



**Современный
Гуманитарный
Университет**

Дистанционное образование

Рабочий учебник

Фамилия, имя, отчество _____

Факультет _____

Номер контракта _____

ТЕОРИЯ СИСТЕМ

ЮНИТА 2

СИСТЕМНЫЕ ОБЪЕКТЫ. ОПИСАНИЕ,
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ

МОСКВА 1999

Разработано А.П.Овечкиным, д-ром филос.наук, доцентом

Рекомендовано Министерством общего
и профессионального образования
Российской Федерации в качестве
учебного пособия для студентов высших
учебных заведений.

КУРС: ТЕОРИЯ СИСТЕМ

Юнита 1. Основные концептуальные положения общей теории систем.

Юнита 2. Системные объекты. Описание, моделирование и проектирование систем.

ЮНИТА 2

Рассматриваются характеристики некоторых социальных систем, а также даются методологические и методические основы применения системного подхода к описанию, моделированию и проектированию системных объектов.

Для студентов Современного Гуманитарного Университета

Юнита соответствует образовательной профессиональной программе № 2

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРОГРАММА КУРСА	4
ЛИТЕРАТУРА	5
НАУЧНЫЙ ОБЗОР*	6
1. Системные объекты и их обобщенная характеристика	6
1.1. Системность неорганической и живой природы	6
1.2. Общество, личность и мышление как система	11
1.3. Целостная природа организаций и управления ими	15
2. Описание системных объектов	20
2.1. Механизм процесса описания системных объектов	20
2.2. Принципы описания систем	27
2.3. Кибернетика и ее роль в описании систем	33
3. Моделирование и проектирование систем	38
3.1. Моделирование систем	38
3.2. Проектирование систем	43
3.3. Практическое применение системного подхода в экономике	48
ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	54
ГЛОССАРИЙ*	

* Глоссарий расположен в середине учебного пособия и предназначен для самостоятельного заучивания новых понятий.

ПРОГРАММА КУРСА

Системность неорганической и живой природы. Общество, личность и мышление как системы. Целостная природа организаций, управление ими.

Основные системные положения кибернетики и их применение в общей теории систем. Понятие информации и ее роль в функционировании целостных объектов. Единство информации и связи как основа системно-кибернетического подхода к анализу сложноорганизованных динамических систем.

Описание систем, их содержание и основные этапы. Принципы описания систем: многоуровневости, последовательного разрешения неопределенностей, информационного единства.

Моделирование систем. Понятие модели и содержание процесса моделирования. Подobie, его содержание и виды в моделировании систем. Виды моделей. Одноцелевые, многоцелевые и многомерные модели. Математическое описание поведения системы.

Сущность и содержание проектирования систем. Основные фазы проектирования систем: формирование стратегии, оценивание, реализация.

Практическое применение системного подхода в экономике. Модель планирования. Системно-маркетинговый анализ в деятельности фирмы.

ЛИТЕРАТУРА

Базовая

1. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. М., 1984.
2. Дж. ван Гиг. Прикладная общая теория систем. М., 1981. Т.1, 2.

Дополнительная

3. Афанасьев В.Г. Общество: системность, познание и управление. М., 1981.
4. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М., 1983.
5. Диалектика и системный анализ / Под ред. Д.М. Гвишиани. М., 1986.
6. Зборовский Г.Е., Орлов Г.П. Социология. М., 1995.
7. Мороджян К.Х. Социум. Общество. История. М., 1994.
8. Системные исследования: Ежегодник. М., 1981.
9. Фролов С. Социология. М., 1994.

1. СИСТЕМНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ИХ ОБОБЩЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В предыдущей юните были рассмотрены основополагающие методологические положения общей теории систем (ОТС), дающие канву для выделения сложнорганизуемых целостных образований и их исследования, но в мире существует огромное, по существу бесконечное число самых разнообразных систем. Каждая из них по своему специфична и своеобразна. В этой главе и будет сосредоточено внимание на анализе некоторых из них, имеющих наиболее важное значение для человека.

1.1. Системность неорганической и живой природы

Согласно современным научным представлениям неорганическая природа может быть подразделена на две системы: **поле** и **вещество**. **Физическое поле** - особая форма материи, система с бесконечным числом степеней свободы. Его источником являются заряженные частицы, которые образуют электромагнитные, гравитационные и квантовые поля, а также поле ядерных сил. В соответствии с нынешними научными представлениями каждое конкретное поле имеет свои определенные уровни, например, от состояния вакуума до четко выраженного квантового состояния.

Согласно квантовой теории, **квант** - структурный элемент поля, образующий его как систему. Его внутреннее строение и природа еще недостаточно четко изучены. Предполагается, что квант сам по себе выступает в качестве сложнорганизованной системы, обладающей собственной структурой. Взаимодействие составляющих его компонентов и ведет к тому, что он может быть рассмотрен как система.

Физические поля могут быть рассмотрены в качестве конкретных факторов целостности в неживой (неорганической) природе. Они связывают тела друг с другом, передают действие от одного к другому, обмениваются энергией, обеспечивают их функциональные характеристики. Так, ядерное поле связывает в единое целое нуклоны атомного ядра.

Электромагнитное поле обеспечивает целостность атома, молекулы, некоторых макроскопических тел. Силы электромагнитного взаимодействия по своей величине значительно уступают ядерным, но действуют они на значительно большее расстояние. К тому же эти силы способны обеспечить возникновение исключительно сложных, многокомпонентных целостных систем. Таковы, например, молекулы высокополимерных соединений и белков, состоящих из тысяч атомов, образованных главным образом силами электромагнетизма. При достаточно больших массах тел, присущих прежде всего космическим материальным образованиям, вступает в действие такой фактор целостности, как **гравитационное поле**.

Целостность в неорганической природе поддерживается одновременно взаимодействием как сил отталкивания, так и сил притяжения. Действию ядерных сил, обуславливающих связь нуклонов (протоны и нейтроны) в ядре, противостоят силы электрического отталкивания между одинаково заряженными протонами. Силе притяжения планет к солнцу противоположны центробежные силы, являющиеся результатом их движения вокруг солнца. Могучим гравитационным силам, действующим в направлении объединения и интеграции, в Галактике противостоят различные силы отталкивания -

* Жирным шрифтом выделены новые понятия, которые необходимо усвоить. Знание этих понятий будет проверяться при тестировании.

центробежные силы, возникающие при вращении небесных тел вокруг центра Галактики, магнитные поля, ускоряющие протоны и атомные ядра и тем самым выталкивающие их из нашей звездной системы и т.д. Поддержание целостности в неорганической природе силами взаимодействия и отталкивания обеспечивает процесс движения, развития неорганических систем, лишает их состояния абсолютного покоя, заставляет меняться. Благодаря этому равновесие систем приобретает временный характер, противоборство же сил отталкивания и притяжения имеет постоянно действующий характер и выступает источником их развития и преобразования, жизни и смерти. Взаимодействие этих сил позволяет говорить о поле как субстанции определенного рода, т.е. объективной реальности со стороны его внутреннего единства, способного к относительно самостоятельному и устойчивому существованию.

Элементарная частица - это не только квант поля, но и то, что лежит в основе качественно иной системы - вещества. **Вещество** - чрезвычайно сложная, глубоко дифференцированная и одновременно интегрированная, многоуровневая система. Оно является собой специфический вид материи, представляющий совокупность дискретных образований, обладающих массой покоя (атомы, молекулы и то, что из них построено). Если элементарная частица выступает и как завершающая форма существования физического поля, и как элемент качественно иной вещественной системы, то две и более взаимодействующие элементарные частицы представляют собой систему, которая может быть названа мельчайшей частицей вещества.

Взаимодействие протона и электрона образует простейший атом легкого водорода, внутренне динамичную систему, элементы которой - элементарные частицы - подчинены целому и отличны от свойств отдельно взятых свободных частиц. Их взаимосвязи в атоме подчинены уже другим законам структуры, функционирования и развития. Атом как система подвержен постоянному изменению, развитию. Она усложняется по своему составу, внутреннему строению, выполняемым функциям, качественным характеристикам. В процессе своего взаимодействия частицы образуют **химические элементы** и значительно более сложные **химические соединения**. Молекулы, кристаллы, ионы, радикалы - это все различные системы, образованные взаимодействием атомов. Эти системы, вступая в различного рода реакции, формируют различные вещества. Взаимодействие атомов одного типа образует **химический элемент**. "Из химических элементов слагаются минералы, из минералов - породы, из пород - геологические формации, из геологических формаций - ряды формаций, из комплексов формаций - геосферы, из геосфер - планета Земля".¹

Каждая подсистема, слагающая Землю, в свою очередь очень сложна в структурном отношении. Ее геосфера представлена магнитосферой, атмосферой, гидросферой, литосферой, мантией и ядром Земли. Любая из них может быть рассмотрена как относительно самостоятельное целостное образование. Так, различные геосистемы образуют биосферу, литосферу, гидросферу, атмосферу.

Но Земля является не только самостоятельной системой. Как одна из планет она составляет элемент солнечной системы. Последняя входит в такую грандиозную космическую систему, как Галактика. Взаимодействующие Галактики образуют системы галактик и т.д. Принцип организации множеств в единство остается одним и тем же. Не меняется он и при переходе к системам живой природы.

¹ Кулындышев В.А., Кучай В.К. Унаследованность: качественная и количественная оценка // Системные исследования в геологии. Владивосток, 1979. С. 12-13.

Поле и вещество как системы находятся в зависимости от внешних условий. Велика роль таких факторов внешней среды, как температура, давление, влажность, плотность и т.д. Долгое время считалось, что состояние атомного ядра радиоактивного элемента, в том числе период полураспада, плотностью определяется внутренними условиями и от внешних факторов не зависит. В настоящее время эта зависимость не вызывает сомнения. Доказано, что период полураспада зависит от температуры и давления во внешней среде, а также от химического состояния внешней электронной оболочки атома. В частности, под воздействием давления происходит изменение окружающего ядро силового поля, что, в свою очередь, сказывается на интенсивности радиоактивного распада.

Температурные условия имеют большое значение в функционировании физических и химически целостных вещественных систем. Химическое соединение как целостное образование может возникнуть и существовать хотя и в относительно большом, но строго определенном интервале температур. Оно не может образоваться как при низких температурах, близких к абсолютному нулю, так и при очень высоких, присущих недрам многих небесных светил. При низких температурах химическое движение, равно как и тепловое, замирает, а при высоких химические соединения вообще не образуются. При температуре в несколько тысяч градусов молекулы и атомы распадаются на электроны и ионы, а когда она повышается до миллионов градусов, атомные ядра распадаются на элементарные частицы.

Следовательно, неорганическая природа - системна по своей сути. Целостные образования являют собой и поле, и вещество. Каждое из них может быть рассмотрено как самостоятельная система. Но в то же время, как то, так и другое сложны по своей структуре. Любой из их структурных компонентов вполне может быть представлен в виде обособленной системной целостности. Поле и вещество образуют **системную структуру неорганической природы**.

Еще более сложноорганизованными системами являются системы живой природы. Важно определиться с тем, что относится к живым или неживым целостным образованиям, установить границу между ними. Это достаточно сложная научная задача. Обычно она исходит из того, что, если элементарные частицы являются исходным компонентом образования поля и вещества, то органические молекулы и их взаимодействие становится источником образования живых систем.

Молекулы органических веществ чрезвычайно сложны по своему внутреннему устройству. Например, молекула белка, являющегося основой жизни, содержит тысячи атомов. В неорганической природе таких сложных молекул встретить нельзя. Предположительно усложнение системы имеет свой предел, после которого теряют силу данные системообразующие факторы и связи. Считается, что таким пределом для органических молекул является молекула из 5 миллионов атомов, известная как вирус табачной мозаики.

Однако следует заметить, что сами по себе, взятые в отдельности, органические молекулы не являют собой живой системы. Они существуют в виде ее структурных компонентов, источников, субстрата, который образует эту систему только в процессе своего взаимодействия. Эти целостные образования являются результатом биогенеза, т.е. представляют собой системное образование органических соединений живых организмов. Хотя с точки зрения историко-эволюционных процессов их появление связывают с развитием неорганической природы. Живые объекты отличаются от неживых обменом веществ, раздражимостью, способностью к размножению, росту, активной регуляцией своего состава и функций, к различным формам движения, приспособляемостью к среде и т.д. Ч.Дарвин в книге "Происхождение

ние видов” так определял основные законы, лежащие в основе возникновения всех форм жизни: “Эти законы в самом широком смысле - Рост и Воспроизведение, Наследственность, почти необходимо вытекающая из воспроизведения, Изменчивость, зависящая от прямого или косвенного действия жизненных условий и от упражнения или не упражнения, Прогрессия размножения, столь высокая, что она ведет к Борьбе за жизнь и ее последствию - Естественному Отбору ...”.¹

В целом же для живого характерна способность ассимилировать полученные извне вещества, т.е. перестраивать их, уподобляя собственным материальным ресурсам и структурам, и за счет этого многократно воспроизводить их, т.е. репродуцировать. Ряд ученых утверждают, что фундаментальным свойством живого является воспроизведение себе подобных, которое ныне получает интерпретацию в терминах химических понятий. Еще одна особенность живого заключается в огромном многообразии свойств, приобретаемых структурами живых организмов. Это еще раз подтверждает, что живой является не отдельная молекула ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота), белка или РНК (рибонуклеиновая кислота), с помощью которых осуществляется кодирование признаков организма, а их система в целом.

Реализация многообразной информации о свойствах организма осуществляется путем синтеза согласно генетическому коду различных белков, которые в силу своего разнообразия и структурной пластичности обуславливают развитие различных физических и химических приспособлений живых организмов. На этом фундаменте в процессе эволюции возникли непревзойденные по своему совершенству управляющие системы. Следовательно, жизнь характеризуется высокоупорядоченными структурами, которые составляют живую систему, способную к самовоспроизведению.

Живые системы качественно превосходят неживые в отношении многообразия и сложности химических компонентов, а также динамики протекающих процессов. Они характеризуются гораздо большим уровнем упорядоченности структур и функций в пространстве и времени. Не случайно, например, говорят о **пространственных системах**. Живые системы обмениваются с окружающей средой энергией, веществом и информацией, т.е. являются открытыми системами. При этом в отличие от неживых систем, им присуще стремление к упорядочению, к созданию порядка из хаоса (т.е. противодействие возрастанию энтропии). Однако снижение энтропии в мире живых систем возможно лишь за счет ее увеличения в окружающей среде.

Существуют различные **виды живых систем**. Они выделяются по различным основаниям. Так, известный отечественный системолог А.Н. Аверьянов основными системами живого, образующими различные уровни организации, признает:

- а) **вирусы-системы**, состоящие в основном из двух взаимодействующих компонентов: молекул нуклеиновой кислоты и молекул белка;
- б) **клетки-системы**, состоящие из ядра цитоплазмы и оболочки;
- в) **многоклеточные системы**, т.е. организмы, популяции одноклеточных;
- г) **виды популяций** - системы организмов одного типа;
- д) **биоценозы** - системы, объединяющие организмы различных видов;
- е) **биогеоценоз** - система, объединяющая организмы поверхности Земли;
- ж) **биосфера** - система живой материи на Земле.²

Американский ученый Миллер в общей теории живых систем оперирует семью уровнями, к которым относит: **клетку, орган, организм, группу, организацию, общество, межнациональные системы**. Система каждого

¹ Дарвин Ч. Происхождение видов. М., 1939. Т. 3. С. 666.

² См.: Аверьянов А.Н. Системное познание мира. М., 1985.

уровня включает в себя компоненты нижележащего уровня и они, как и во всех правильно организованных иерархиях, сами являются компонентами систем более высокого уровня. Организмы, например, состоят из органов, и в свою очередь служат компонентами для групп. Существуют и другие подходы к выделению уровня живых систем. Тем самым лишь подчеркивается их многообразие.

В концепции Миллера заслуживают особого внимания его взгляды на жизненные процессы систем. Он выделяет девятнадцать таких процессов, которые сведены в следующие три подсистемы. Первое - это подсистемы, перерабатывающие как материально-энергетическую субстанцию, так и информацию. К ним относятся повторитель и ограничитель. Второе - это подсистемы, перерабатывающие лишь материально-энергетическую субстанцию. Они включают в себя: поглотитель, распределитель, преобразователь, генератор, накопитель вещества и энергии, эжектор, двигатель, вспомогательные и резервирующие системы. Третье - это подсистемы, перерабатывающие только лишь информацию. Они состоят из входного и внутреннего преобразователя, канала и сети, дешифратора, распознавателя, памяти, блока принятия решений, кодирующего устройства, выходного преобразователя.

Такая классификация подсистемы живых систем использует понятия термодинамики, теории информации, кибернетики и системотехники, а также классические понятия, соответствующие каждому уровню иерархии живых систем. Ее целью является описание живых структур и процессов в терминах входа и выхода потоков через систему, устанавливающих состояний и обратных связей. Она позволяет сделать более понятными отдельные факты, объединить их в некоторую теоретическую систему, осуществить эмпирическую проверку гипотез. Эта модель особенно успешно применялась при исследовании систем уровня городских сообществ.

Следовательно, справедливо утверждение о том, что живая природа, так же, как и неживая, представляет собой систему систем, причем она дает удивительные примеры разнообразия целостных образований, которые нередко оказываются объединением элементов различных уровней. В глобальном плане таковой является **экосистема**, представляющая собой единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в котором живые и неживые компоненты связаны между собой обменом веществ и энергией. В частном случае к системам подобного рода может быть отнесен ландшафт. Он включает в себя:

- абиотические геосистемы (земная кора с рельефами, атмосфера, гидросфера и криосфера);
- геосистема почвенной сферы;
- биотические геосистемы, образующие биосферу;
- социально-экономические геосистемы, возникающие в результате общественно-исторической деятельности человека.

Все эти системы связаны между собой и воздействуют друг на друга, образуя единую саморегулируемую систему. Изменение любой составной части ландшафта ведет в конечном счете к изменению в целом. Вместе с тем каждая система живой природы, являясь ее элементом и определяясь ею, в то же время имеет достаточную самостоятельность, чтобы выйти на другой уровень организации. Такой подход устраняет многие противоречия **редукционизма** (учения, согласно которому все высшие формы реальности могут быть полностью объяснены на основе закономерностей, свойственных низшим формам) в исследовании живых систем. Он исключает возможность объяснения структуры, функций и развития систем высшего порядка на основе закономерностей, свойственных системам низшего уровня.

Таким образом, системность живой и неживой природы не подлежит сомнению. Но живые и неживые системы, взятые в их взаимодействии и во всей совокупности взаимосвязей, составляют новую огромную систему. Она отображает общую картину мира в его единстве, противоречивости и сложности. В нем все оказывается прочно связанным друг с другом. Живые системы, к примеру, не в состоянии существовать вне неорганических образований. Результатом развития живых систем явилось появление общественных систем. Они коренным образом отличны от других типов и видов сложноорганизованных образований. Их отличительная черта, как уже отмечалось в предыдущей юните, заложена в **социальности системы**. Хотя они относятся к живым, но не могут быть объяснены с позиций простого перенесения законов структуры, функционирования и развития животного мира на мир человеческий. Некоторые из этих систем и будут предметом нашего разговора в следующем разделе.

1.2. Общество, личность и мышление как система

Одной из наиболее сложных и уникальных систем является **человеческое общество** как обособленная от природы часть объективной реальности, представляющая собой развивающиеся формы жизнедеятельности людей. Интуитивно современный человек вполне способен отличить мир общественный от мира природы. Однако их научно обоснованное разделение далеко не так просто. Очевидно что различия любых типов системных объектов определяются путем сопоставления их существенных свойств, которые они проявляют во взаимодействии. Существенные свойства объекта - это такие его признаки, которые не просто отличают одно явление от другого, но делают его тем, что оно есть, определяют его качественную самовыделяемость. Каковы же эти свойства, которые выделяют общество среди других объектов и позволяют представить его в виде системы?

Первым существенным свойством общества как социальной системы является **целесообразность его возникновения и целенаправленность создания**. Альтернативой ему выступают природные явления, зарождающиеся спонтанно, развивающиеся по законам, вызванным к жизни действием естественных сил. В отличие от них общество, его возникновение и развитие, обусловлено целесообразной и целенаправленной деятельностью человека на основе тех целей, которые преследуют отдельные индивиды и социальные общности. Его функционирование подчинено законам целесообразности. Оно обусловлено таким образом, чтобы обеспечить реализацию социальных потребностей и интересов субъектов.

Вторым признаком является то, что общество, как и всякая иная социальная система, - это **самоорганизующееся и саморегулируемое образование**. Объекты природы поддерживают свою внутреннюю организацию, связи и строение за счет порядка, установленного естественными условиями. Изменения и переходы в другие состояния объектов природы происходят не в силу их собственного желания, а, в первую очередь, под воздействием внешних причин и источников. Хотя следует заметить, что для некоторых живых существ не чужды отдельные элементы самоорганизации и саморегулирования. Так, некоторые животные образуют стада, птицы - стаи. Они могут иметь своих вожаков, которые в определенном смысле регулируют связи и отношения в стаде, стае изнутри. Но образование этих групп и их внутреннее регулирование основано на животных инстинктах. Фундаментом же самоорганизации и саморегулирования общества является **сознательная деятельность человека**. Животное всегда остается подчиненным природе, зависимым от внешних обстоятельств в значительно большей степени, чем

человек. Человеческое общество по мере своего развития все более подчиняет себе природу. Оно регулируется за счет внутренних ресурсов и источников. Оно сознательно создает органы и инстинкты, необходимые для собственного управления. Разумеется, речь не идет о полной независимости общества от внешних факторов и условий. Но внутреннее регулирование и организационные факторы в обществе имеют преобладающее значение. Результатом саморегулирования и самоорганизации становится все большее подчинение природы интересам общества. Саморегуляция и самоорганизация социальной системы придают целесообразный и целенаправленный характер ее видоизменениям и преобразованиям. Переходы от одной общественной системы к другой обусловлены не природными силами, а внутренними источниками саморегуляции и самоорганизации.

Третья отличительная черта общества, позволяющая отделить его от других классов систем, связана со спецификой механизма **самосохранения** и **саморазвития**. Эти свойства не присущи для явлений и процессов неорганической природы. Можно говорить о сохранении и развитии их свойств, но только без приставки “само”. Это объясняется тем, что они сохраняются не в результате собственной деятельности, а в силу природной заданности. Их сопротивляемость и изменчивость обусловлены не созданными для этих целей органами, а естественными, не зависящими от них причинами и обстоятельствами. По другому обстоит дело в человеческом обществе. Здесь правящая элита сознательно стремится к сохранению существующей системы, приспособлению ее к своим интересам, удержанию от распада. Она делает все, чтобы обеспечить преемственность организации общества, его регулируемость и управляемость.

Целенаправленность и целесообразность, самоорганизация и саморегуляция, самосохранение и саморазвитие являются теми основополагающими сущностными свойствами общества, которые позволяют выделить его среди других систем. Характеризуя общество, необходимо наряду с этими признаками указать на то, что оно является собой не простую сумму различных социальных феноменов, форм и сфер общественной жизни, развивающихся по своим специфическим законам, а единый организм, социальную целостность. В обществе в единое целое оказываются связанными совершенно разнородные и разнопорядковые, подчас даже несовместимые, технические устройства, технологии, производственные комплексы, политические институты и т.д. В своем единстве они образуют новую интегративную целостность, принципиально отличную от отдельно взятых компонентов, ее образующих.

Одним из основных свойств общества является наличие межличностных коммуникаций. Они связывают людей в единую целостную систему. Именно в ходе контактов индивидов, социальных групп, их совместной и взаимозависимой деятельности, выполнения своих социальных ролей осуществляется интеграция всех компонентов в единую систему. Причем коммуникация вбирает в себя многие системные признаки. Она характеризует действие сил социального притяжения и отталкивания, обмена информацией, энергией и веществом. В рамках этих коммуникаций возникают различного рода социальные конфликты и коллизии.

Важным свойством общества как системы является его **управляемость**. Она осуществляется специально создаваемыми для этого органами. Ими проводится регулирование связей и отношений в различных сферах и областях общественной жизни. Управление сводит их в единое целое, придавая целенаправленный характер их функционированию и развитию.

Еще одной характерной чертой общества является **человеческая деятельность**. Она втягивает личности и социальные общности во всю гамму социальных процессов, в весь комплекс социальных отношений. Под ее

влиянием изменяются разнообразные параметры общества, его интегративные качества. Особую значимость имеет трудовая деятельность, она является источником всех ценностей общества, а уровень ее организации свидетельствует об уровне развития, цивилизованности данной системы. Продолжающееся и усиливающееся **разделение труда** в конечном итоге ведет к интеграции усилий людей. Как сама деятельность, так и ее результаты служат своеобразным ядром, вокруг которого объединяются различные социальные общности. Она является причиной многих **социальных изменений**.

Коммуникации, управление, человеческая деятельность, находящиеся в прочной диалектической связи, - это не просто свойства общества, но еще и главные его системообразующие факторы. Как и любая система, общество обладает собственной структурой. Говорят, например, о социальной структуре общества. Она дает ему характеристику с точки зрения существующих в нем больших и малых социальных групп, иерархии складывающихся между ними отношений. Общество может быть структурировано и по сферам общественной жизни: экономической, политической, культурной и т.д.

Каждый из структурных компонентов общества, являясь его составной частью, вполне может быть рассмотрен в качестве самостоятельной системы. Саморегулируемую функциональную экономическую систему представляет собой рынок. Деятельность всех структурных компонентов этой системы направлена на поддержание макроэкономического равновесия на национальном рынке и создание оптимальных условий для экономического метаболизма. Термин **метаболизм** обозначает обмен веществом, энергией и информацией. В рыночной системе их аналогами являются товары, услуги, техника, технология, ноу-хау, формы капитала, рабочая сила и т.д.

Рынок как саморегулируемая система характеризуется тем, что всякое отклонение от заданных параметров устойчивости служит толчком к немедленной мобилизации многочисленных механизмов, восстанавливающих положение на макро- или микроуровнях. Допустим, при наплыве дешевых импортных товаров нарушается равновесие на внутреннем рынке. Это автоматически приводит в действие функциональную систему защиты отечественных товаропроизводителей от иностранной конкуренции. Конечно, эффективность этой защиты может быть различной. Сегодня полагают, что наиболее мощная защита собственных товаропроизводителей сложилась в США и странах Европейского рынка.

Общество обладает собственным механизмом функционирования, который выражается через протекающие в нем **социальные процессы**. Кратко этот механизм может быть раскрыт следующим образом. **Социальные действия** одних индивидов и социальных групп, задевая интересы других, вызывают ответную реакцию с их стороны, соответствующую их интересам. Сливаясь воедино, все эти действия образуют процесс в виде комплекса взаимодействия людей. Структура социальных действий такова, что она обязательно включает в себя в качестве важнейшего комплекса управление и регулирование этим процессом. Оно осуществляется руководящим органом или институтом общества, специально подобранными арбитрами, участниками социальных действий. Чем гибче и эффективнее управление, тем меньше общество подвержено энтропийным воздействиям. Для обществ с высоким уровнем энтропии характерным является высокий уровень конфликтности, обостренность противоборства между различными политическими силами.

Основа человеческого общества - **личность**, устойчивая система социально-значимых черт, характеризующих индивида как члена общества или конкретной человеческой общности. Как нет вещи без молекулы, так нет общества без личности. Она характеризует общественную сущность человека.

Ее образуют те качества индивида, которые выделяют человека из природы. Личность - это человек, взятый в его социальном измерении. Она выражает меру его социальности. В ней концентрируется вся система общественных качеств человека. Она являет собой сгусток социальных отношений. Личность является носителем определенных общественных функций, которые реализуются с учетом индивидуально-неповторимых психологических черт (воля, темперамент, характер и др.).

Целостность личности выступает как интегративное единство всего многообразия разнопорядковых и разнородных проявлений ее общественной жизни. Каждое из них есть не что иное, как конкретное выражение определенных связей и отношений с конкретными объектами. В комплексе же все проявления социальной жизни человека, его поведение - это продукт всей совокупности общественных связей и условий, окружающих его.

В системной структуре личности можно выделить три крупные подсистемы: духовную, психологическую и деятельностно-поведенческую. Каждая из них выполняет свои функции, но в своем единстве они образуют **систему социальных качеств личности**.

С позиций системного подхода **духовная подсистема** может быть подразделена на соответствующие части, в качестве которых выступают **мировоззрение, ценностные ориентиры, установки и мотивы личности**. Диалектика их взаимосвязи описывается следующим образом. Мировоззрение как общая система взглядов на мир формирует ценностные ориентации личности. Они обеспечивают ее устойчивость, преемственность определенных типов поведения и деятельности, выражают направленность ее потребностей и интересов, а также регулируют и детерминируют мотивацию личности.

На основании ориентаций складываются определенные установки. Они обозначают состояние предрасположенности, готовности субъекта к определенной активности в заданной ситуации. Ценностные ориентации и установки составляют фундамент регулирования действий и поступков человека. Они образуют мотив (или мотивы), т.е. причины, непосредственно приводящие личность к определенным видам активности.

Ценностные ориентации, установки и мотивы имеют не только духовную, но и психологическую основу. В принципе духовная и психологическая составляющие имеют очень условную разграничительную линию. Это полезно при теоретическом исследовании, но в реальном механизме регулирования поведения личности они срабатывают совместно. **Психологическая подсистема** состоит из таких частей, как **воля, характер, темперамент, эмоции, способности** и других. Понятно, что реализация любой установки всегда требует определенных волевых усилий человека. В ней проявляется его характер, темперамент. Рациональность и оптимальность ее реализации во многом зависят от способностей личности.

Механизм функционирования личности как системы наглядно подтверждает действие **законов целедостижения и целесообразности**. Личность ставит перед собой цель не как отвлеченную задачу, а как идеал, который необходимо достигнуть. Он соответствует социально значимым ценностям, мировоззренческим позициям, установкам и интересам личности. Для ее достижения человек мобилизует свои духовно-психологические силы, ищет наиболее рациональные способы деятельности и поведения. При этом он исходит из целесообразности принимаемых им мер, действий и решений. Способы достижения цели избираются им по принципу целесообразности. Но они могут соответствовать или не соответствовать общепринятым нормативам и правилам. Поэтому целесообразность имеет две стороны. Хорошо, если руководствуясь этим принципом человек достигает цели в рамках действующих нравственных норм и законов.

Представленная системная структура личности позволяет в общеметодологическом плане пояснить различия в поведении и поступках людей в казалось бы одинаковых условиях. Часто люди задаются вопросом: “Почему один и тот же человек в одной и той же ситуации ведет себя неодинаково?” Но не находит ответа на этот вопрос. Попытаемся посмотреть на личность, ее деятельность и поведение с системных позиций. В основу положим принцип казуальности.

Прежде всего укажем на то, что одинаковых ситуаций, повторяющихся с абсолютной точностью, не бывает. Как известно, одна и та же причина при одних и тех же условиях обеспечивает одинаковое поведение системы. Но каждая, даже очень схожая ситуация всегда уникальна и неповторима и подводит личность к иному деятельностно-поведенческому результату. Она включает в действие новые причины. Для личности это могут быть ее изменившиеся ценностные ориентации, интересы. К другому виду поведения человека могут подталкивать и изменившиеся в какой-то мере обстоятельства в схожей ситуации. Все это самым тщательным образом следует учитывать при работе с подчиненными, при принятии решений и при выборе способов их реализации.

Уникальной сущностной характеристикой человека, выделяющей его среди других живых существ, является **мышление** - высшая форма активного отражения объективной реальности, состоящая в целенаправленном, опосредованном и обобщенном познании субъектом существенных связей и отношений предметов и явлений, в творческом созидании новых идей, в прогнозировании событий и действий. Оно имеет целостную природу. Не раскрывая ее подробно, выделим основные системные признаки человеческого мышления:

1. Мышление и как явление, и как процесс отграничено от других систем. Оно присуще только человеку, имеет собственную логику функционирования и развития.
2. В ходе мыслительной деятельности осуществляется процесс обмена энергией, веществом и информацией.
3. Мышление может быть рассмотрено как кибернетическая система, в которой осуществляется сбор, хранение, переработка и распространение информации.
4. Мышление есть средство управления действиями, поступками и поведением человека.
5. Мышление воспроизводит образы материальных и идеальных объектов.
6. Мышление лежит в основе конструирования, проектирования и моделирования искусственных систем.
7. Результат мышления есть целостное познание картины реального мира.
8. Мышление имеет многоуровневый характер. Различают мышление отдельного человека и человеческое мышление в целом.
9. Человеческое мышление развивается по своим специфическим законам. В нем кроется тайна творчества, фантазии, предвидения.

1.3. Целостная природа организаций и управления ими

В последние годы значительно возрос интерес к исследованию организаций. Это вполне закономерно, ибо они являются наиболее распространенными объединениями, в которые, вынужденно или по собственной воле, включается человек. Непосредственно в них он реализует себя как личность, проявляя свои способности, интеллект, нравственные качества, осуществляя различные виды деятельности, вступая в контакты и связи с другими людьми. Организации рассматривают как самостоятельные системы. Часто общество представляют как совокупность организаций, из которых оно состоит. Но иногда его пред-

ставляют как большую социальную организацию. Отсюда и при исследовании организации нередко рассматривают как структурные элементы общества.

При системном исследовании организации чаще всего обращаются к изучению следующих аспектов:

- раскрытию общих, целостных характеристик организации как системного образования;
- исследованию внутреннего строения организации и связей между ее компонентами;
- изучению ее функциональных зависимостей и поведения;
- созданию моделей организации и проектирование новых организаций;
- управлению организацией.

Термин организация довольно широко употребляется в самых различных значениях. Для того чтобы определиться с этим понятием, выделим наиболее часто встречающиеся и распространенные смысловые нагрузки этого термина.

Во-первых, организацией часто называют искусственно созданные человеческие общности, выполняющие определенные функции в обществе. Говорят об общественных, производственных, коммерческих организациях и т.д., для которых характерно наличие устойчивых связей между членами, выполнение ими определенных социальных ролей, упорядоченность отношений с другими организациями и т.д.

Во-вторых, термином организация оперируют для обозначения определенной степени прочности и упорядоченности связей и отношений в системе. При такой его интерпретации он оказывается применим не только к социальным, но и к любым другим структурированным объектам. При этом подходе справедливо говорить о том, каким образом организован атом или молекула.

В-третьих, термин организация обозначает процесс обеспечения различных видов деятельности. В этом значении он употребляется для отражения согласования и координации усилий различных групп людей и индивидов. Он связывает воедино процессы доставки сырья, его оплаты, производство товаров и их реализацию.

Все выделенные значения термина «организация» имеют право на жизнь. Они отражают лишь многообразие сфер его применения. В нашем случае речь идет об **организациях** как определенного рода человеческих объединениях, искусственно создаваемых социальных системах, которые обеспечивают функционирование общества. Такими организациями могут быть предприятия, фирмы, общественные объединения, политические партии и т.д. Но даже при сделанном нами ограничении, в рамках данного подхода существует множество определений понятия **организации**. В соответствии с теорией К.Барнанда, она являет собой вид кооперации людей, отличающихся от других социальных групп сознательностью, предсказуемостью и целенаправленностью. По мнению Д.Марча и Г.Саймона, организация - это сообщество взаимодействующих человеческих существ, содержащих центральную координирующую систему. По мнению П.Блау и У.Скотта, она характеризуется формальной структурой и стремлением к реализации специфических целей. В понимании А.Этциони организация - это социальное объединение, сознательно конструируемое и реконструируемое для выполнения специфических целей.

Несмотря на имеющиеся различия во всех приведенных выше определениях можно выделить и общие позиции, характеризующие свойства организаций. Во-первых, организации являются искусственными образованиями, создаваемыми людьми. Но в то же время они являются объективными. Их создание диктуется интересами конкретных групп людей, всего общества. Во-вторых, организации представляют собой социальные объединения индивидов, создаваемые для достижения определенных целей. Поэтому каждая

из них является целенаправленной и целесообразной, скоординированной и согласованной системой. В-третьих, искусственно образуемые организации характеризуются высокой степенью формализации, регламентированностью всех систем отношений, складывающихся в них. Перечисленные свойства организации позволяют дать ей определение как искусственно создаваемой и высоко формализованной социальной общности людей, ориентированных на достижение взаимосвязанных специфических целей.

Организации существенным образом отличаются по своим целям, структуре, составу участников и другим признакам. Однако можно говорить и об общей **модели организации**, которая представлена на рис. 1.

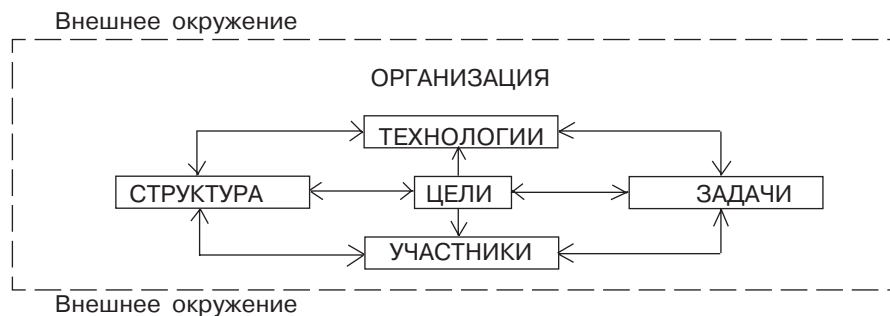


Рис.1. Принципиальная модель организации

Центральным элементом организации является ее цель. Именно во имя ее осуществления и формируется организация. Достижение цели сплачивает и объединяет людей, превращает организацию в целостное системное образование. Организация без целей - это нонсенс, бессмыслица. Она не в состоянии существовать. Каждая организация имеет свои цели, которые определяются спецификой ее интересов, сферой приложения усилий.

Всякая организация имеет **главную цель**, которую иногда называют миссией. Она отражает основной результат, к которому необходимо стремиться. Например, для предприятия ею является обеспечение рентабельности. Если предприятие нерентабельно, то оно, в конечном счете, разрушается как система. Достижению главной цели подчинены все усилия организации. Целедостижение здесь служит средством поддержания системы в равновесном состоянии, снятии энтропийных эффектов. Оно является необходимым условием стабильности и целостности. Иначе говоря, оно обеспечивает выживаемость организации во внешнем окружении.

Наряду с главной целью, организации имеют многочисленные цели-задания. Они представляют собой оформленные программы деятельности. Эти цели могут спускаться или задаваться внешними организациями. Таковым, например, является заказ на выпуск какой-либо продукции, полученный данным заводом от государства или стороннего предприятия. Цели-задания могут также даваться руководством данной организации входящим в нее структурным подразделениям и конкретным исполнителям. В таком случае они выступают конкретизаторами главной цели. Эти цели как бы определяют задания всем подсистемам организации, выполнение которых будет означать достижение главной цели.

Под каждую цель разрабатываются **задачи**. В них формируется, что нужно сделать, чтобы достигнуть цели. Они характеризуют основные направления деятельности, с помощью которых наиболее эффективными и действенными

мерами возможно прийти к конечному запланированному результату. Ошибки в определении целей и задач способны привести к утрате целостности и распаду организации. При формулировании целей и задач важно учитывать возможности организаций в их реализации, подготовленность персонала к их решению, финансовое состояние, производственные мощности и многое другое. В соответствии с целями должны быть приведены все элементы системы: ее структура, технологии, отношения между членами организации и т.д.

К числу важнейших компонентов организации относится ее **структура**. Существуют различные взгляды на нее. Но каковы бы они ни были следует иметь в виду, что достижение целей во многом зависит от внутреннего строения организации и прочности связей между ее членами. Структура может быть рассмотрена с различных сторон. В практике и теории исследуют формальную и неформальную социальные структуры организаций.

Формальная структура организации - это официально установленное ее внутреннее строение в совокупности с сетью регламентированных отношений. Она определяет социальный статус и положение разнообразных компонентов системы, фактический порядок их взаимодействия. Структура выстраивает иерархическую лестницу для всех звеньев организации и поэтому является основой координации и согласованности их функционирования.

Примером формальной структуры является оргштатная организация предприятия. Она выстраивает в иерархическую цепочку все структурные компоненты, начиная от руководителя и заканчивая рабочим. Она связывает воедино все звенья организации, определяет и регламентирует отношения между ними, направляя их в общее русло реализации главной цели. Оргштатная структура задает функциональные обязанности должностным лицам и подразделениям. Она отражает процесс разделения труда, который в своем интегративном выражении является залогом решения целей-заданий, а в итоге - успешного достижения миссии.

Неформальные структуры - это структуры, создаваемые на личностном уровне. Они состоят из комплекса позиций и взаимосвязей, формируемых на основе личностных характеристик, и основываются на отношениях уважения и доверия. По этому принципу формируются микрогруппы и лидеры. Официальный руководитель в значительной степени способен усилить свое воздействие и влияние на подчиненных, если он одновременно является и лидером. Его административно-правовой авторитет при этом усиливается нравственным доверием со стороны сотрудников. Авторитетность отдаваемых таким руководителем указаний имеет особое значение для персонала.

Участники или **члены организации** - ее важнейшая составляющая. Это совокупность индивидов, обладающих определенным набором качеств и навыков, позволяющих занимать определенную позицию в социальной структуре организации и играть соответствующую социальную роль. Обладая различными способностями и потенциалом (знанием, квалификацией, мотивацией, связями), участник организации должен заполнить все без исключения ячейки структуры, т.е. все социальные позиции в организации. От их заинтересованности, подготовленности к выполнению своих функциональных обязанностей в значительной мере зависит достижение целей. Участники играют определяющую роль в поддержании организации в равновесном состоянии и в обеспечении ее целостности и выживаемости.

Организация сточки зрения **технологии** - это место и объекты, с помощью которых участниками организации производится определенная работа и приложение энергии для трансформации материалов или информации. Построенные на современных и наиболее полезных знаниях, они обеспечивают наиболее рациональные практические действия, позволяют добиваться самого

высокого эффекта. Причем технологии подразумевают не только производственный процесс, но и сферы управления, организации труда, формирования организационных структур и т.д. Внедрение инноваций во все области функционирования организаций становится одним из важнейших условий оптимизации и выживаемости.

В настоящее время широкую известность получила **модель технологии Ч.Перро**. Его аргументация соединила в себе методы изготовления продукции, принятия решений в организации и слияния структур. В технологическом процессе им выделяется вертикальная и горизонтальная составляющие. Вертикальная ось показывает, насколько в данном процессе возможно применение аналитических методов решения проблем. Высокая степень аналитичности позволяет разложить его на отдельные операции и составить алгоритм. Горизонтальное измерение отражает индивидуальную и групповую деятельность участников, которая характеризуется, с одной стороны, следованием привычным, старым правилам, а с другой, – созданием новых норм. Модель Перро дает возможность установить, что развитие технологии возможно лишь на основе сосредоточения внимания на сложных, неанализируемых решениях проблемы производства, на обоснованных новаторских отступлениях от привычных, сложившихся методов и правил.

Все элементы организации приводятся в действие посредством **управления** - основного системообразующего элемента систем различной природы, обеспечивающего их целостность посредством сохранения определенной структуры, поддержание режима деятельности, реализации программы и целей деятельности. Оно призвано осуществлять координацию и согласование всех структур системы, мобилизацию имеющихся ресурсов (финансовых, технологических, людских) в направлении реализации программных целей и установок. Управление включает в себя субъект, объект и средства. **Субъект управления** - это совокупность органов и организаций, осуществляющих сознательное воздействие на систему с целью достижения определенных результатов. Управленческий аппарат организации представлен лицами и органами, осуществляющими разработку и реализацию стратегии и тактики поведения организации, обладающей правом отдавать приказания и распоряжения, а также правом контроля за их выполнением. **Средства управления** - это совокупность приемов, правил, методов и технологий, применяемых субъектом в отношении объекта для достижения поставленных целей.

Объектом управления выступают все элементы организации: цели, структура, участники и технологии.

Управленческая деятельность обязательно предполагает формирование оргштатной структуры предприятия. В процессе формирования определяются необходимые подразделения, штатная численность персонала, его квалификация, разрабатываются нормативные требования. Важным показателем при этом является степень заформализованности структуры. Чрезмерно высокая формализация ведет к снижению ее творческого потенциала, росту элементов бюрократизма. Низкий уровень формализации обуславливает падение порядка в организации, ослабление связей между компонентами. Поэтому для руководства важно избрать наиболее рациональный вариант формализации структуры организации в соответствии с выполняемыми ее задачами. Сложной проблемой является регулирование соотношений между формальной и неформальной структурами. Положительным является совпадение направленности интересов на достижение цели как формальной, так и неформальной структуры. Но так бывает далеко не всегда. Нередко неформальные структуры оказывают сопротивление установленным официальным порядкам. Между различными микрогруппами и их лидерами могут возникать конфликты,

создающие нравственно-психологическую напряженность в организациях. Поэтому задачей управления становится сведение до минимума влияния этих неформальных процессов на функционирование всей системы.

Одно из определяющих мест занимает **управление персоналом**. Среди многочисленных функций управления персоналом ведущая роль отводится формированию его мотивации, повышению его заинтересованности в качественном выполнении возложенных на его обязанностей.

Мотивация предполагает разработку и постоянное совершенствование комплекса мер, стимулирующих активность работников. Управление организацией предполагает и **управление технологиями**. Оно заключается в постоянном отслеживании технологических новинок, их своевременном внедрении в жизнедеятельность организации.

Процесс управления являет собой непрерывный цикл принятия и реализации взаимосвязанных решений. Они способствуют разрешению возникших проблем, оптимизации функционирования организации, устранению возникших неопределенностей, снижению рисков. Управление строится на определенных принципах. Впервые они были разработаны **Генри Файолем**. В начале XX века он выделял **пять принципов**: планирование, организация, координация, мотивация и контроль. Хотя они лежат в основе управленческого процесса и по сей день, однако современные организации значительно усложнились, а следовательно, и управление ими значительно усложнилось. Оно стало более динамичным, многофункциональным, более многообразным в структурном отношении. Поэтому и применение этих принципов должно строиться с учетом новых организационных процессов и явлений и обеспечивать реализацию системных целей организации.

2. ОПИСАНИЕ СИСТЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ

Описание сложноорганизованных целостных образований являет собой процесс их познания, фиксации данных о свойствах, признаках, связях, отношениях, зависимостях. В предыдущей юните в кратком изложении уже была показана суть описания системных объектов. В этом разделе более подробно рассмотрим механизм описания целостных процессов и явлений, принципы его осуществления и использования возможностей кибернетики.

2.1. Механизм процесса описания системных объектов

Описание систем является важнейшей задачей системных исследований. Системными объектами при этом могут выступать самые различные целостные образования, существующие в природе, технике, обществе, и их комплексы. Таких систем в мире бесчисленное множество. Описание каждой из них обладает своей спецификой, опирается на собственную исследовательскую базу. Особенность современных достижений общей теории систем и системных исследований состоит в том, что они содержат методологические основы решения этой проблемы и позволяют разработать общие подходы и механизмы к изучению целостных объектов.

Техника и технология описания систем очень сложна и многовариантна. Существуют различные подходы, определяющие механизмы его осуществления. Важным является выбор языка описания, по этому признаку оно делится на **содержательное** и **формальное**. Сами по себе эти два подхода имеют глубокие исторические корни. Согласно Г. Лейбницу истина - понятие аналитическое. Отсюда вытекает, что системы оказываются представленными формальными моделями. В этом случае описание содержит в себе **аксиоматические доказательства**, построенные на основании внутренних

свойств и признаков объекта, без привлечения результатов внешних, эмпирических наблюдений. При таком подходе, во-первых, из поля зрения исследователя исчезают связи данной системы с другими системами; во-вторых, далеко не всегда оказывается возможным описать систему с помощью формализованного языка. Однако это не означает, что отрицается всякая возможность исследования объектов именно таким образом. С формальной точки зрения может быть описано лишь ограниченное число систем. Лучше всего этот метод подходит к изучению хорошо структурированных задач, которые могут быть решены математическими методами.

Иначе строится система познания Дж. Локка. Он исходит из **принципов взаимосогласия, непосредственного наблюдения и эксперимента**. В системе познания Локка доказательства не ограничиваются только формальным описанием процесса или явления. Но этот метод имеет один существенный недостаток. Он заключается в том, что при анализе некоторых систем практическая целесообразность оказывается преобладающей над логической и теоретической стройностью и строгостью.

В более развитом виде предстает система познания И.Канта. Она по существу объединяет подходы Лейбница и Локка. В ней формальное описание находится в единстве с эмпирическим обоснованием. Концепция И.Канта исходит из единства теории и практики. Она хорошо применима для неформализованных задач, при решении которых нельзя достичь полного единодушия и к которым не применим формальный подход.

Современная общая теория систем ориентирована на то, что описание системы возможно лишь на путях современного использования обеих форм познания. Считается, что формальный и содержательный языки дополняют, доопределяют и уточняют изучение систем. Несмотря на существенные отличия этих языков, принципы их построения очень близки. Хотя следует иметь в виду, что их соотношение при описании конкретных систем может быть неодинаковым. Наиболее сложны при формализации целостные образования социального порядка. Поэтому они чаще описываются с помощью содержательного языка.

Описание систем может строиться на **экстроспективном и интроспективном анализе**. Первый имеет своей целью исследование данной системы с внешними, окружающими ее системами, а второй - внутренних параметров. И экстроспективное, и интроспективное описание соединяет в себе формальный и содержательный языки. Отражая различные по характеру связи и зависимости, они дают в своем единстве общую характеристику исследуемого объекта.

Конкретные механизмы системного описания объектов, отображающие методологию познавательного процесса, сводятся к выделению основных этапов (циклов) изучения целостных процессов и явлений, которые дают возможность установить определенные свойства, признаки, состояния и поведение системы. Наряду со многими общими положениями, в подходах к механизмам описания систем имеется и много отличий и неопределенностей. Не сосредотачиваясь на них, отметим лишь нашу точку зрения.

В самом общем виде **механизм описания систем** включает в себя следующие этапы:

- 1) выделение объекта среди других и представление его как системы;
- 2) классификационная характеристика системы;
- 3) определение целей, задач и назначения (функций) системы;
- 4) установление связей системы с другими системами;
- 5) осуществление декомпозиции систем, выделение структурных компонентов;
- 6) исследование поведения системы;

7) изучение состояния системы и направленности ее изменения.

Ответы на вопросы, заложенные в этих этапах, фактически и будут описывать системный объект. Причем в своем единстве это описание будет давать целостный образ объекта. Обратимся к более подробному анализу каждого этапа. Это позволит увидеть и понять механизм системного описания целостных сложноорганизованных процессов и явлений.

Описание системы начинают с **выделения объекта** среди других и представления его как целостного образования. Без этого невозможно изучение сложноорганизованных процессов и явлений, ибо, если этого не сделать, ускользает область исследования. Она становится расплывчатой и неконкретной. Неясным является и то, что необходимо описывать. Выделить систему - это значит очертить ее пограничные контуры, а вместе с этим четко определить предмет изучения. Общество, организм, клетка, предприятие - каждое из этих образований может быть описано как система только в том случае, если оно будет отделено от других объектов.

Установление признаков, выделяющих данную систему среди других, уже само по себе является описанием системы. Оно не просто определяет предметную область исследования, но и характеризует свойства и черты системы. Границы объекта, отделяющие его от окружающей среды, могут быть описаны различным образом. Он может быть выделен по таким признакам, как размер, объем, масса, функциональные свойства, конкретные связи и отношения и т.д. Предположим, что в качестве системы рассматривается город N. Его границы вполне могут быть определены через географические координаты, занимаемую площадь, численность, плотность и состав населения, инфраструктуру, производственную сферу. Отсюда достаточно ясно видно, что, устанавливая границы, мы описываем конкретные свойства исследуемой системы. Разумеется, далеко не всегда легко и просто вычленишь объект. Значительно легче это сделать, когда разграничительные полосы очерчены и могут быть вычислены с помощью известных математических формул, уравнений, а также подчинены статистическим законам. Но не все системы поддаются отграничительному описанию с помощью количественных параметров. Выделение многих из них связано с использованием исключительно качественных или качественно-количественных показателей. Границы при этом приобретают достаточно условный характер. В этих случаях обращаются к применению метода исключения. Смысл его сводится к тому, что шаг за шагом от объекта отсоединяется все то, что не влияет на его целостность. "Отсоединенные элементы" выводятся из объекта и передаются в окружающую его среду.

Представление объектов как систем прежде всего связано с их описанием как находящихся в определенных отношениях множеств. В современной теории систем все чаще прибегают к тому, чтобы выразить системные признаки объекта математически. Приведем для примера лишь один из вариантов математического описания системы, данного американскими учеными Дж.Клиром и М.Валахом. "Пусть система S содержит элементы a_1, a_2, \dots, a_n и пусть a_0 - окружение системы S. Введем множества $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ и $B = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$. Каждый элемент множества B характеризуется некоторым множеством входных величин и некоторым множеством выходных величин. Символ r_{ij} обозначает способ зависимости входных величин элемента j от выходных величин элемента i , который определяется отношениями этих величин. Множество всех $r_{ij} = (i, j = 0, 1, \dots, n)$ обозначим через R. При этих предположениях система определяется утверждением, что каждое множество $S = \{A, R\}$ образует систему"¹.

¹ Klirf, Vallach M. Cybernetic Modelling. N. Y, 1967. P. 78.

Активное внедрение математических методов в практику представления объектов в качестве систем является весьма плодотворным. Во многих случаях оно позволяет обосновать с высокой степенью точности целостные, интегративные свойства объекта, образуемые в результате взаимодействия множеств, составляющих данную систему. Математическое представление систем обеспечивает выверенное и аргументированное доказательство того, что определенным образом организованные и взаимодействующие множества образуют иную качественную определенность, отличную от простой суммы их свойств.

Однако опять же укажем на то, что не все объекты могут быть представлены в качестве систем с помощью формул, комплексов дифференциальных и интегральных уравнений. В большей степени это применимо к различного рода природным и техническим системам. Реже математический подход используется для социальных объектов. При их представлении как систем чаще всего прибегают к логическим умозаключениям, определяющим их автономность и целостность.

Второй пункт механизма описания систем предполагает выяснение, к какому классу, роду, виду принадлежит данный **объект**. Известно, что всякая система является всегда разновидностью систем более высокого порядка. Не секрет также и то, что целостные образования низшего порядка вбирают в себя основные свойства систем более высокого порядка, принадлежащих к данному виду, роду, классу. Например, в природе насчитывается более 50 видов ромашек, каждый из которых имеет немало общего. Одновременно ромашка несет в себе целый ряд черт однолетних трав, к роду которых она принадлежит. В ней также содержатся свойства семейства сложноцветковых, в состав которых она входит. То же самое можно сказать и о человеке. Обладая своей индивидуальностью, он вмещает в себя определенные качества, обусловленные его принадлежностью к конкретной группе, классу, нации. Рассматривая общие, особенные и единичные черты системы через ее принадлежность к системам более высокого порядка, описываются и ее свойства.

Но описываемая система, как правило, сама является системой высшего порядка в отношении других объектов. Она выступает в качестве исходной точки классификации составляющих ее объектов. Яркими примерами этого являются периодическая таблица Д.И.Менделеева, популяции в растительном и животном мире, теория химического строения, согласно которой свойства вещества определяются порядком связей атомов в молекулах и их взаимным влиянием. В данном случае исследуемая система играет роль **системы-классификатора**. Изучение системы как классификатора дает возможность обнаружить и описать **полиморфизм и изоморфизм, симметрию и асимметрию**. Так, если речь идет о кристаллических веществах, то их изоморфизм проявляет себя в равновесном состоянии твердых тел. Оно обусловлено тем, что каждому веществу при определенных внешних условиях (температура, давление) соответствует определенная атомная структура. Полиморфизм обнаруживает себя в изменении этой структуры, возникающих при изменении внешних условий. Кристаллы обладают симметрией атомной структуры, соответствующей ей симметрией внешней формы. Это объясняется тем, что кристалл может быть совмещен сам с собой путем поворотов, отражений, параллельных переносов и других преобразований симметрии, а также комбинацией этих преобразований. Симметрия свойств кристалла обусловлена симметрией его строения.

На третьем этапе описания системы определяют ее **цели, задачи и назначение (функции)**. Среди всего многообразия целостных образований далеко не все имеют цель. В первую очередь это относится к системам

неживой природы. Они не в состоянии задать себе определенную цель. В природе они лишь решают строго обозначенные для них задачи и имеют собственное функциональное предназначение, главным образом связанное с процессом обмена. В какой-то мере исключение составляют искусственные неживые системы. Но и здесь цель задается не системой изнутри, а человеком извне.

Целевой параметр присущ только социальным системам, ибо он связан с сознательными действиями, предвидением состояния системы в будущем. Цель системы - это не просто идеальным образом выраженный результат, но и центральный мотив, побуждающий к деятельности по ее достижению. Она неразрывно взаимосвязана с итогами этой деятельности и может быть рассмотрена как мера ее эффективности. Допустим, что планируемой целью коммерческой операции является получение прибыли в размере, обозначенном "m". Реально же она составила "m'". Отношение планируемой целевой величины к полученной в действительности называется **коэффициентом эффективности реализации цели**. В нашем примере он рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{m}{m'}$$

Если этот коэффициент меньше единицы, то значит цель не достигнута или достигнута неполностью. При его равенстве единице можно утверждать, что цель выполнена, а когда он больше единицы, то справедливо утверждение о ее перевыполнении. Хотя последнее еще не говорит о высокой эффективности системы. Можно превысить целевую установку по производству продукции, но она не найдет сбыта на рынке.

В реальной жизни система может иметь множество целевых установок. Обозначим их через m_1, m_2, \dots, m_n . Соответственно их конечные результаты обозначим как m'_1, m'_2, \dots, m'_n . Тогда суммарный коэффициент эффективности реализации целей будет определяться по формуле:

$$K = \frac{m_1}{m'_1} + \frac{m_2}{m'_2} + \dots + \frac{m_n}{m'_n} = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{m'_i}$$

В такой более усложненной интерпретации выполнение целевых установок будет зависеть от их реализации по каждому целевому параметру. Их анализ будет показывать на причины и обстоятельства эффективного или недостаточно эффективного "срабатывания" системы как в целом, так и по отдельным целевым показателям.

Задачи, решаемые системой, отражают конкретные действия, направленные на достижение цели или целей. Их описание характеризует пути, средства, приемы, с помощью которых можно оптимальным образом добиться планируемого результата. Например, одной из целевых установок предприятия может быть доставка грузов в различные пункты назначения. Ее реализация требует решения соответствующих транспортных задач.

Важным является описание назначения системы. Оно указывает на то, зачем нужна данная система, какую функциональную нагрузку она несет. Свое конкретное предназначение системы получают только тогда, когда вступают во взаимодействие со своими подсистемами или другими системами. Говорят об основной и дополнительных функциях системы. Основное предназначение телевизора - это преобразование сигналов телевещательных программ в изображение и звук. Но современные телевизоры дополнительно дают

возможность для просмотра телетекстов, видеозаписей, съемок, сделанных видеокамерой и т.д.

Четвертым компонентом механизма описания систем является **обнаружение связей** данного целостного образования с другими. Они имеют принципиально важное значение, потому что отображают процессы обмена веществом, энергией и информацией с внешним миром. В ходе этого обмена формируются как жизнеобеспечивающие, так и жизнеразрушающие комплексы системы. Нередко эти связи рассматривают исключительно в одностороннем плане как влияние внешней среды на систему. При этом полагают, что окружающие объекты одновременно и дают жизненную энергию целостному образованию, и способствуют его гибели. С этим нельзя не согласиться. Но нельзя не замечать и то, что всякая система, взаимодействуя со своим окружением, влияет и на него, и на себя. Она оказывает на другие объекты или позитивное, способствующее развитию, воздействие, или негативное, ведущее к его разрушению, влияние, или, в крайнем случае, нейтральное действие. Но при этом система отдает свою энергию, нарушает свой энергетический баланс, расходует свои силы, что постепенно изменяет ее состояние и ведет к старению и распаду.

Поэтому описание внешних связей системы возможно лишь на основе анализа трех форм этих связей, характеризующих:

- 1) влияние окружающих объектов на систему;
- 2) воздействие системы на внешний мир;
- 3) влияние системы на саму себя в процессе взаимодействия со средой.

Большое значение при описании внешних связей имеет выявление сильнодействующих факторов и условий, а также критических точек, ведущих к преобразованию системы в качественно иную определенность. Эти факторы и условия могут быть выражены математическим языком, конкретными величинами. Например, на воду как неживую общественную систему существенное воздействие оказывает температурный режим. При нагревании свыше 100 градусов она закипает и начинает трансформироваться в пар. При охлаждении ниже нуля градусов вода превращается в кристаллическое вещество - лед.

Изучение сильнодействующих факторов и условий представляет значительный интерес и с другой точки зрения. Анализ воздействия внешних объектов на систему позволяет градуировать их на оказывающие благоприятное или неблагоприятное воздействие. Аналогичным образом могут быть выяснены последствия воздействия данной системы на окружающую среду, что особенно важно в экологическом отношении. Не менее актуальным является и выяснение расходования системой собственных ресурсов. Понятно, что те объекты, на которые она воздействует сильнее, отбирают у нее больше энергии, ресурсов, информации. Значение этих факторов и условий чрезвычайно важно не практике. Регулирование и манипулирование ими позволяет одни системы поддерживать в устойчивом состоянии, а другие при необходимости разрушать.

Следующим этапом механизма описания системы является осуществление **декомпозиции** и **структурирования**. Первостепенное значение имеет выяснение внутреннего строения исследуемого процесса или явления. Вначале выделяют и описывают части или подсистемы данной системы. Затем из каждой вычленивают элементы. Тем самым осуществляется описание реестра компонентов, которые образуют конкретную целостность и придают ей строгую и качественную определенность.

После установления внутреннего строения системы важно выяснить роль и функции каждого компонента, образующего систему как целостность. Их описание дает общее представление о том, как из казалось бы выполняющих разнородные и разнорядковые функции элементов складывается единое

целое. Изучение структуры предполагает описание связей и отношений, возникающих между компонентами системы. Здесь также происходит обмен веществом, энергией, информацией. Всякая система имеет источники, вырабатывающие собственную энергию и информацию для своего жизнеобеспечения. Причем расход энергии в конечном счете всегда превышает ее выработку. В этом лежит причина невозможности создания вечного двигателя и постепенного распада и гибели систем. В процессе внутренних и внешних связей и взаимодействий происходит **преобразование системы**, которое может носить результирующий и групповой характер. Под **результатирующим преобразованием** системы подразумевается преобразование, если за преобразованием А следует преобразование В. **Группами преобразований систем** называют такие из них, у которых каждое преобразование, принадлежащее к данному множеству, имеет обратное преобразование, принадлежащее к данному множеству, или у которых произведение двух любых преобразований, принадлежащих к данному множеству, само принадлежит к этому множеству.

Следующим этапом механизма описания системы является исследование ее поведения. Иногда в литературе встречается точка зрения, согласно которой изучение связей и отношений объекта уже и есть описание поведения системы. Однако это не так. **Поведение системы** отражает функционально-динамический способ ее действия. Оно подразумевает любые изменения объекта относительно окружающей среды. Поведение системы не есть простая сумма всех связей и отношений компонентов. Некоторые связи и отношения никак не влияют на поведение системы, они абсолютно нейтральны. Поведение системы является результатом интегрированного действия и взаимодействия составляющих систему частей и элементов, а поэтому обладает собственными законами, свойствами и параметрами.

В предыдущей юните шел достаточно подробный разговор о поведении систем. Напомним, что в широком понимании оно сводится к трансформации входных элементов в выходные элементы посредством преобразования в самой системе первых во вторые. Причем эти преобразования могут протекать и в цепи обратной связи. В этой юните обратимся только к вопросу о том, что поведение системы во многом определяется значением ее энтропии. Рассмотрим эту проблему для кибернетических информационных систем. Известно, что количество информации, передаваемой со входа на выход, записывается следующим выражением:

$$T(x,y) = H(x) + H(y) - H(x,y),$$

где $H(x)$ - количество информации на входе;

$H(y)$ - количество информации на выходе;

$H(x,y)$ - суммарное количество информации на входе и выходе.

Согласно теории информации, когда выходные сигналы не связаны с входными сигналами, пересечение $H(x)$ и $H(y)$ пустое и $T(x,y) = 0$. В другом экспериментальном случае, когда между входными и выходными сигналами установлено полное соответствие, $T(x,y)$ достигает своего наибольшего значения, т.е. количество передаваемой информации достигает максимума. В первом случае энтропия максимальна, а во втором минимальна.

И наконец, завершающим механизмом описания системы является **изучение ее состояния и направленности изменения**. Состояние служит интегральной характеристикой систем. Через него определяются исходные принципы и понятия теории информации и кибернетики. Например, информация связана с устранением неопределенности в состоянии системы и определяется разнообразием ее возможных состояний. Это понятие дает представление о качественных состояниях свойств и отношений объекта, его

изменении. Оно неразрывно связано с поведением системы. Чем лучше состояние системы, тем ближе ее поведение к оптимальному и тем меньше влияние на нее энтропийного эффекта.

Состояние системы неотделимо от ее жизненного цикла. На ранних ступенях его развития она набирает силу и достигает своего расцвета. В этот период способ действия, поведения достигает своего апогея. Затем состояние системы начинает ухудшаться, в нем появляется все больше неопределенностей и, в конечном счете, она или погибает, или существенным образом преобразуется, приобретая другую качественную определенность. Новое техническое устройство (если оно произведено без брака) всегда отличается оптимальностью его функционирования, максимальной соответствия техническим параметрам. Но по мере старения его элементов изменяется и состояние этого устройства. Точно таким же образом протекает жизненный цикл товара. Первоначально спрос на него набирает силу, затем закрепляется на определенной критической точке, после которой он начинает падать. Современный данный товар либо совсем уходит с рынка, либо заменяется на новый, более совершенный, а следовательно, состояние системы характеризует непрерывный процесс изменения качественных параметров и свойств элементов и самой системы.

На основании определения состояния системы делают вывод о необходимости ее улучшения. Как уже отмечалось в первой юните, оно предполагает определение задачи, реального состояния и поведения системы, степени отклонения от установленных стандартов, построение соответствующих гипотез и формулирование выводов. Состояние системы позволяет делать прогнозы о ее поведении. Нередко в этих целях используют методы экстраполяции и интерполяции.

Таким образом, описание систем является важнейшим элементом познавательного процесса. Он может осуществляться как на содержательном, так и на формализованном языке. Механизм описания систем многоэтапен. На каждом из этапов исследуются конкретные стороны, свойства, параметры объекта, но все они диалектически взаимосвязаны и только в своем единстве дают целостное представление о системе.

2.2. Принципы описания систем

Описание систем опирается на ряд принципов. **Принципы описания систем** являются объективными и относительно устойчивыми, в них раскрываются общие подходы к исследованию сложноорганизованных целостных процессов и явлений. В своей совокупности они интегрируют весь познавательный процесс, обеспечивают целостность изучения объекта. В них содержится указание на то, как и что должно изучаться, чтобы полно и всесторонне описать систему. Однако прежде чем перейти к их раскрытию, целесообразно разобраться с самим понятием “принцип”, так как его трактовка в научной литературе весьма многообразна.

В современных источниках часто отождествляют понятия: принцип, закономерность и законы. Действительно они очень близки друг к другу. Но между ними имеется и разграничительная черта. **Законы и закономерности** отражают сущность или отношения между сущностями, действующими в системе. Они в обобщенном виде констатируют результат разнообразных связей, имеющих место в природе и обществе, вскрывают и описывают причинно-следственные параметры и механизмы функционирования и развития процессов и явлений. Но они не дают ответа на вопрос, как нужно учитывать эти законы и закономерности в практической деятельности. Это уже является **задачей принципов**. Они выступают не просто в виде

осознанных человеком законов, а в качестве построенных на них подходов к решению конкретных практических задач. Принципы являются одной из ступеней реализации действующих закономерностей. Законы и закономерности более теоретичны, чем принципы, дальше стоят от практики учета собственного использования в жизни. Поэтому отождествление этих понятий вряд ли является оправданным. Принципы, базируясь на законах и закономерностях, выступают в качестве руководящих, основополагающих идей в практической деятельности.

В современной науке имеют место и попытки свести понятие принцип к правилу. В общепринятом смысле **правило** определяют как то, что должно быть сделано в специфической, единичной ситуации. Оно характеризует методы, на которые опираются в практике. Принципы же составляют наиболее обобщенные, а не конкретные, единичные подходы к решению практических задач.

Вышеизложенное позволяет сформулировать определение понятия **принцип** как обобщенное, основополагающее требование, базирующееся на объективных законах и закономерностях, предъявляемое к субъекту практической деятельности, которым он должен руководствоваться для оптимального достижения цели.

Принципы описания систем имеют три особенности:

- во-первых, как и любые принципы теории они имеют объективно-субъективный характер. Они объективны по своему источнику и происхождению. Эти принципы существуют не по воле человека, а независимо от него. Люди не придумывают их, а лишь отыскивают в окружающей действительности. В то же время принципы субъективны в своем применении. Человек использует их в собственной интерпретации, исходя из своих целей, эта двуединость накладывает серьезный отпечаток на познание и описание системных объектов;
- во-вторых, при описании систем речь идет не о принципах вообще, а только о тех из них, которые могут быть применены для познания целостных объектов, способны обеспечить интегративность знания;
- в-третьих, эти принципы относятся к особой сфере человеческой деятельности, а именно к познавательному процессу. Они служат своеобразным руководством к тому, как должен быть построен процесс описания сложноорганизованных объектов.

Принципы описания систем разделяют на содержательные и формальные. Оба типа принципов диалектически взаимосвязаны, поскольку формальный аппарат активно используется для решения содержательных задач. Но при этом содержательные принципы более устойчивы и стабильны в сравнении с формальными. Последние часто изменяются, уточняются в связи с тем, что почти всегда имеется несколько способов описания одних и тех же процессов и явлений.

Наиболее устойчивыми являются **методологические принципы описания систем**. Они применяются к описанию любого сложноорганизованного целостного объекта. Эти принципы отражают самые общие, но и наиболее существенные свойства, параметры и черты системы. В отличие от формально-логических, способных лишь интерпретировать знания, они позволяют раскрывать содержательную сторону объекта. Методологические принципы универсальны. Их используют для описания самых различных системных образований. Каждый из них, будучи применен к конкретному объекту, дает возможность выяснить его особенности, те или иные грани, характерные для него. Именно методологические принципы описания систем и будут рассмотрены ниже. К числу основных из них относятся следующие принципы:

- междисциплинарного подхода к описанию систем;
- структурно-функционального и динамического единства;
- многоуровневости изучения систем;
- казуальности;
- согласованности;
- последовательного разрешения определенностей;
- информационного единства.

Принцип междисциплинарного подхода вытекает из сути системного подхода и указывает на полипредметность описания целостных процессов и явлений. Всякая система сложна и многофункциональна. Ее внутренние и внешние связи, отношения, взаимодействия могут одновременно характеризоваться протеканием социальных, механических, химических, биологических и других процессов. Описать такую систему через содержательные и формальные знания одной научной дисциплины не представляется возможным. Тем более эта задача становится нереальной в связи с необходимостью сведения воедино всех информационных потоков о данном объекте, создания общей конструкции, отражающей целостное состояние исследуемого явления в его интегративном виде.

Смысл принципа междисциплинарного подхода состоит в том, что описание всякой системы осуществляется на базе знаний из различных научных дисциплин. В нем оказываются совмещенными процесс дифференциации и интеграции знаний. Дифференциация проявляется в том, что для анализа тех или иных сторон, свойств, качеств системы, образующих ее целостные характеристики, активно используются принципы, методы, приемы, средства конкретной научной дисциплины, с помощью которых они могут быть познаны. Выбор этих дисциплин обусловлен характером и содержанием предмета исследования, принадлежностью к типу систем. Например, описание атома требует привлечения знаний из областей химии, физики, математики, квантовой теории и т.д. Чем выше порядок описываемой системы, тем больше дисциплин оказываются задействованными в этом процессе. Полученные с помощью каждой из дисциплин результаты дают разрозненные сведения о системном объекте. Они отражают его особенности с точки зрения каждой из примененных отраслей научного знания.

Процесс интеграции заключается в том, что на основе соединения всей имеющейся об изучаемом процессе или явлении информации создается целостная научная картина. Обобщая дифференцированные знания, получают интегративный образ системы. Эти обобщения могут достигать различных уровней. Самым высоким из них является философский. Он характеризует всеобщие целостные свойства объектов. Схематически реализация этого принципа изображена на рис. 2.

Из приведенной схемы наглядно видно, что процесс реализации принципа междисциплинарного описания систем уже сам по себе системен. Его вход образуют знания из конкретных научных дисциплин, которые применяются для исследования объекта. Они выступают в виде каких-либо методов, принципов, аксиом, постулатов, теорем, математических формул и т.д. С их помощью изучаются связи, отношения, зависимости данной системы. На выходе получают новые знания, характеризующие свойства исследуемого объекта. В обобщенном виде они определяют его как целостность. Таким образом, дифференцированные знания из различных областей науки дают интегрирующий результат, характеризуя новую качественную определенность.

Важным принципом описания систем является **принцип структурно-функционального и динамического единства**. Он требует исследования объектов во всем их богатстве и многообразии. Однако в некоторых работах познание системных процессов и явлений вольно или невольно сводится к

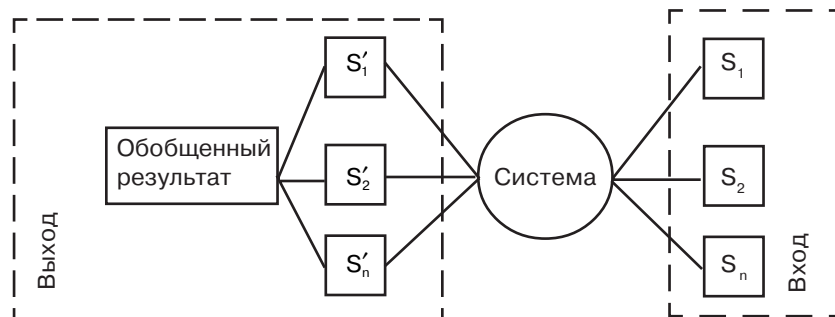


Рис. 2. Схема реализации принципа междисциплинарного описания системы:

S_1, S_2, \dots, S_n - знаки, применяемые для исследования системы в конкретных научных дисциплинах;

S'_1, S'_2, \dots, S'_n - результирующие знания о системе.

анализу структуры и функций. При этом необоснованно упускается из поля зрения изучение динамического состояния системы, ее развитие. Корни данной методологической установки произрастают из теорий структурализма и функционализма. Первая из них возникла в 20-х годах нашего века. Структурализм получил свое обоснование в трудах К. Леви-Стросса, М. Лакана, М. Фуко и других ученых. Его смысл сводится к тому, что описание системного объекта всецело ограничивается анализом его структуры.

Идеи функционализма разрабатывались в трудах Б.К. Малиновского, Р.К. Мертона, Т. Парсонса. Их суть состояла в расчленении целостного объекта на части, с последующим изучением их функциональной принадлежности. Линия на исследование только структуры и функций систем сохранилась и по сей день. В какой-то мере это объяснимо, если учесть, что системный анализ проще применять там, где существует некое равновесие, а факты приобретают более или менее завершённые очертания и сводятся к количественным показателям, поддающимся измерению статистическим и математическим методам.

Однако, при таком подходе система описывается как бы в своем равновесии, в неподвижном состоянии. Из поля зрения при этом выпадают источники измерения и движения объекта. За кадром оказываются многие свойства и параметры системы, характеризующие процессы ее развития, приспособляемости к внешней среде, видоизменяемости в пространстве и времени и другие. Данный принцип обязывает к описанию законов структуры, функционирования и развития в их единстве. Эти законы объясняют процесс образования системы, раскрывают характер и содержание ее поведения, источники изменения ее состояния. Последовательность описания целостного объекта по этим параметрам, как правило, выражена в цепочке: структура - функции - динамика. В некоторых случаях описание системы начинают с описания ее функций.

Описание систем предполагает применение и такого принципа, как **принцип многоуровневости**. Этот принцип имеет своей целью изучение системы и как определенной целостности, и как образования, включенного в более сложную систему. Его использование позволяет исследовать общие, особенные и единичные черты объекта. Число уровней свидетельствует о глубине проникновения в сущностные свойства системы. Остановимся для

примера на трехуровневой структуре описания целостных сложноорганизованных процессов и явлений.

На первом уровне изучаемая система рассматривается как относительно самостоятельное явление, но входящее в более крупную систему. Например, Земля, являя собой крупную и сложноорганизованную систему, сама может быть рассмотрена как часть еще большей Солнечной системы. На этом уровне описывают роль и место, которое занимает исследуемый объект в рамках главной системы. Немаловажное значение имеет использование взаимных влияний и воздействий, возникающих между изучаемой системой и системой, в которую она входит.

На втором уровне описываются внешние, явно выраженные признаки и свойства системы, присущие ей как определенной целостности. Здесь рассматриваются те особые качества конкретного процесса и явления, которые выделяют его среди других, делают его отличным от них, указывают на его своеобразие. Взяв к примеру автомобиль “Москвич”. Он отличен от других марок автомобилей по многим показателям: форме, габаритам, оформлению салона и т.д.

На третьем уровне выясняются внутренние характеристики и параметры системы. Он требует тщательного и подробного описания многочисленных связей, отношений, зависимостей, имеющих место в пределах границ самой исследуемой системы. В том же автомобиле изучению подлежит характер и содержание связей между различными частями двигателя, приводящими его в движение.

При многоуровневом описании системы каждый из уровней может быть в свою очередь разбит на множество подуровней или ступеней. Количество этих ступеней отражает глубину проникновения в сущность исследуемого процесса или явления на каждом из уровней. Описание Земли как части Солнечной системы может осуществляться на различных подуровнях. Первой ступенью может быть изучение влияния на нее Солнечной системы в целом, второй - воздействие на нее Солнца как главного элемента Солнечной системы, третьей - связи с другими планетами Солнечной системы.

Одним из основных принципов описания систем является **принцип казуальности**. Этот принцип обязывает к глубокому изучению исследования причин и условий функционирования того или иного сложноорганизованного объекта, причинно-следственных связей и отношений и самих последствий, вызванных действием причин. Это позволяет выяснить реальное состояние системы и его источники на данный момент времени, подсказать его изменения, т.е. сделать прогнозные оценки развития объекта.

Под причиной понимается явление, действие которого вызывает или влечет за собой другое явление, называемое следствием. В этом смысле всякая система есть следствие, обусловленное действием внутренних и внешних причин. Они объясняют процесс ее образования, функционирования, поведения, видоизменения. Между причиной и следствием лежит процесс, называемый **причинением**. Он означает переход от причины к следствию. В ходе него осуществляется воспроизведение, отображение причины в структуре следствия. На этой основе осуществляется описание всех видов создания, восприятия, хранения, переработки и использования информации в технических устройствах и живых организмах. Неизбежность переноса свойств системы от причины к следствию ведет к тому, что уже сам факт порождения следствия определенным образом изменяет причину. Результатом этого явления становится образование системы с обратной связью и самоорганизующейся системы.

При описании систем важным является их следствие вместе с условиями, в которых они действуют. Дело в том, что причины вызывают одинаковые

следствия только в одинаковых условиях. Одни и те же причины, но при различных условиях, способны порождать совершенно различные системные образования. Предсказать возможные варианты изменений условий далеко не всегда просто. Поэтому описание возможных следствий изменения системы под действием одних и тех же причин часто носит вероятностный характер. Кроме того, нередко последствия (в силу крайней сложности определить заранее условия) приобретают стохастический прогнозный вид, тогда составляется сразу несколько их вариантов. Последнее особенно актуально для социальных систем.

К принципу казуальности очень близко примыкает **принцип последовательного разрешения неопределенностей** - принцип, применяемый для построения социально-экономических моделей систем, исходящий из того, что в каждый определенный момент времени человек может решить проблему ограниченной сложности, требующей учитывать одновременно только ограниченное число фактов и условий. Эти неопределенности возникают при решении различных системных задач. Их наличие в значительной мере затрудняет предсказание и прогнозирование изменений состояния объекта, а также принятие правильных управленческих решений. Они лежат в основе разнообразных коммерческих и предпринимательских рисков. Неопределенности объясняются тем, что изменчивость систем очень сложно предсказать. Поэтому зачастую она ведет себя как системная случайность. Появление неопределенностей вызвано недостатком знаний и информации о системе. Этот недостаток порождает неопределенности и неоднозначности. В квантовой механике определение состояния квантовой системы включает в себя неоднозначность ряда характеристик, поэтому определение ее будущих состояний содержит ряд неопределенностей. Связь с принципом казуальности здесь состоит в том, что отсутствие полной информации о причинах и условиях порождает много неясностей в обусловленных ими последствиях.

Ярким примером неопределенности является конфликт. В любом из конфликтов неопределенность возникает в силу того, что каждый участник конфликта, выбирая способ действия, должен учитывать намерения противника. Описание конфликта как системы с неопределенностью обычно строится на теории игр, исходя из принципа минимакса: каждый игрок действует так, чтобы гарантировать себе максимальный выигрыш в наихудшей для него ситуации. Проблема свободы выбора не столько решена тут, сколько обойдена. Инвариантом является результат применения данного принципа, имеющего решение игры. Идеальные игроки и образуют единую систему.

В связи с наличием различного рода неопределенностей справедливо возникает необходимость при их описании последовательного разрешения этих неопределенностей. Достигается это различными путями и методами. Часто это делается с помощью неопределенных уравнений. Это уравнения, которые содержат более одного неизвестного. Иногда они могут содержать большее число неизвестных, чем число уравнений (диофантовы уравнения). Для примера можно указать, что соотношение неопределенностей энергии E и времени t имеет вид:

$$\Delta E \Delta t \sim h,$$

где h - постоянная Планка.

Описание системы обязательно опирается и на **принцип информационного единства**. Он устанавливает соотношения между языками различных уровней, используемых для описания исследуемой системы, и между моделями этой системы. Эти соотношения могут быть сформулированы следующим образом:

- языки всех уровней системы являются производными от базового языка. Это означает, что ни на одном уровне описания системы не может быть использовано какое-либо понятие, которому не предшествовал бы набор или хотя бы одно понятие на нижнем уровне, т.е. должна существовать определенная последовательность преобразования понятий снизу вверх;

- должно существовать однозначное отображение описания состояния и функционирования системы с нижнего уровня на верхний, т.е. каждому набору количественных значений параметров системы на каком-либо уровне должно соответствовать единственное значение этого описания на более высоком уровне;

- каждому значению параметров состояния системы на высшем уровне должен соответствовать набор значений параметров состояния на более низких уровнях, т.е. отображение сверху вниз неоднозначно.

Три перечисленных свойства чрезвычайно важны для понимания взаимоотношений между описаниями системы на различных уровнях обобщения. Языки низшего, базового уровня, на которых описывается деятельность элементов системы с учетом их внутреннего строения, не имеют в своем составе понятий, характеризующих целостные свойства системы. Эти понятия появляются только на определенном уровне обобщения понятий базового языка.

Таким образом, принципы описания систем являются наиболее общими требованиями, которыми необходимо руководствоваться при изучении целостных сложноорганизованных объектов. В зависимости от конкретно изучаемой системы они опираются на широкий круг знаний из различных научных дисциплин и разнообразные методы. Сегодня для описания систем активно применяются вычислительные машины. Целесообразность использования компьютера обусловлена тем, что он сегодня становится установкой, на которой можно воспроизводить реальные процессы, протекающие в системах. Пользователь имеет возможность проводить на ней эксперименты, проигрывать возможные варианты изменения системы.

2.3. Кибернетика и ее роль в описании систем

Высокоорганизованные целостные системы - живые организмы, системы социального порядка, автоматизированные технические средства - суть самоорганизующиеся, самоуправляемые системы. А это значит, что в рамках этих систем функционируют специальные механизмы, системы управления, органы, институты, осуществляющие интеграцию компонентов системы, их взаимодействие друг с другом и с внешней средой, обеспечивающие их функциональное единство, движение к заданному состоянию, определенной цели. На современном этапе наиболее эффективные возможности описания таких сложных динамических систем выработаны кибернетикой.

Кибернетика - это наука об управлении, изучении общих законов получения, хранения, передачи и переработки информации. Раскрытие общих закономерностей управления имеет большое значение для понимания процессов самоорганизации и саморегуляции в автоматизированных, биологических и социальных системах. Они показывают на то, как данная система строится, организуя свои связи и отношения, защищаясь от самопроизвольного возрастания энтропии. Кибернетикой устанавливается целесообразность системы, ее целенаправленный характер. Она описывает наиболее оптимальный путь движения системы к намеченной цели.

Кибернетика описывает не все системы. Она способна сделать это лишь с определенным классом целостных образований. **Предмет кибернетики** - это кибернетические системы, представленные автоматизированными регуля-

торами техники, ЭВМ, человеческим мозгом, биологическими популяциями, обществом. Хотя ими не охватываются все явления и процессы, существующие в мире, однако они представлены наиболее сложными и динамично развивающимися целостными объектами.

Современная кибернетика состоит из ряда разделов, представляющих собой самостоятельные научные направления. Ее теоретическое ядро представлено теорией информации, теорией алгоритмов, теорией автоматов, исследованием операций, теорией распознавания образов. Кибернетика разрабатывает общие принципы создания систем управления и систем для автоматизации умственного труда. Основными техническими средствами для решения ее задач являются ЭВМ. Возникновение кибернетики как науки связывают с созданием этих машин, а ее развитие – с прогрессом электронно-вычислительной техники.

Центральной категорией кибернетики является **информация**. Действующий объект поглощает ее из внешней среды и использует для правильного выбора поведения. Информация является источником жизни и поддержания порядка в системе. Она выступает в качестве средства борьбы с хаосом и устранением энтропии. Информация никогда не создается, она только передается и принимается, но при этом может утрачиваться и исчезать. На ее основе осуществляется описание сложных динамических систем. Для этого первоначально осуществляют **информационный поиск**. Он заключается в выборе из множества документов и текстов именно тех, которые нужны потребителю. На базе имеющейся информации формируются **информационно-поисковые системы**, включающие совокупность средств для хранения, поиска и выдачи по запросам нужной информации. Отраслью науки, изучающей структуру и общие свойства научной информации, а также вопросы, связанные с ее сбором, хранением, поиском, переработкой, преобразованием и распространением, является **информатика**.

В кибернетике системы описываются с помощью **информационного языка**. Он представляет собой искусственный язык, используемый в информационно-поисковых и информационно-логических системах с целью описания семантической информации, фактов и сведений. Например, различные языки используются для обработки собранных сведений в электронно-вычислительной технике.

При кибернетическом описании систем информация представляется в виде сообщений, а сообщения – в виде сигналов. За **единицу количества информации** применяется количество информации, передаваемое при одном выборе между равновероятными альтернативами. При информационном описании систем всегда существует распределение вероятностей на множестве сигналов, которые можно использовать для передачи сообщений. Каждый сигнал может содержаться в сообщении с определенной вероятностью, которая зависит от структуры используемого языка. Определим необходимые понятия для i -го сигнала с вероятностью быть переданным P_i .

1. Количество информации в i -м сигнале равно

$$H_i = -\log_2 P_i, \text{ бит.}$$

Здесь H_i представляет собой меру неопределенности того, что передается i -ым сигналом.

2. Ожидаемое количество информации в сообщении выражается следующим образом:

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i, \text{ бит.}$$

Данная мера есть сумма, каждое слагаемое которой является произведением количества информации, содержащейся в сигнале, и вероятности присутствия последнего в сообщении. Так как каждый сигнал взвешен исходя из вероятности его присутствия в сообщении, то в результате получаем “ожидаемую” или среднюю меру неопределенности сообщения в целом.

Известно, что система действует как регулятор, выбирая из множества возможных выходных сигналов тот, который наилучшим образом совместим с целью системы. Поэтому на основании приведенных выше формул могут быть рассчитаны и избраны наиболее оптимальные варианты функционирования системы. Предположим, что имеется восемь различных вариантов. Предстоит найти лучший из них. Начнем процесс выбора этого единственного варианта с разделения множества, содержащего восемь вариантов, на два непересекающихся множества по четыре варианта в каждом. Это уменьшит меру неопределенности ситуации с величины H_4 до величины H_3 , т.е. на 1 бит:

$$H_4 = -\log_2 1/8 = 3 \text{ бит}$$

$$H_3 = -\log_2 1/4 = 2 \text{ бит.}$$

Продолжим процесс выбора, переходя от множества, содержащего четыре варианта, к множеству, содержащему два варианта. При этом мера неопределенности ситуации уменьшается с величины H_3 до величины H_2 :

$$H_2 = -\log_2 1/2 = 1 \text{ бит.}$$

Процесс выбора будет окончен, когда будет достигнута полная определенность и сделан выбор между оставшимися двумя вариантами. В результате реализации процесса выбора можно прийти к ситуации с единственным возможным вариантом, т.е. к полной определенности. При этом мера неопределенности оказывается уменьшенной на 3 бита, иначе говоря, было получено 3 бита информации. Это означает, что сообщение, несущее 3 бита информации, уменьшило бы число степеней свободы до нуля. Ожидаемое количество информации было бы выражено величиной

$$-\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i = -\sum_{i=1}^n \frac{1}{2^n} \log_2 \frac{1}{2^n} = -\sum_{i=1}^n \frac{1}{2^n} \cdot (-n) = \sum_{i=1}^n \frac{n}{2^n} = n \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{2^n} = n \cdot 1 = n.$$

Здесь величина H характеризует степень неопределенности, степень разнообразия или количество энтропии, имеющейся в рассматриваемой ситуации. Эту величину можно интерпретировать и как количество информации, которое требуется для выбора единственно верного в данном случае варианта.

Кибернетическое описание систем основывается на подобию процессов управления и связи в машинах, живых организмах и обществе. В этом смысле весьма интересным и полезным является ознакомление с описанием кибернетической модели управления организационными и некоторыми другими системами, созданной Биром на основе изучения физиологии мозга. Принципы работы мозга и нервной системы оказалось возможным перенести и на другие системы. По Биру мозг является общесистемной моделью, т.е. иерархией систем, компоненты которых обнаруживают общность структуры и свойств. Такая общность позволяет переходить от системы к системе и от одного уровня иерархии к другому. Такие изоморфизмы не устраняют возможности проявления каждым уровнем иерархии своих индивидуальных свойств. Однако они позволяют создавать системы, подобные мозгу, выполняющие его функции.

При исследовании мозга Бир обращает внимание на те его характеристики, которые могут быть использованы для описания кибернетических управляемых систем. Остановимся на следующих из них:

- 1) дуальные оси управления и иерархии управления;
- 2) контуры обратной связи, антагонистические органы управления и параллельные схемы;
- 3) мозг как вычислительная машина;
- 4) местоположение “главного коммутатора”;
- 5) метасистема и метаязык;
- 6) алгоритмы и эвристики;
- 7) разнообразие и саморегулирование.

Бир установил **подобие между двумя осями функционирования нервной системы и управления**. Вертикальная ось управления нервной системой объединяет в единое целое функции всех ступеней управления (спинно-мозговой уровень позвоночника, непосредственно спинной мозг, средний и промежуточный мозг и т.д.), создавая их органический баланс. Горизонтальная ось позволяет системе на каждой ступени функционировать автономно и осуществлять управление избирательно по соответствующим уровням. Эти принципы описания мозга им были перенесены на кибернетическую модель управления организациями. Для этого им вводится понятие дуальных осей управления. В этом случае горизонтальная ось позволяет каждому функциональному подразделению действовать автономно, без поступления информации к руководству фирмы. Вертикальная ось лишь передает дальше часть общей информации, требуемой для поддержания внутреннего равновесия, описания стратегий фирмы.

При описании кибернетической модели Бир приходит к установлению сходства между физиологией человека и управлением организациями, заключающегося в наличии:

- 1) контуров обратной связи, которые играют важную роль в процессах организации, регулирования и иерархического управления;
- 2) самостоятельных антагонистических органов управления, которые стремятся нейтрализовать действия друг друга. Так, в организме человека дыхание и сердечная деятельность регулируются двумя спаренными тенденциями. Одна стимулирует функции организма, другая препятствует этому процессу. Этим достигается баланс между стимулирующими и противодействующими факторами;
- 3) параллельных схем, подтверждением чему может служить функционирование симпатической и парасимпатической систем.

Эти сходства указывают на значение уравниваемости и баланс факторов, а также на важность учета всех сторон явления, что дает возможность диалектического подхода к перспективному планированию, проходя фазы тезиса, антитезиса, синтеза.

По Бире легче представить себе мозг как вычислительную машину, чем вычислительную машину как некоторый тип мозга. Тем самым он как бы подчеркивает различия между ними, причем различия принципиального свойства, отмечая, что вычислительная машина по сути дела может быть рассмотрена лишь как копия, своеобразный аналог человеческого мозга. В более обобщенном виде смысл его идеи сводится к тому, что искусственные системы управления организациями можно выводить из живой модели, которая служит их прототипом.

Бир обратил внимание на то, что кора головного мозга как “главный коммутатор” непосредственно не сообщается с окружающей человека средой. Она является элементом физиологической системы. Отсюда он делает вывод о том, что и “главный коммутатор” управления организациями по аналогии

находится внутри самой системы. Он выполняет функцию связующего механизма между волевым и автономным управлением.

Для понимания логики системы и для управления ею Биром вводятся понятия метасистемы и метаязыка. Он исходит из того, что для руководства необходимы язык и система более высокого логического уровня, чем управляемая система. Обоснованность данного замечания следует, например, из того факта, что две одинаково сильные стороны или стороны одного правового статуса обычно не могут разрешить возникший спор. Им нужен арбитр, способный оценить предмет спора с более высокого уровня и примирить оппонентов.

Биром анализируются и такие понятия, как **алгоритмы** и **эвристика**. **Алгоритмы** включают в себя поиск известной цели по определенным правилам, тогда как **эвристика** предполагает использование лишь правил общего характера для поиска неопределенной заранее цели. Различие, существующее между механическими и живыми системами, можно оттенить именно путем сравнения алгоритмической и эвристической моделей управления. Алгоритмы отражают схемы механических структур, но следует обратиться за помощью к эвристикам при описании свойств высокоорганизованных систем и процессов, таких как обучение, эволюция и т.д. Еще более совершенным описанием стратегии поведения систем будет тогда, когда будут предусмотрены алгоритмические средства формирования эвристик.

Значительное внимание Бир уделяет развитию и саморегулированию. Практические аспекты кибернетики руководства состоят в распутывании нитей разнообразия. Торможение процесса увеличения разнообразия есть акт управления. В то же время организм человека точно так же, как и организация, обладает способностью к самосохранению, самоорганизации, т.е. к саморегулированию. Сочетание всех этих свойств, присущих и человеку, и организации, позволяет им выжить.

Следовательно, кибернетика базируется во многом на формализации и установлении сходства и подобия процессов, протекающих в системах различных типов. Установление изоморфизмов для социальных и биологических целостных объектов является ее важной особенностью. Однако выявление сходства и подобия разнородных системных образований должно носить не механический, а диалектический характер и учитывать специфику конкретных объектов. В противном случае поиск и нахождение изоморфизмов будет сведен к простому дедукционизму. **Специфика кибернетического описания систем** состоит и в том, что она раскрывает главным образом формально-логическую, структурную сторону информации, дает ее статистическую интерпретацию. В этом и сила, и слабость кибернетики. Сила потому, что только установление количества и меры информации позволяет организовать оптимальное хранение, преобразование и передачу информации. Слабость потому, что руководство сложнейшими системами социального порядка требует знаний не только количественных, но и качественных характеристик информации, ее смысла, содержания и значения.

В настоящее время кибернетическое описание систем все более дополняется методами **синергетики**. Сегодня ее рассматривают как новую попытку ученых описать, объяснить, распознать, а возможно даже и предсказать поведение саморазвивающихся систем вообще и живых систем в частности. Синергетика, по мнению некоторых системологов, строит новую метанауку о сложных системах. Она пытается обнаружить общие основания и закономерности в процессах эволюции сложных динамических систем различной природы. Эта наука стремится к описанию систем и через образ, и через число, т.е. соединить качественный и количественный анализ. В результате метаболического моделирования, вычислительного эксперимента,

Современный Гуманитарный Университет

компьютерной графики открываются возможности нового синтеза, а именно синтеза видео-, аудио- и текстуальных средств передачи научной информации. Синергетика создает возможности для нелинейного синтеза:

1) наличие различных способов объединения структур в одну сложную структуру;

2) обеспечение правильной типологии, “конфигурация” объединения простого в сложное;

3) возможность объединения разных темпов в структуру, т.е. объединение структур, развивающихся в разном темпе и имеющих разную скорость развития, в целостные образования.

Итак, кибернетика раскрывает наиболее общие законы и закономерности, присущие самоорганизующимся, саморегулируемым системам. Она позволяет описывать самые различные их стороны с позиций передачи, хранения, переработки и распространения информации. Эта научная дисциплина обеспечивает выработку оптимальных управленческих решений, способствует снижению энтропийного эффекта. Но применяемые ею методы количественного описания системы должны быть дополнены методами качественного описания исследуемого объекта.

3. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ

Важнейшим инструментом познания сложноорганизованных объектов выступает системное моделирование и проектирование. Оно позволяет описать и объединить многие существенные свойства и параметры целостных образований. Знание методов моделирования и проектирования систем необходимо любому человеку, которому приходится сталкиваться с решением сложных задач планирования, принятия решений, создания новых технических устройств и т.д. Исходя из этого данный раздел посвящен основам моделирования и проектирования систем.

3.1. Моделирование систем

Высшим идеалом научного познания является стремление отобразить объекты действительности такими, какие они есть на самом деле, т.е. тождественными, полностью идентифицированными. Стремление к решению этой задачи подвело человечество к моделированию. Строго говоря моделирование, как средство познания, применяется с древнейших времен. Оно имеет солидную традицию в развитии человеческой культуры. В течение столетий модели использовались в архитектуре, скульптуре, отчасти в технике. **Модель** - это мысленный или условный образ какого-либо объекта, процесса или явления, используемый в качестве его “заместителя”. Модели создавались задолго до теоретического осмысления самого метода моделирования. В геометрии с этим методом сталкивались при установлении подобия всех треугольников с равными углами.

Первые формы теоретического осмысления моделирования разрабатывались в классической физике XVII-XVIII веков. Развитие научных основ главных направлений моделирования - технико-экспериментальной и теоретической - в естествознании нового времени связано с именем Ньютона. Он показал, что возможно распространение результатов опыта по сопротивлению тел, движущихся в жидкой среде, на различные другие случаи. Проблемы моделирования получили дальнейшее развитие в трудах многих крупных ученых XIX и особенно XX века. Значительное влияние на развитие этого метода оказало открытие закона сохранения и превращения энергии, основу которого составляет идея общности, единства природных сил. Большая лепта внесена

создателем классической теории поля Максвеллом. Он уделял огромное внимание построению наглядных механических моделей электромагнитных явлений, используя с этой целью механическую модель эфира, аналога некоторой несжимаемой жидкости.

В течение длительного периода времени под моделью подразумевали только мысленный образ объекта. Считалось, что она не может быть отождествлена с уравнением или системой уравнения. Теория кибернетики и информации в корне изменила взгляд на понятие модели. Оно теперь во многих случаях ассоциируется и отождествляется с системой уравнений. В предложенном выше определении эта мысль заложена во фразе “условный образ объекта”, который и может быть отображен в уравнениях.

Моделирование представляет собой процесс построения и изучения моделей реально существующих органических и неорганических систем. В ходе него осуществляется оперирование объектом, который исследуется не сам, а рассматривается некоторая промежуточная вспомогательная (естественная или искусственная) система, которая:

- а) находится в определенном объективном соответствии с изучаемым объектом;
 - б) способна в процессе познания на известных этапах замещать исследуемый объект;
 - в) способна давать информацию об интересующем явлении;
 - г) в необходимой степени тождественна познаваемому объекту.
- Отсюда вытекают четыре основных черты модели:
- 1) соответствие моделируемому процессу или явлению;
 - 2) способность замещать исследуемый объект;
 - 3) способность давать информацию об объекте, которая может быть верифицирована, т.е. проверена опытным путем;
 - 4) наличие четких правил перехода от модельной информации к информации о самом моделируемом объекте.

Метод моделирования применяется особенно эффективно в тех случаях, когда мы не располагаем достаточно строгими теориями. Он наиболее продуктивен, когда нет полной и точной системы законов о поведении объекта. В этом случае познание идет по пути построения модели, способной с той или иной степенью точности имитировать этот объект. Необходимо подчеркнуть приближенность подхода ко всем задачам, решаемым с помощью моделирования. Это объективно обусловлено тем, что ни один имитатор не в состоянии с абсолютной точностью воспроизвести реальный объект.

Моделирование объектов строится на принципе подобия. Оно указывает на ту или иную степень сходства, точности повторения свойств, параметров, величин изучаемого объекта с реальным. Степень подобия может быть различна. Выделяют следующие виды подобия.

Полное подобие означает совпадение основных параметров системы - оригинала и модели. Различия касаются лишь незначительных характеристик, которыми можно пренебречь. Совпадающие параметры имеют существенное значение для функционирования системы. Можно считать, что один синхронный генератор имеет полное подобие другому синхронному генератору. Познавательное значение таких моделей невелико и собственно моделью ее можно назвать весьма условно.

Неполное подобие - это отражение моделью лишь некоторых параметров системы-оригинала, при совпадении конечного функционирования системы-оригинала и теоретического вывода. Такое моделирование может осуществляться, например, только во времени или только в пространстве. В этом случае допускаются искажения, но они не должны влиять на изучаемые свойства системного объекта.

Приближенное подобие - это подобие, при котором упрощение модели по отношению к системе-оригиналу достаточно велико, но частные теоретические выводы, диктуемые моделью, соответствуют столь же частным характеристикам системы-оригинала. Оно связано с некоторыми упрощающими допущениями, приводящими к искажениям, которые заблаговременно количественно оцениваются на основании аналитических или экспериментальных исследований. Примером приближенного подобия является подобие генераторов на базе упрощенных уравнений. Иногда для получения более точного и обстоятельного знания о системе-оригинале прибегают к разработке группы моделей, каждая из которых отражает определенные параметры системы-оригинала.

Математическое (кибернетическое) подобие - это чисто структурное подобие, когда в модели отражаются характеристики системы-оригинала, которые можно выразить количественно. Оно строится на уравнениях и их решении.

Математическое моделирование - это не только преобразование одного уравнения в другое, но и определенная операция, обосновывающая физическое подобие. В самом деле, если дифференциальное уравнение, описывающее процесс (А), удалось преобразовать в уравнение, описывающее процесс (В), установив функциональные связи параметров этих процессов, то (А) и (В) можно рассматривать уже как подобные процессы. Условия подобия легко находятся для систем нелинейных, а также подчиняющихся статистическим и стохастическим закономерностям.

Модель всегда предполагает отвлечение, абстрагирование от большего или меньшего числа параметров системы-оригинала. Она представляет собой упрощенное, определенным образом схематизированное отражение последней. Это упрощение может выражаться в значительном сокращении в модели компонентов оригинала, сохранении лишь некоторых его общих морфологических черт, а сокращение взаимосвязей компонентов оригинала и модели ведет к схематизации. К примеру, вычислительная машина копирует многие функции человеческого мозга. Однако она не является его полным аналогом. Нередко модель сходна с оригиналом лишь в конечном результате.

Моделирование может быть рассмотрено как непрерывный процесс, не ограничивающийся одной обособленной моделью. Это скорее последовательная разработка серии сменяющих друг друга моделей, которые все больше приближают модели к оригиналу. Механизм процесса моделирования весьма сложен и имеет многоступенчатый характер. Его начинают с описания системы, которое ограничивается раскрытием общих, часто не слишком конкретных свойств объекта. Затем переходят к определению ограничений как внешнего (время, условия), так и внутреннего (трудовые, материальные, финансовые ресурсы) порядка. После этого определяют средства достижения целей и критерии эффективности и оптимизации функционирования системы относительно заданных целей. Следующий шаг связан с установлением влияния факторов внешней среды на цели, средства, ограничения и критерии. И, наконец, заключительным этапом является установление взаимосвязи между целями, ограничениями и внешними характеристиками. На всех этих ступенях разрабатываются подмодели: функциональная, информационная и морфологическая. Самым трудным в моделировании является интегрирование всех подмоделей в единую целостную модель.

Многообразие моделей порождает и многообразие их видов. В функциональном плане можно говорить о **моделях-гипотезах, объясняющих и описывающих моделях**. По субстанциональной основе выделяют материальные и идеальные модели. В зависимости от направленности времени бывают **модели прошлого (исторические) и данного состояния** и

прогнозирующие модели. По способу воплощения, т.е. по языку, на котором выражена модель, они делятся на **формальные**, выраженные математическим языком, и **неформальные**, выраженные естественным языком. Каждый из этих видов сложен сам по себе и включает в себя множество других подвидов. Например, различают три вида математических моделей: информационные, раскрывающие процессы циркуляции информации; собственно математические, представляющие собой формализацию блоков переработанной информации, и программные, являющиеся отображением информационной и математической моделей на языке технических средств автоматизации управления.

Как уже отмечалось выше, описание многих систем или их конкретных свойств возможно математическими средствами, которые все активнее входят в процесс исследования системных образований, переносятся на такие объекты, которые ранее считались не подверженными математическому анализу. При этом акцент в изучении явления смещается с содержания на структуру. По мнению некоторых ученых, математика являет собой идеальный метаязык описания системы. Кибернетика как наука о связи и управлении является примером строгой математической науки, применяемой для анализа всех явлений, которые включают в себя определенным образом организованное и целенаправленное поведение. Теория информации оказалась метаязыком при объяснении понятий энтропии, неупорядоченности и неопределенности. Еще одной иллюстрацией применения математики в моделировании является **теория игр** и ее приложения, широко применяемые при исследовании конфликтных ситуаций. Большие надежды возлагаются на **теорию размытых множеств**, которая создает предпосылки для моделирования и описания нечетко определенных процессов и объектов. Математическими методами устанавливается степень подобности и тождественности моделей и оригиналов.

Математические методы успешно применяются для описания, например, одно- и **многоцелевых**, а также **многомерных систем**. Проще всего это сделать в отношении **одноцелевых системных моделей**. Обратимся к модели типа прибыль-издержки и ее анализу.

Анализ модели прибыль-издержки включает оценки, при которых рассчитывается один критерий, выражающий:

- а) разность между прибылью и издержками, эффективностью и затратами, входом и выходом;
- б) отношение прибыли к издержкам, эффективности к затратам, входа к выходу.

Математически разность между входом и выходом модели можно записать в виде выражения:

$$- = \sum_i^r -ir - \sum_k^s -ik .$$

Аналогичным образом отношение входа к выходу, прибыль (В) к издержкам (С) может быть представлено как

$$- = \frac{\sum_i^r -ij}{\sum_k^s -ik} ,$$

где U_i - значение (B-C) или (B/C) для варианта i при $i = 1, 2, \dots, m$;

b_{ij} - значение прибыли j для варианта i при $j = 1, 2, \dots, r$;

c_{ik} - значение издержек k для варианта i при $k = 1, 2, \dots, s$.

Эту формулу можно сделать более универсальной, если для рассмотрения изменения интересующих нас величин ввести срок планирования, который подразделяется на несколько периодов. Тогда представление о том, что деньги изменяют свою стоимость со временем, вводится в модель, где определяется разность (B-C) или отношение (B/C), приведенное к текущему моменту. В данной интерпретации формула модели будет выглядеть следующим образом:

$$PV(B-C)_{it} = \sum_{t=1}^T \frac{B_{it}}{(1+I)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{C_{it}}{(1+I)^t};$$

$$PV(B/C)_{it} = \frac{\left[\sum_{t=1}^T \frac{B_{it}}{(1+I)^t} \right]}{\left[\sum_{t=1}^T \frac{C_{it}}{(1+I)^t} \right]},$$

где I - значение процентной ставки;

$B_{it} = \sum_t b_{ijt}$ - суммарная прибыль за отдельный период t для варианта i ;

$C_{it} = \sum_k c_{ikt}$ - сумма издержек за период t для варианта i ;

$PV(B-C)_{it}$ - полное приведенное значение разности (B-C) для всего срока планирования T для варианта i ;

$PV(B/C)_{it}$ - полное приведенное значение отношения (B/C) для всего срока планирования T .

В этом случае анализ данной модели сведется к сравнению полных приведенных значений (B/C). Оно позволяет определить наиболее оптимальный вариант капиталовложений, выявить число периодов или временной интервал окупаемости вложенного капитала.

Значительно сложнее описываются многоцелевые и многомерные системные модели. Наиболее трудно поддаются исследованию многоцелевые модели. Они основаны на построении дерева подцелей. Чем сложнее объект, тем, естественно, больше таких подцелей и сложнее математический аппарат их изучения. К настоящему времени несколько более тщательно и подробно разработаны методы моделирования многомерных систем. Но и они весьма сложны и объемны. Рассмотрим только некоторые аспекты аддитивных и мультипликативных многомерных функций полезности. Современная теория полезности позволяет приписывать ожидаемые значения полезности возможным вариантам и в определенной степени учитывать психологические характеристики лиц, принимающих решения в ситуации, связанной с риском.

Проблема оценивания многомерных вариантов подобна проблеме обобщения суждений экспертов. Эксперты требуются для выбора наилучшего решения. Варианты необходимо научиться оценивать по схеме, которая может быть построена на базе аддитивных и мультипликативных моделей полезности. **Обобщенная форма аддитивной модели полезности** представляется функцией U , где

$$U = \sum_{i=1}^N w_i f(x_i)$$

Функция $f(x_i)$ может иметь вид либо $f(x_i) = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$, где x_i - мера степени наличия свойства i в каждом варианте, либо $f(x_i) = (ux_{i1}, ux_{i2}, \dots, ux_{in})$, где ux_i - оценка полезности, приписываемая экспертом i -му свойству. Используя эту формулу, могут быть вычислены (специальными методами для каждой конкретной модели) коэффициенты w_i или веса, указывающие на относительную важность свойств, исходя из которых и осуществляется принятие решения.

Обобщенная мультипликативная форма полезности для модели имеет вид:

$$U = \prod_{i=1}^N (ux_i)$$

Для принятия решений в условиях риска могут использоваться с одинаковой пользой как аддитивные, так и мультипликативные модели полезности. Однако, по мнению некоторых ученых, из-за неизбежных трудностей в выполнении условий применения мультипликативных моделей чаще используются аддитивные.

Таким образом, моделирование систем является сложной научно-теоретической и практической проблемой, которая оказывается незаменимой при решении целого ряда задач, особенно это касается объектов, в отношении которых не выработано четких теоретических позиций. Оно базируется на принципе подобия. В моделировании многих современных процессов широко применяются различные математические теории.

3.2. Проектирование систем

На базе системного подхода осуществляется и **проектирование систем**. Оно включает в себе творческий процесс, требующий совершенно новых взглядов и подходов, чтобы получить новые решения, ведущие к принципиальным и глубоким изменениям в системе. Оно имеет свою специфику. Проектирование и улучшение систем это далеко не одно и то же. При улучшении систем возникающие вопросы связаны с обеспечением работы уже существующих объектов. Проектирование ставит под сомнение сам характер данной системы и ее роль в рамках более широкой системы. Оно направлено на решение экстраспективных задач (от системы к окружению), в то время как улучшение систем интроспективно по своей сути, ибо направлено внутрь системы. Мы уже говорили, что улучшение систем основано на аналитическом методе, когда условия работы данной системы и соответствующих элементов изучаются методами дедукции и редукции. При проектировании систем идут от частного к общему, а проект наилучшей системы в целом означает создание оптимальной конфигурации (структуры) системы. Достаточно сравнить ограниченные возможности в достижении оптимума при улучшении систем и неограниченные возможности проектирования.

При проектировании рассматривается вся система, а не отдельные ее части, как это делается при улучшении. Задачей проектирования является оптимизация системы в целом, а не повышение эффективности входящих в нее компонентов. При улучшении системы ищут причины отклонений от заданных параметров в рамках этой системы, не считая необходимым

расширить их. Когда ставится цель привести систему к норме, первоначальные предпосылки и цели, лежащие в основе этой системы, под сомнение не ставятся. При проектировании ситуация обратная: под сомнение ставится вся конфигурация системы.

Проектирование систем не может быть полностью отождествлено и с моделированием систем. Оно может быть рассмотрено как часть или разновидность моделирования. Моделирование часто предполагает снятие простой копии с объекта. В качестве примера такого рода служит обычная фотография, которая фиксирует внешние признаки системы. Проектирование же выступает в виде творческого процесса. Модели вполне могут отображать состояние объекта в прошлом или настоящем, а проектирование всегда нацелено на перспективу. Оно прежде всего связано с принятием решений, созданием новых технических систем и технологий. Поэтому моделирование значительно более широкая область. Проектирование ведет к творческому созданию новых перспективно-оптимальных моделей систем.

Фундаментальными положениями, на которых основывается проектирование систем, являются следующие:

- 1) проблема определяется с учетом взаимосвязи с большими (супер) системами, в которые входит рассматриваемая система и с которыми она связана общностью целей;
- 2) цели проектируемой системы обычно определяются не в рамках подсистемы, а их следует рассматривать в связи с более крупными системами или системой в целом;
- 3) существующие проекты оцениваются величиной временных издержек или степенью отклонения от оптимального проекта;
- 4) оптимальный проект нельзя получить путем внесения небольших изменений в существующие формы. Он основывается на новых и положительных изменениях для системы в целом;
- 5) проектирование систем строится на методах индукции и синтеза;
- 6) проектирование систем выступает как творческий процесс, ведущий к созданию перспективной, принципиально новой системы;
- 7) проектирование систем достаточно жестко связано с необходимостью учета нравственно-правовых аспектов.

Проектирование систем имеет циклический характер. **Цикл процесса проектирования систем** включает в себя формирование стратегии (или планирование), оценку и реализацию. В ходе него осуществляется отбор необходимых фактов, эмпирических знаний, формируется концепция проектируемой системы, осуществляется интеграция ее компонентов. На каждой из отмеченных фаз решаются свои задачи, которые в конечном счете приводят к проектированию модели новой системы. Общая схема цикла процесса проектирования систем представлена на рис. 3. Она указывает на взаимосвязи всех фаз и на основные задачи решаемые в рамках каждой из них. Обратимся к более подробному анализу этих фаз.

Первой фазой является фаза **формирования стратегии** или **планирования**. На этой фазе достигается соглашение об определении главной задачи, определяется миропонимание лиц, принимающих решения, устанавливаются методы, используемые для интерпретации реальных фактов, заказчики и проектировщики приходят к единому мнению по ожидаемым результатам, начинается поиск и разработка вариантов. Рассмотрим основные положения каждого шага этой фазы.

Шаг 1. Определение проблемы.

Определение проблемы является одним из наиболее ответственных шагов, на котором базируется весь остальной процесс проектирования. Оно не существует само по себе, а сложным образом взаимосвязано с другими



Рис. 3. Цикл процесса проектирования систем

функциями процесса проектирования системы. В ходе этого шага определяется следующее:

- потребности, подлежащие удовлетворению;
- потребности, нужды которых должны быть удовлетворены;
- круг участников проекта (проектировщики, планировщики, лица, принимающие решения, и т.д.);
- недетализированное, общее описание тех методов, которые будут использованы для решения стоящих задач;
- границы системы;
- объем имеющихся ресурсов по сравнению с требуемым.

Шаг 2. Исследование миропонимания потребителей и проектировщиков.

Миропонимание проектировщиков играет значительную роль в формировании их образа реальности, чрезвычайно важно описать и понять свойственные им предпосылки. Миропонимание лиц, принимающих решение, должно быть согласовано с миропониманием, касающимся проектируемой системы, с миропониманием проектировщиков. Точно таким же образом оно должно быть согласовано с потребителем данной системы, правовыми и нравственными нормами.

Шаг 3. Назначение целей.

Процесс назначения целей затрагивает всех участников проекта, которые имеют отношение к затратам на него и прибылям от его реализации. Он должен

быть построен как сходящийся процесс, который путем учета относительной важности интересов приведет к формированию целей, устраивающих всех. В процессе назначения целей учитываются:

- потребности и желания;
- ожидания и стремления;
- взаимозамены, компромиссы и приоритеты;
- этические аспекты.

Шаг 4. Поиск и разработка вариантов.

В зависимости от рассматриваемой проблемы необходимо создать варианты решений, программы для реализации стремлений. Поиск и разработка вариантов зависит от ограничений: на время, цену и ресурсы. Поиск также ограничивается знаниями проектировщиков системы. Поиск и разработка вариантов предполагают рассмотрение влияния на проектируемую систему и ее компоненты со стороны всех участников и достижения между ними согласия. Он требует определиться с результатами проектирования системы на основе установления возможных последствий в случае принятия того или иного варианта. И наконец, заказчик одобряет вариант, предложенный проектировщиками.

Оценивание является второй фазой цикла процесса проектирования систем. На этой фазе осуществляется оценивание предложенных вариантов для того, чтобы определить, в какой степени они удовлетворяют целям и стремлениям, сформированным на предыдущей фазе. Для этого производится идентификация результатов, свойственных каждому варианту; устанавливаются соответствие выбранных свойств и критериев поставленным целям; определяют модели измерений и решений; осуществляют выбор конкретного варианта. Выделим шаги, характеризующие эту фазу:

Шаг 1. Определение результатов, свойств, критериев, измерительной шкалы и модели измерений.

Определение результатов - один из наиболее трудных аспектов проектирования систем, особенно при работе с мягкими системами. Это связано с тем, что любой результат подлежит измерению. Определение результатов неотделимо от проблемы выделения тех свойств и критериев, которым должна удовлетворять проектируемая система. Она требует не просто согласования с желаниями заказчика, но и с его возможностями, а также возможностями самих проектировщиков. Кроме того, возникает потребность в измерении проектируемых свойств системы и создании для этих целей шкалы и моделей измерения.

Шаг 2. Оценивание вариантов.

Этот шаг предназначен для сопоставления и сравнения существующих вариантов, моделей системы. В ходе него выясняются сильные и слабые стороны предлагаемых вариантов. Оценивание может осуществляться с помощью логико-содержательных и логико-формальных методов. В первом случае оно осуществляется путем обычных умозаключений, во втором – с применением математического аппарата.

Шаг 3. Процесс выбора.

Процесс выбора неотделим от оценивания вариантов. Он вытекает из него. Именно на основе оценки существующих вариантов происходит выбор единственного. Результат достигается путем объединения технических, экономических, социальных и политических аспектов в одном проекте для того, чтобы сделать его практическим, осуществимым и приемлемым для потребителей.

Последней фазой цикла процесса проектирования системы является фаза **реализации**. Тут подлежат решению такие непростые проблемы, как оптимизация, субоптимизация, конфликты и их урегулирование, критическая

оценка результатов, возврат к началу цикла. Эта фаза также имеет свои собственные шаги.

Шаг 1. Реализация выбранных результатов.

Реализация решений является не только очень трудной фазой проектирования систем, но и чреватой неудачами. Специалисты при этом должны стремиться к оптимизации целевой функции или максимизации мер эффективности своего проекта. Нередко при этом неизбежен переход к субоптимизации или компромиссу, состоящему в использовании комбинаций согласованных субоптимов, соответствующей взвешенной комбинации целевых функций. Реализация выбранных вариантов включает процесс узаконивания и разрешения всех конфликтов между заказчиком и проектировщиком. Зачастую она требует участия экспертов.

Шаг 2. Управление системами.

Управление системами предполагает сравнение выходных сигналов и результатов с имеющимся на них стандартом. Оно также связано с регулированием и надстройкой систем, приведением их к расчетным режимам работы.

Шаг 3. Проверка и переоценка.

Проверка результатов приводит к переоценке проекта системы. Выявляются его слабые стороны, потребности в изменениях и весь цикл начинается сначала.

Все изложенное выше свидетельствует о сложности процесса проектирования систем, о множестве проблем, возникающих на различных фазах. Одной из наиболее сложных проблем является проблема оптимизации и субоптимизации систем. Остановимся на ней несколько подробнее. **Оптимизация систем** строится на нахождении экстремальных точек, определении максимума и минимума методами дифференциального исчисления. Обратимся к примеру с оптимизацией прибыли. Такая задача всегда стоит перед любым руководителем предприятия. Ее суть состоит в нахождении такого решения, которое бы оптимизировало прибыль. Предположим, что функции дохода и затрат заданы следующими выражениями:

Функция дохода $R(x) = -4x^2 + 24x$.

Функция затрат $C(x) = 2x + 12$.

Решение. Напишем выражение для функции прибыли:

$$P(x) = R(x) - C(x) = -4x^2 + 24x - (2x + 12) = -4x^2 + 22x - 12.$$

Учитывая, что точка, в которой функция будет иметь максимум, может быть найдена как точка, в которой первая производная равна нулю, то полученная производная функция прибыли будет иметь вид

$$\frac{dP(x)}{dx} = -8x + 22.$$

Положив ее равной нулю, получим: $-8x + 22 = 0$, тогда $x = 22/8$.

Теперь определим значение функции в точке максимума:

$$P\left(\frac{22}{8}\right) = \left(-4\left(\frac{22}{8}\right)^2 + 22\left(\frac{22}{8}\right) - 12\right) = -11.$$

Для того чтобы проверить, действительно ли это максимум, найдем значение второй производной:

$$\frac{d^2P}{dx^2} = -8.$$

Поскольку она остается отрицательной для всех значений x , ясно, что мы получим максимум, который и соответствует оптимальному решению.

В практике проектирования систем часто прибегают и к **субоптимизации систем**, означающей попытку оптимизации с объяснением того, почему наилучшее решение не может быть получено. В силу этого возникает потребность идти на компромисс. Например, предприятие осуществляет процесс модернизации, заменяет старые станки на новые, представленные несколькими моделями. Но цена станка, который бы соответствовал всем требованиям, слишком высока для предприятия. Поэтому приходится идти на компромисс, выбирая более дешевый станок.

Проблема субоптимизации может быть проиллюстрирована и на другом, более подробном примере. Некоторая фирма рассматривает вопрос о капиталовложении в одно из двух дел. В первом случае необходимы капиталовложения размером в 55 тыс. дол. с доходом 11 тыс. дол. в год сроком на 10 лет. Фирма считает цену капитала 10%. Во втором случае необходимы вложения размером в 85 тыс. дол. с доходом 15 тыс. дол. в год на тот же срок. Ниже производится расчет эквивалентных годовых затрат.

Вариант 1. Приравниваем годовой доход к годовой эквивалентной сумме капиталовложений

$$11\,000 = 55\,000 \left[\left(\frac{r}{1+r} \right)_{10}^i \right],$$

где $\left(\frac{r}{1+r} \right)_{10}^i$ - коэффициент пересчета, используемый для нахождения годовых оплат при условии, что величина годового дохода p задана. Тогда этот

коэффициент равен: $\left(\frac{r}{1+r} \right)_{10}^i = 0,199$, следовательно, норма прибыли $i = 15\%$.

Вариант 2. Проделаем аналогичные расчеты для второго случая.

$$15\,000 = 85\,000 \left[\left(\frac{r}{1+r} \right)_{10}^i \right].$$

Коэффициент пересчета при этом будет равен 0,177, а норма прибыли 12%.

В обоих случаях норма прибыли превышает принятую цену капитала в 10%. Поэтому вопрос о том, куда вложить деньги, остается открытым. Ответ в определении оптимального вложения лежит в подсчете прибыли от дополнительных вложений в 30 тыс. дол. Расчет по аналогичной схеме, что дополнительные деньги принесут меньше, чем 6% прибыли. Это явно меньше расчетного "порога", который установлен в 10%. Следовательно, фирме не целесообразно вкладывать эти дополнительные 30 тыс. дол. под 6%.

3.3. Практическое применение системного подхода в экономике

Системный подход плодотворно применяется при решении многих экономических задач. Он позволяет принимать научно обоснованные, выверенные и верифицируемые управленческие решения. Благодаря использованию системного исследования значительно снижаются предпринимательские и коммерческие риски. Во многих случаях применение системного анализа позволяет устранить имеющиеся неопределенности, осуществить сравнительно высокоточное прогнозирование состояния рынка.

В настоящее время в решении многих управленческих и хозяйственных задач важнейшую роль играет **маркетинг**. Он существует в виде комплексной системной организации производства и сбыта на фирменном уровне, ориентирован на возможности более полного удовлетворения спроса конкретных потребителей и получения наибольшей прибыли. В системе маркетинга особое место занимают маркетинговые исследования. Они предназначены для сбора и анализа маркетинговой информации. Эта информация служит основой для принятия управленческих решений и прогнозирования при проведении маркетинговых операций. Обстоятельнее опишем системную модель маркетингового исследования.

Технология маркетингового исследования предполагает наличие двух взаимосвязанных частей: во-первых, анализ внешней среды на основе исследования соответствующих переменных, которые, как правило, не поддаются регулированию со стороны руководства организации; во-вторых, исследование внутренних составляющих организации, находящихся под контролем администрации, и определенных реакций этой организации на изменения окружающей среды. Внутренние и внешние переменные организации составляют **маркетинговую среду**. Результатом маркетингового исследования является оценка потенциальных возможностей предприятия и его позиций на конкретном рынке или сегменте рынка. Эта оценка определяется в процессе маркетинговой деятельности при разработке программы маркетинга путем сопоставления сложившейся на определенный момент рыночной конъюнктуры с производственными, финансовыми, трудовыми и иными ресурсами.

Центральным блоком структуры маркетингового исследования является изучение конъюнктуры рынка и характеристика особенностей коммерческой деятельности. Это изучение основывается на исследовании общехозяйственной конъюнктуры и конъюнктуры конкретного товарного рынка.

Изучение общехозяйственной конъюнктуры предполагает отслеживание и детальное рассмотрение процессов и изменений, происходящих в хозяйстве отдельно взятой страны, экономическом сообществе или мировом хозяйстве. Оно предусматривает анализ основных макроэкономических пропорций и тенденций всей совокупности отраслей, представленных в рамках выбранного объекта. Исследование конъюнктуры рынка товаров включает анализ и прогноз состояния рынка конкретного товара и требует изучения отраслей производства и потребления рассматриваемой продукции, их взаимосвязей, а также инфраструктурного обеспечения изучаемого рынка.

Анализ общехозяйственной конъюнктуры или конъюнктуры товарного рынка производят двумя способами в зависимости от целей:

- если задача заключается в выяснении тенденций и темпов развития конъюнктуры за какой-либо период, то анализ конъюнктуры проводится путем изучения ее динамики за этот период;
- если задача состоит в выяснении конъюнктуры на определенную дату, то проводится анализ состояния конъюнктуры путем определения фазы экономического цикла и примерного места внутри фазы.

Высокая эффективность работы по изучению конъюнктуры, проблем и долговременных тенденций развития рынка возможна только при соблюдении принципов целенаправленности и системности. Анализ конъюнктуры необходим для того, чтобы создать прогнозную модель развития рынка. От прогноза конъюнктуры рынка требуется высокая надежность, воспроизводимость и верифицируемость.

Для изучения конъюнктуры рынка используют показатели, которые можно классифицировать по следующим группам:

- показатели производства;
- показатели внутреннего товарооборота;
- показатели внешней торговли;
- показатели уровня цен;
- финансовые показатели.

Эти показатели могут быть измерены и представлены в числовых величинах. Для примера рассмотрим показатели производства. Основными из них являются индивидуальные и агрегатные индексы производства в текущих и сопоставимых ценах. Индивидуальный индекс физического объема производства (I_g) рассчитывается по формуле:

$$I_g = \frac{g_1}{g_0},$$

где g_1 - объем производства в натуральном выражении в текущем году;

g_0 - объем производства в натуральном выражении в базисном году.

Агрегатный индекс ($I_{g.o.}$) в сопоставимых ценах рассчитывается по формуле:

$$I_{g.o.} = \frac{\sum \frac{g_1 \cdot P_0}{P_1}}{\sum g_0},$$

где P_0 - цена в базисном периоде.

На основе составления индивидуальных и агрегатных индексов производства делаются оценки динамики отраслевого производства в сравнении со сложившимися экономическими условиями рынка. Существуют и другие показатели производства: объем выпуска определенного вида продуктов; удельный вес принципиально новых разработок; темпы обновления продукции и т.д.

Одним из наиболее важных показателей при исследовании конъюнктуры является емкость рынка. Она может быть подсчитана на основании данных промышленной и внешнеторговой статистики следующим образом:

$$V = O + Z + I - E,$$

где V - емкость рынка;

O - производство товаров;

Z - остатки товарных запасов;

I - импорт товаров;

E - экспорт товаров.

Чтобы составить динамику оценки возможного изменения емкости рынка в будущем, необходимо проследить тенденции развития производства и спроса. Реально складывающаяся емкость рынка может и не отражать потенциальной емкости рынка, которая определяется личными и общественными потребностями и отражает адекватный им объем реализации товаров.

В маркетинге под **потенциалом рынка** понимают его способность купить или потребить товар или услугу. Это количественная мера, характеризующая абсолютное или относительное число единиц продукции, которое может быть закуплено или потреблено тем или иным сегментом рынка на определенный период. Другими словами, расчет емкости рынка должен ответить на вопрос: сколько и каких товаров необходимо иметь на рынке, чтобы наиболее полно удовлетворить существующие и возможные потребности покупателей.

Характеристика особенностей коммерческой деятельности опирается на анализ деятельности фирм-конкурентов и фирм - потенциальных покупателей. Если предприятию необходимо получить информацию о конкурентах, то следует учитывать, что речь идет не просто о конкурентах, а о конкурентах прямых и косвенных, об одинаковых и схожих продуктах, предлагаемых на рынке. Важно при этом выявить конкурентноспособность собственных товаров. Для оценки конкурентноспособности используют различные показатели. Одним из них является единичный параметрический показатель (g). Его расчетная формула представлена ниже:

$$g = \frac{P}{P_{100}},$$

где P - величина параметра исследуемого изделия;

P_{100} - величина параметра изделия конкурента.

Единичные параметрические показатели отражают процентное отношение величины какого-либо технического или экономического показателя к величине такого же показателя продукта-аналога, выпускаемого конкурентом.

Таким образом, маркетинговое исследование представляет собой системную модель сбора и анализа информации о рынке. Оно позволяет составить целостное представление о состоянии дел на рынке, положении на нем конкретных видов товаров.

Большие возможности открывает применение системного подхода при составлении моделей планирования. Под **моделью планирования** понимается все множество факторов и параметров технико-экономических показателей модели. При этом $M = M_x \cup M_z$ с определенными на нем отношениями:

$$z_i = f_i(x); i = 1 \div m,$$

где $M_x = \{x_1, \dots, x_n\}$ - множество входных показателей модели;

$M_z = \{z_1, \dots, z_m\}$ - множество выходных показателей модели;

$n, m, l = n + m$ - число входных и выходных показателей модели, а также и общее число показателей модели соответственно;

$X = (x_1, \dots, x_n)$ - вектор входных показателей, который предполагается независимым в рамках данной модели.

Во множество технико-экономических показателей входят показатели лица, принимающего решение в соответствии с распределением прав и обязанностей. Отношения между показателями модели отражают основные нормативные требования к плану. Из множества показателей могут быть выделены следующие непересекающиеся подмножества:

$M_{от}$ - множество **ответственных показателей** модели;

$M_{ч}$ - множество **чужих показателей** модели;

$M_{с}$ - множество **собственных показателей** модели.

Ответственными называются показатели модели, несущие ответственность лица за обоснованность плана принятия решения. По этим показателям

устанавливаются плановые задания производственной системы, которой соответствует данная модель планирования. Предполагается, что $M_{от} \subseteq M_z$.

Чужими называют те показатели модели, по которым лицо, принимающее решение, не несет ответственности и не принимает плановых решений. К собственным относятся показатели, плановые решения по которым принимаются людьми, не несущими прямой ответственности за их обоснование. К ним могут относиться плановые задания по составным частям (подразделениям) данной производственной системы. **Стыковочными узлами** называют показатели, входящие кроме данной модели хотя бы еще в одну модель иерархической системы планирования. Если обозначить множество стыковочных узлов через M_{cy} , то очевидно, что $M_q \cup M_{от} \subseteq M_{cy}$.

В данном случае мы выделили основные показатели, с помощью которых может быть описана модель планирования. Она учитывает самые различные параметры плана, на основании которых может быть спроектирована система деятельности всей производственной системы.

Посредством применения системного подхода могут быть рассчитаны многие другие параметрические, маневренные качества. Для примера рассмотрим показатели меры согласованности плана. В условиях точечного планирования план по модели считается согласованным, если соответствующие ему значения технико-экономических показателей удовлетворяют уже известным соотношениям

$$M = M_x \cup M_z,$$

$$Z_i = f_i(x),$$

$$j = 1 \div m.$$

Такое понимание согласованности плана по модели может быть обобщено и на случай интервального планирования. Рассмотрим некоторую область $P = \{p_{hi}, p_{bi}\}$ по данной модели, согласованность которой и подлежит определению. Система ограничений, порождаемых областью P по входным показателям, будет иметь вид:

$$\pi = \{x = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n) / P_{hi} \leq \varepsilon_i \leq P_{bi}, i = 1 \div n\}.$$

Система ограничений, порождаемая областью P по выходным показателям, образует в пространстве входных показателей модели область

$$x = \{x = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n) / P_{hi} \leq \eta_i \leq P_{bi}, i = 1 \div m\},$$

$$i = n + j, \eta_i = f_i(x).$$

Область x есть проекция области P_z на пространство входных показателей модели. Область $\Phi = \pi \cap x$. Теперь можно определить меру согласованности плановой области P как

$$S(P) = \frac{V(\Phi)}{V(P)},$$

где $V(\Phi)$ и $V(P)$ - объемы области Φ и P соответственно.

Из этого определения следует, что $0 \leq S(p) \leq 1$, причем ситуация, когда $S(P) = 1$ соответствует полной (абсолютной) согласованности плана, а в ситуации $S(P) = 0$ - полной несогласованности плана по модели. Определение

меры согласованности плана позволяет интерпретировать эту меру как вероятность плана со следующими допущениями:

- эта вероятность оценена с точностью до модели;
- значения входных показателей модели могут принадлежать только плановым диапазонам и иметь в этих диапазонах равномерное распределение.

Мера согласованности плана характеризуется степенью противоречивости его показателей. Чем она больше, тем при прочих равных условиях больше степень маневренности данного плана, так как он допускает разнообразие вариантов своей реализации. Также следует отметить, что чем выше согласованность плана, тем меньше степень его напряженности.

Выше были рассмотрены возможности применения системного подхода к составлению и описанию двух моделей: маркетингового исследования и планирования. Однако использование системного подхода охватывает все больше и больше областей экономической жизни. Он активно внедряется в решение транспортных задач, формулирование многочисленных задач об оптимальных смесях, размещение пунктов потребления и др.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Составьте логическую схему базы знаний по теме курса.

2. Сделайте выписки в рабочую тетрадь по ключевым вопросам юниты, используя таблицу:

№	Вопрос	Ответ	Примечание (собственные позиции, мнения, суждения по данному вопросу)
1.	Опишите основные системные свойства рынка и механизм его функционирования		
2.	Раскройте основные отличительные черты живых систем от неживых		
3.	Какие аспекты подлежат изучению при системном исследовании организации?		
4.	Каковы основные этапы описания систем?		
5.	Какие принципы описания систем Вам известны?		
6.	Что является предметом кибернетического описания систем?		
7.	Что такое количество информации и как оно определяется?		
8.	В чем состоит смысл метода моделирования?		
9.	В чем состоит смысл проектирования систем?		

3. Допишите недостающие слова и фразы в следующих определениях:

- 1) Поле являет собой особую форму материи ...
- 2) Общество - это обособленная от природы часть объективной реальности, ...
- 3) Организация - это искусственно создаваемая и высокоформализованная ...
- 4) Выделить систему - это значит ...
- 5) Принцип - это обобщенное, основополагающее ...
- 6) Кибернетика - это наука ...
- 7) Модель - это мысленный или условный образ ...
- 8) Проектирование систем - это творческий процесс, требующий ...
- 9) Цикл процесса проектирования включает ..

4. Вставьте в дефиниции пропущенные слова и выражения:

- 1) Вещество - это специфический вид материи, представляющий собой совокупность _____, обладающих _____покою.
- 2) Экосистема - это единый природный комплекс, _____
_____ в котором живые и неживые компоненты связаны между собой обменом веществ и энергией.
- 3) Коммуникации, управление, _____ составляют системообразующие факторы общества.
- 4) Формальная структура организации - это _____
_____ в совокупности с сетью регламентированных отношений.
- 5) Экстроперспективный анализ - это анализ, имеющий своей целью исследование _____ системами.
- 6) Принцип информационного единства устанавливает соотношение между _____ различных уровней описания системы.
- 7) За единицу количества информации применяется _____
передаваемое _____ между равновероятными альтернативами.
- 8) Моделирование представляет собой процесс _____
_____ реально существующих _____

_____ систем.

9) Формирование стратегии проектирования системы предполагает определение _____

5. Напишите следующие формулы:

- 1) коэффициента эффективности реализации цели:

- 2) количества информации, передаваемой со входа на выход:

- 3) соотношения неопределенностей энергии и времени:

- 4) количества информации в i -м сигнале:

- 5) ожидаемого количества информации в сообщении:

- 6) отношения входа к выходу при проектировании одноцелевой модели типа "прибыль-издержки":

- 7) обобщенной формы аддитивной полезности модели:

- 8) обобщенной мультипликативной формы полезности модели:

9) индивидуального индекса производства:

10) агрегатного индекса производства:

11) емкости рынка:

ТЕОРИЯ СИСТЕМ

ЮНИТА 2

СИСТЕМНЫЕ ОБЪЕКТЫ. ОПИСАНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ

Редактор Н.М. Пилипенко
Оператор компьютерной верстки Д.В. Федотов

Изд. лиц. ЛР № 071765 от 07.12.98 г.
Тираж

Сдано в печать
Заказ

Современный Гуманитарный Университет