание может быть получено только беспристрастным сторонним наблюдателем. Если исследователь одержим определенной инженерной идеей, это не позволит ему объективно оценить обстановку и увидеть те или иные стороны изучаемого предмета. По этой причине в данной книге отсутствуют инженерные идеи и математические формулы.

Вместе с тем, в некоторых местах эти идеи просматриваются невооруженным глазом. Сама модель системы подсказывает решение, а сравнение искусственных систем с биологическими и социальными показывает опробованное природой решение, которое требуется лишь немного модифицировать с учетом специфических условий конкретной задачи.

Таким образом, главная цель книги – построить на глазах у читателя модель функционирования и развития системы, объясняющую и увязывающую все сколько-нибудь существенные факты и явления в жизни самых разных систем. Модель строится с целью дальнейшего использования в исследовательских или инженерных за-



дачах, поэтому дополнительным требованием к ней является простота настройки на параметры конкретной задачи.

#### **Испытательный полигон**

В качестве базовой системы выбрана система управления предприятием, так как она обладает рядом свойств, облегчающих работу исследователя. К ним относятся:

– **Обозначенность.** Присутствие компьютера в системе управления очень заметно. С самого начала специалисты, применяющие информационные технологии, выделены из общей массы, поэтому мы можем легко проследить, какие вопросы решались разработчиками АСУП, какие идеи использовались, и так далее.

– **Доступность.** Мы имеем возможность поднять из библиотек подавляющую часть тех работ, которые были написаны за все время существования АСУП. При желании мы можем найти очевидцев практически всех фаз развития АСУП и задать им непосредственно те вопросы, которые нас интересуют.

– **Масштабы.** Предприятие по размерам гораздо меньше государства, и в нем возможен подбор сторонников одной идеи, стиля, направления. На предприятии системная технология существует в более чистом, рельефном виде. С масштабом тесно связана и скорость протекания процессов. Чем меньше система, тем быстрее внедряется то или иное новшество, тем быстрее обновляется структура.

– **Численность.** АСУП более многочисленные системы, чем государства. Здесь можно применять самые различные эвристические решения, а потом изучать статистику. Эксперимент обходится дешевле, а его последствия не являются столь глобальными – неуспех одного предприятия нельзя сравнить с неуспехом страны.

– **Формализация.** Наличие компьютера требует высокой степени использования математики. И хотя без нее пытаются обойтись, все равно приходится развивать чисто формальные модели. Отсюда появляется возможность быстрее перейти к обобщению фактов и построению математической теории, чем, скажем, в управлении государством.

## Построение книги

Структура книги обозначена на рис. 7.

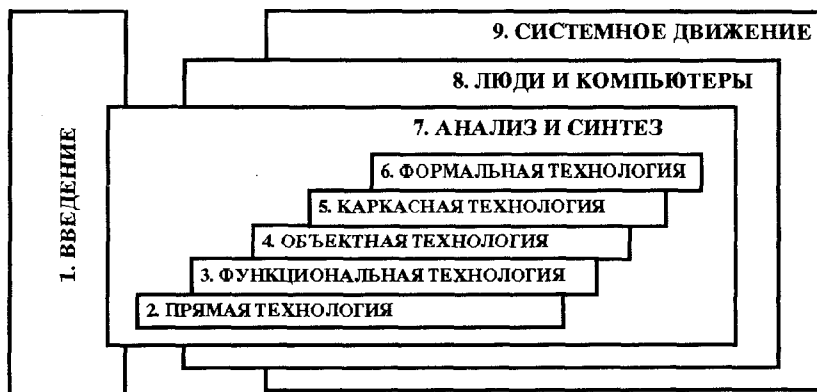


Рис. 7. План исследования

С высоты птичьего полета, использованной во введении, мы опустимся к самой земле, и в течение пяти глав, со второй по шестую, подробно рассмотрим эволюцию АСУП от простых форм к наиболее сложным. При этом будет использовано внутреннее видение проблем, которое возникает со стороны растущей системы.

В седьмой главе повторим это восхождение еще раз, но теперь уже с позиции внешнего наблюдателя, со стороны старой системы управления, существовавшей задолго до появления компьютеров. Обобщение результатов приводит к пятизвенной технологической схеме, отражающей полный цикл развития системы управления.

В восьмой главе мы выходим за рамки АСУП и пытаемся построить модель развития системы управления предприятием, а также обозначаем ее отношения с моделью развития промышленности. Появляется представление о вложенных типовых моделях, с помощью которых можно описать развитие практически любых систем.

Наконец, в последней главе рассматривается эволюция систем в глобальном масштабе. Опираясь на полученные ранее результаты, мы пытаемся объяснить кризисное состояние как естественную фазу в развитии любой системы. Гипотеза формулируется окончательно.