

А.А. Шиян

Экономическая кибернетика:

Введение в моделирование социальных и экономических систем

Книга является учебником для первоначального ознакомления с фундаментальными основами моделирования социальных и экономических систем – всего того, что может быть объединено под единым названием «экономическая кибернетика».

Главная задача книги – снабдить читателя, прежде всего студента, таким объемом знаний, умений и навыков, который будет эффективно использоваться им в своей будущей деятельности. Поэтому текст написан так, чтобы оказывать помощь читателю и после окончания вуза, - в частности, он может использоваться в качестве справочника. Наличие тщательно подобранных вопросов и заданий позволяет читателю подготовиться использованию изложенного материала в своей практической деятельности.

В книге описана эффективная и действенная система моделей, которая позволяет проанализировать в рамках с единых позиций большое количество разнообразных социальных и экономических систем, ситуаций, объектов и явлений, а также разрабатывать и осуществлять эффективные способы управления ими. Это дает уникальную возможность студентам уже на младших курсах приступить к активной профессиональной деятельности и личному участию в разного рода бизнесе - от аналитического, до управленческого.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	8
Введение	11
Глава 1. Кибернетика как наука об управлении и информации.....	13
Глава 2. Классификация систем и моделей.....	21
Глава 3. Информация и управление.	31
Глава 4. Кибернетические модели и их математическое описание.....	41
Глава 5. Пример проведения исследования социально-экономических систем.	51
Глава 6. Математический аппарат для описания кибернетического управления: концепция "обратной связи"	67
Глава 7. Управление в иерархических системах.....	83
Глава 8. Человек как управляющий объект в кибернетике и его моделирование.	91
Глава 9. Пример моделирования управленческой деятельности человека с помощью модели информационного автомата.....	96
Глава 10. Практическое моделирование социальных и экономических систем.	112
Список литературы.	124

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	8
Введение	11
Глава 1. Кибернетика как наука об управлении и информации.....	13
<i>Управление зенитным огнем как первая задача кибернетики.</i>	13
<i>Норберт Винер и термин "кибернетика", и почему это слово не появилось у нас.</i>	14
<i>Определение понятий "кибернетика" и "управление".</i>	14
<i>Понятие системы, сложной системы.</i>	16
<i>Метод кибернетики - моделирование.</i>	16
<i>Методы исследований в кибернетике - анализ и синтез.</i>	16
<i>Способ исследования в кибернетике.</i>	17
<i>"Рабочее" определение термина "информация".</i>	17
<i>Способ решения задач в кибернетике - общее описание научного метода.</i>	18
<i>Специфическая роль кибернетики в системе экономических наук.</i>	19
<i>Вопросы и задания.</i>	20
Глава 2. Классификация систем и моделей.....	21
<i>Определение понятия "система".</i>	21
<i>Классификация систем.</i>	22
<i>Исследование систем - системный анализ.</i>	23
<i>Этапы проведения системного анализа.</i>	25
<i>Системный анализ в социальной и экономической аналитике.</i>	26
<i>Классификация моделей по глубине описания.</i>	26
<i>Иерархические системы, иерархия моделей.</i>	28
<i>Вопросы.</i>	29
<i>Задачи.</i>	29
Глава 3. Информация и управление	31
<i>"Наивная" точка зрения на управление и информацию.</i>	31
<i>Вывод соотношения $I = -\log_2 P$ как пример применения математических методов в кибернетике.</i> ..	32
<i>$\langle I \rangle$, информация по Шеннону, бит.</i>	34
<i>Информация и энтропия.</i>	34
<i>Информация в социальных и экономических системах - современный взгляд на информацию.</i>	35
<i>Человек как единственный источник социальной и экономической информации.</i>	36
<i>"Рабочее" определение терминов "управление" и "информация".</i>	36
<i>Вопросы.</i>	39
<i>Задачи.</i>	40
Глава 4. Кибернетические модели и их математическое описание.....	41
<i>"Черный ящик".</i>	41
<i>Концепция "вход-выход".</i>	42
<i>Оператор как модель для описания концепции "вход-выход".</i>	42
<i>Линейный оператор.</i>	43
<i>Процессы "без памяти" - марковские процессы.</i>	46
<i>Уравнение Колмогорова (Фоккера-Планка) и его статистическая интерпретация.</i>	47
<i>Вопросы.</i>	49
<i>Задачи.</i>	49
Глава 5. Пример проведения исследования социально-экономических систем	51
<i>Введение и постановка задачи.</i>	51
<i>Модель</i>	53
<i>Пример</i>	57
<i>Общее обсуждение.</i>	59
<i>Общая постановка задачи оптимального управления.</i>	62
<i>Выводы</i>	64
<i>Способ распознавания иерархического строения системы СЭС.</i>	64
<i>Вопросы.</i>	66
<i>Задачи.</i>	66
Глава 6. Математический аппарат для описания кибернетического управления: концепция "обратной связи"	67

Принципы кибернетического управления: положительная и отрицательная обратная связь ("кнут и пряник").....	67
Линейный случай - модель Мальтуса.	68
Нелинейная обратная связь - модель Ферхюльста.....	69
Интерпретация и обобщение модели Ферхюльста: "квота вылова" как модель оптимального управления.	71
Двухкомпонентная модель социально-экономической системы с обратной связью (обобщение модели Лоттк-Вольтерра): математическое исследование, экономическая и социальная интерпретации.	73
Классификация состояний системы.	73
Социально - экономическая интерпретация.	78
Следствия для посткоммунистических стран (Украина, Россия).....	79
Некоторые итоги.....	80
Область применения изложенной базовой модели.	81
Вопросы.	81
Задачи.	82
Глава 7. Управление в иерархических системах.....	83
Иерархические системы - описание и примеры применительно к экономике и обществу.	83
Упорядоченные образования (объекты) как состояние на фоне потоков энергии и/или вещества.	83
Иерархия.	85
Активная и полупроницаемая мембрана.	85
Самоорганизация: понятие, описания, примеры.....	86
Логические уровни понятий и терминов.	88
Термины остенсивные и вербальные.	88
Термины житейские и научные.....	89
Вопросы и задания.....	90
Глава 8. Человек как управляющий объект в кибернетике и его моделирование.	91
Человек как главное действующее лицо в кибернетике.....	91
Место человека в технической кибернетике.	92
Человек – главный объект для моделирования в экономической кибернетике.	92
User modelling как направление для описания человека в социальных и экономических системах.	93
Главная проблема: адекватное для данного интерьера задание «модели человека».	94
Определение понятия "интерьер" (контекст).	94
Вопросы и задания.....	95
Глава 9. Пример моделирования управленческой деятельности человека с помощью модели информационного автомата.....	96
Человек как объект и как субъект управления.	96
Описание интерьера, в котором происходит управление - иерархические системы.	97
Связь управления с европейским способом социального кодирования индивида.	97
Разбиение информации о событии на компоненты.	100
Определение термина "управление" через компоненты информации.....	102
Двухкомпонентные АИА: определение.	104
2АИА как оператор в пространстве компонент информации.	105
16 типов 2АИА - минимальный набор, который способен осуществить оптимальное управление.	107
Человек как 2АИА.....	107
Вопросы и задачи.	111
Глава 10. Практическое моделирование социальных и экономических систем.....	112
Совместное управление в системе, состоящей из 2АИА.	112
Введение понятия "пирамида управления" и ее математическое описание.	117
Реальные социальные и экономические как примеры пирамид управления.....	120
Вопросы и задания.....	122
Список литературы.....	124

ОПИСАНИЕ КНИГИ

Предисловие.

Введение.

Моделирование социальных и экономических систем – экономическая кибернетика. - История кибернетики. - Кибернетика в СССР. - Кибернетика сегодня - это использование в социальной и экономической аналитике. - Разделение двух функциональных ролей - аналитика и лица, принимающего решение.

Глава 1. Кибернетика как наука об управлении и информации.

Управление зенитным огнем - скорость снаряда примерно равна скорости самолета (появление кибернетики). - Моделирование а) самолета, б) летчика ($a < 8g!$), в) способа ведения зенитного огня - с целью создать управляющую систему. - Норберт Винер - появление слова "кибернетика" в научном обиходе. - Алексей Колмогоров в СССР и почему у нас не появилось это слово. - Серия определений терминов "кибернетика" и "управление". - Понятие системы, сложной системы. - Метод кибернетики - моделирование а) функции, б) объекта. - Методы исследований в кибернетике - анализ и синтез. - Способ исследования в кибернетике. - "Рабочее" определение термина "информация". - Способ решения задач в кибернетике - общее описание научного метода. - Специфическая роль кибернетики в системе экономических наук (присутствие в гуманитарных дисциплинах - прежде всего социальных и экономических - серии "априорных гипотез", и "непроверяемых выводов", с чем кибернетика вполне способна справиться). - Кибернетика как "интерфейс" (точнее - его важнейшая часть) между реальностью и лицом, принимающим решение (ЛПР). – Вопросы и задания.

Глава 2. Классификация систем и моделей.

Определение понятия "система". - Классификация систем. - Исследование систем - системный анализ. – Этапы проведения системного анализа. - Системный анализ в социальной и экономической аналитике. - Классификация моделей по глубине описания. - Иерархические системы, иерархия моделей. - Вопросы и задания.

Глава 3. Информация и управление.

"Наивная" точка зрения на управление и информацию. - Вывод соотношения $I = -\log_2 P$ как пример применения математических методов в кибернетике. - $\langle I \rangle$, информация по Шеннону, бит. - Информация и энтропия. - Информация в социальных и экономических системах - современный взгляд на информацию. - Человек как единственный источник социальной и экономической информации. - "Рабочее" определение терминов "управление" и "информация". - Система строгих определений: система $\rightarrow$ иерархическая самоорганизованная система (ИСС) $\rightarrow$ управление в ИСС $\rightarrow$ 8 компонент информации (строгое определение). - Вопросы и задания.

Глава 4. Кибернетические модели и их математическое описание.

"Черный ящик". - "концепция "вход-выход". - Оператор как модель для описания концепции "вход-выход". - Линейный оператор (однородный и неоднородный). - Матрица, операции дифференцирования и интегрирования как примеры линейных операторов. - Процессы "без памяти" - Марковские процессы. - Уравнение Колмогорова (Фоккера-Планка) и его статистическая интерпретация. - Вопросы и задания.

Глава 5. Пример проведения исследования социально-экономических систем.

Введение и постановка задачи. – Модель. – Пример. – Общее обсуждение. – Общая постановка задачи оптимального управления. – Выводы. – Способ распознавания иерархического строения системы СЭС. – Вопросы и задания.

Глава 6. Математический аппарат для описания кибернетического управления: концепция "обратной связи".

Принципы кибернетического управления: положительная и отрицательная обратная связь ("кнул и пряник"). - Линейный случай - модель Мальтуса. - Нелинейная обратная связь - модель "Ферхюльста. Интерпретация и обобщение модели Ферхюльста: "квота вылова" как модель

оптимального управления. - Двухкомпонентная модель социально-экономической системы с обратной связью (обобщение модели Лоттка-Вольтерра): математическое исследование, экономическая и социальная интерпретации. - Вопросы и задания.

Глава 7. Управление в иерархических системах.

Иерархические системы - описание и примеры применительно к экономике и обществу. - Самоорганизация: понятие, описания, примеры. - Понятие о логическом уровне понятий и терминов (смысловое содержание, - например, "квант" > "волна" + "частица"). - Основные закономерности "работы с терминами": сворачивание реальности к системе научных терминов (постановка задачи, построение модели) → установление связей между введенными и другими научными терминами (включая построение моделей 2-го и более высоких порядков) → разворачивание моделей и наполнение их реальным смыслом (детализация моделей к реальности). - Пример иерархически организованного описания реальности (иерархически организованной системы моделей). - Термины житейские и научные. - Термины остенсивные и вербальные. - Вопросы и задания.

Глава 8. Человек как управляющий объект и его моделирование.

Человек как главное действующее лицо в кибернетике. - В технической кибернетике - человек часто "спрятан за кадром", моделируется определенной управляющей функцией. - В экономической кибернетике человек выходит на первый план - прежде всего, как объект для моделирования. - User modelling как направление описания человека в социальных и экономических системах. - Главная проблема: каким образом адекватно "задать человека" в его важных для моделирования проявлениях в том или ином интерьере (контексте). - Вопросы и задания.

Глава 9. Пример моделирования управленческой деятельности человека с помощью модели информационного автомата.

Человек как объект и субъект управления. - Описание интерьера, в котором происходит управление - иерархические системы. - Связь управления с европейским способом социального кодирования индивида. - Разбиение информации о событии на компоненты - "наивный" взгляд и напоминание о 8 ранее введенных компонентах информации. - Определение термина "управление" через компоненты информации. - Введение понятия "информационный автомат" и "двухкомпонентных абстрактный информационный автомат" (2АИА) как простейшего примера. - 2АИА как оператор в пространстве компонент информации. - 16 типов 2АИА - минимальный набор, который способен осуществить оптимальное управление. - Человек как 2АИА. - Вопросы и задания.

Глава 10. Практическое моделирование социальных и экономических систем.

Совместное управление в системе, состоящей из 2АИА. - Введение понятия "пирамида управления" и ее математическое описание. - Реальные СЭС как примеры пирамид управления. - Социальные технологии - технологии построения оптимальных и эффективных систем управления из людей. - Использование Социальных Технологий в аналитической и управленческой деятельности в экономике и обществе. - Вопросы и задания.

Список литературы.

Приведены литературные источники учебного, научного и монографического характера по широкому кругу аспектов моделирования социальных и экономических систем.

Предисловие.

Курс основ *экономической кибернетики* по традиции открывает подготовку студентов - экономистов в области моделирования и анализа социальных и экономических систем и выполняет, помимо прочего, функции курса *введение в специальность*. В последние годы все возрастает понимание того, что *математические* курсы играют ключевую роль в подготовке современного менеджера, так как только они способны объективизировать процесс управления.

Кибернетика в этом смысле является весьма мощным средством анализа, привлекательным по целому ряду причин. Во-первых, она позволяет оперировать *количественными закономерностями*, что в области социальных и экономических наук является скорее исключением, чем правилом. Во-вторых, она позволяет проводить анализ ситуации, анализ систем разного рода, анализ явлений и событий в направлении изыскания возможностей для наиболее эффективного - или, как часто говорится в теории управления и кибернетике, "оптимального" - решения. В-третьих, кибернетика позволяет сформировать на основе проведенного в ее рамках анализа четкие и однозначные критерии, позволяющие выбрать из множества возможных именно тот сценарий развития ситуации, который и единственный и реализуется в данный момент на практике.

По этой причине кибернетика в последние годы завоевывает все более прочные позиции, становясь естественным и привычным инструментом социального и экономического анализа.

Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что изучение кибернетики как аппарата для социального и экономического моделирования для экономистов является далеко не простым делом. Среди наиболее важных причин выделим несколько. Прежде всего - кибернетика это, по преимуществу, наука "строгая", оперирующая точно определенными понятиями и терминами – это является следствием того, что она отпочковалась от математики. Если же это не сделано или если это сделать на первоначальном этапе постановки задачи затруднительно, то специалисты в области кибернетики – моделирования социальных и экономических систем – уже во время самой постановки задачи вводят новые термины и понятия, которые четко и однозначно определяются в процессе постановки, решения задачи и анализа ее результатов. Такое положение довольно непривычно для экономистов, которые привыкли оперировать сравнительно расплывчатыми экономическими категориями, - понятиями скорее философского плана, нежели математического. Наконец, практика обучения экономистов, как правило, базируется на использовании только сравнительно ограниченного математического аппарата, и притом только в строго заданных и неизменных рамках сравнительно узкого круга задач.

Бурное развитие компьютерного моделирования потребовало коренной перестройки всего математического образования экономистов. Появились учебники и учебные пособия, которые, по сути, нацеливают студента на проведение самостоятельных исследований с использованием достаточно изощренных математических методов, часть из которых ранее была знакома только узким специалистам-математикам. Например, появились курсы математического аппарата для исследования операций (например, Конюховский П. Математические методы исследования операций в экономике. – СПб.: Питер, 2000.-208с., Шикин Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении. - -:Дело, 2002.-440с.), многие аспекты математического моделирования включаются непосредственно в курс высшей математики для экономистов (Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике. – М.: МГУ-ДИС, 1998.-368с), рассчитанные на широкие круги студентов – экономистов, менеджеров и управленцев.

- Таким образом, сегодня возникла настоятельная необходимость в появлении учебного пособия, ставящего цель научить студента-экономиста моделированию социальных и экономических явлений, проведению количественного анализа явлений и феноменов социальной и экономической жизни. Особенно важно это в области менеджмента - управления, осуществляемого людьми и над людьми.

В результате и появился этот авторский курс, где использованы уникальные способы подбора и подачи материала, успешно апробированные в ходе преподавательской деятельности как в стенах Винницкого института региональной экономики и управления, так и в ходе многочисленных тренингов и семинаров для специалистов. В курсе изложены не только описание основ построения моделей для анализа и управления в экономике, но также и уникальные результаты в области моделирования социально-экономической информации управленческой деятельности человека.

Книга доступна широкому кругу студентов, специалистов-практиков и аспирантов, и будет полезна не только при подготовке дипломных работ – от бакалаврских до магистерских, но также и

выпускникам. Книга может служить своего рода *введением в специальность* для широкого круга студентов экономических специальностей и для специалистов, занимающихся моделированием социальных и экономических систем.

Текст написан таким образом, чтобы его можно было использовать как в качестве учебного пособия, так и в качестве задачника для обретения читателями необходимых практических навыков. Часть излагаемого материала может быть вынесена на практические занятия, использована в виде тем для самостоятельной и индивидуальной работы студентов, а также использована в качестве тем для написания рефератов, фрагментов курсовых и дипломных работ.

Замечание специально для читателей из Украины: книга написана в соответствии с требованиями Государственного стандарта Украины для специальностей «Экономическая теория» и «Экономическая кибернетика».

Приступив к работе над чтением лекций для студентов, автор с некоторым удивлением обнаружил, что практически полностью отсутствуют книги, которые можно было бы рекомендовать в качестве *базовых* при изложении материала.

Вся литература, которую хоть каким-то образом можно отнести к этой области, делится на следующие классы:

- Литература популярная, в которой в легкой и доступной манере описана *внешняя* сторона процедуры решений задач: методы и алгоритмы проведения анализа здесь просто *не описаны*. При этом, как правило, авторы таких книг ограничиваются кругом задач технического или экологического характера.
- Литература учебного и монографического характера, где излагаются *математический* аппарат и способы *математического* решения тех социальных и экономических задач, модели которых уже построены и хорошо известны. Как правило, это весьма *частные* и *специфические* задачи, которые просто не могут (вследствие своей внутренней несогласованности) быть объединены в единые системы.
- Литература философского содержания, описывающая в основном гносеологические вопросы теории систем, теории познания, и прочее. Эти вопросы изложены на уровне, чрезвычайно далеком от того, чтобы их можно было непосредственно использовать для решения практически важных задач.

Таким образом, обнаружилось, что в русскоязычной литературе отсутствует целый пласт книг учебного характера, которые могли бы подготовить читателя к *самостоятельной* профессиональной деятельности в области социального и экономического моделирования. Это и неудивительно: крайне мало в мире имеется людей, которые способны профессионально выполнять столь разные этапы аналитической деятельности. Гораздо большее число «узких специалистов», которые выполняют *лишь один частный этап* процесса социально-экономического анализа, - вследствие этого они и выделяют в написанных ими книгах именно этот, хорошо понимаемый ими этап. В ущерб остальным этапам. По этой причине читателю приходится *самостоятельно* интегрировать в единый комплекс большое количество разнородных по уровню и стилю текстов, - это само по себе уже требует значительных аналитических навыков и зрелости в применении методологии и методов интегративного анализа! Для начинающего читателя (особенно – студента, ограниченного жесткими временными рамками!) это, как правило – не под силу. (Впрочем, и для многих профессионалов это также будет представлять весьма серьезную проблему.)

- ***Настоящая книга призвана заполнить этот пробел.***

В ней внимание распределено *равномерно* на все этапы построения, моделирования и анализа. Это представляется чрезвычайно важным, потому что успех аналитической деятельности, частью которой является экономическая кибернетика, закладывается уже на первом этапе – на этапе перехода от реального исследуемого объекта к его модели. Как правило, этот момент остается вне поля зрения как учебной литературы (которая относит его на этап *профессиональной* деятельности), так и монографической (которая относит его на этап *учебных курсов*). В первых главах книги даются методологические основы перехода от реального объекта к модели, последовательно описываются стадии *детализации* и *математической формализации* полученной модели. Обращается особое внимание на получение ответов типа «Почему?» и «Как?»: почему мы ограничились именно таким уровнем рассмотрения? Почему мы вообще на каком-то уровне можем (имеем право) прекратить

моделирование изучаемого объекта? Как перейти от модели одного уровня к модели более высокого (низкого) уровня детализации? Как построить иерархическую систему моделей? И т.д.

Этап построения и исследования математических моделей излагается на примере двух моделей, имеющих самостоятельное значение при анализе социальных и экономических систем. При этом большое внимание уделяется методологическим аспектам, разъясняющим читателю технологию осуществления перехода на стадию использования математического аппарата, исследования и интерпретации полученных результатов. Последнее также чрезвычайно важный методологический аспект, ибо позволяет перейти к процедуре *верификации* модели и ее применению (как правило, эта сторона деятельности социального и экономического аналитика чрезвычайно слабо освещена в литературе).

Наконец, в книге дано также изложение *модели человека*, которая описывает именно *управленческий аспект* его деятельности. Изложение проведено на уровне, вполне доступном для студента. Этот материал обладает весьма широкой областью приложений, и является *центральной* для моделирования широкого класса социальных и экономических систем: ранее роль и место человека – управленца описывалось преимущественно лишь в рамках вербальных или лингвистических моделей. Эта модель для описания деятельности человека применима в широком классе интерьеров, что существенно обогатит аналитический арсенал читателя.

И еще один важный момент. Сегодня существует достаточно большое количество отдельных и разнородных моделей для описания разных социальных и экономических объектов, процессов и явлений. Однако отсутствует методологическая и технологическая платформа, которая позволила бы произвести их классификацию, сравнение между собой, - и, в результате, свела бы их в единую базу данных, из которой, по мере потребности, могли бы извлекаться для синтеза конкретным специалистом эффективных моделей поставленных перед ним задач. Настоящая книга снабжает читателя такой методологической платформой.

Таким образом, предлагаемая читателю книга снабжает читателя – студента, ученого, исследователя или практика – необходимым для его успешной профессиональной деятельности сведениями. Хотя изложение и ведется на доступном для студента уровне, изложенный материал обладает достаточной глубиной, чтобы умудренный сединами профессионал открыл для себя много нового.

При написании этой книги автор преследовал цель снабдить студента или начинающего специалиста книгой, которая сумела бы помочь ему при решении тех конкретных задач, которые перед ним будут поставлены в самом начале его самостоятельной деятельности. Здесь описано все то, что *действительно* необходимо для успешной профессиональной деятельности в области анализа моделирования социальных и экономических систем.

Эта книга написана таким образом, чтобы сопровождать начинающего специалиста, помогая ему, подсказывая направления перспективных решений и помогая в решении конкретных задач. как показала научная и преподавательская практика автора, таких книг имеется действительно чрезвычайно мало.

Выражаю глубокую благодарность многим специалистам, обсуждение с которыми способствовало более ясному изложению материала. Особо благодарю П. Конотопова, И. Шеренкова, И. Килимнюка за полезные дискуссии.

Хмельник-Винница, декабрь 2002

Введение

Моделирование социальных и экономических систем – экономическая кибернетика. - История кибернетики. - Кибернетика в СССР и в Украине. - Первые ЭЦВМ С.А. Лебедева и Институт Кибернетики В. Глушкова. - Кибернетика сегодня - это использование в социальной и экономической аналитике. - Разделение двух функциональных ролей - аналитика и лица, принимающее решение.

Моделирование социальных и/или экономических систем – важный этап процедуры *принятия решения*, осуществляемой каждым менеджером. Построение *адекватной* реальности модели – зачастую наличие такой возможности способно определить успех начинания.

Принятие решений – эта область традиционно относилась к сфере *управления*. а управление, в свою очередь, имело «свою собственную» дисциплину под названием «кибернетика». Вместе с тем, управление в социальных и/или экономических системах настолько отличается от всех остальных видов управления, что его выделили в отдельную дисциплину и назвали «*Экономическая кибернетика*».

- Всюду в настоящей книге мы и будем использовать термин «экономическая кибернетика», понимая под ним просто «моделирование в социальных и/или экономических системах».

Для начала поговорим о кибернетике.

Кибернетика как самостоятельная научная дисциплина оформилась в конце 40-х - начале 50-х годов XX века. По сути, ей нет еще и 50-ти лет! И, все же, кибернетику можно назвать самой древней наукой. Еще трактаты Конфуция полны анализом самых разнообразных социальных и экономических ситуаций. Ветхий и Новый заветы - также полны описанием сугубо кибернетических задач. Можно сказать, что осознание того, что для анализа и управления обществом требуются весьма специфические методы, - такое осознание на уровне как отдельного человека, так и социальных структур, существовало всегда. По крайней мере - в рамках европейского пути развития общества.

Мы не будем, конечно, начинать "от Адама и Евы"! (Хотя эта задача весьма интересна и поучительна - читатель может рассмотреть ее в рамках подготовки рефератов или семинарских занятий.) Мы опишем - и притом весьма кратко опишем! - путь развития кибернетики от середины XX века и до сегодняшних дней, - то есть путь собственно *научной* кибернетики.

Итак, возникновение кибернетики обычно связывают с Норбертом Винером и его одноименной книгой, изданной в 1948 году одновременно в США и во Франции. Однако не следует забывать, что сам Винер неоднократно подчеркивал, что практически все те же самые результаты в области математического описания были получены Алексеем Колмогоровым, московский математиком. У нас в СССР это направление называлось "автоматическим управлением", и основные математические результаты были получены зачастую даже раньше, чем за границей.

Почему же влияние советских ученых на развитие кибернетики не оказалось столь значительным?! Причина этого очевидна: закрытость советского общества, а также то обстоятельство, что практически все результаты были получены в рамках секретных, закрытых тем и научных разработок, - и поэтому они стали известны широким научным кругам со значительным опозданием. Наконец - большинство научных работ было написано по-русски, тогда как с середины XX века научным языком *международного* общения стал английский.

Кибернетика в бывшем СССР в начале 50-х годов была официально "под запретом", клеймилась "лженаукой" - и, вместе с тем, весьма бурно развивалась! Развивалась она в рамках технической кибернетики, - то есть как автоматизация управления техническими системами. Именно для этих целей в СССР, под Киевом, и была построена первая на Европейском континенте ЭЦВМ - электронная цифровая вычислительная машина!

А начиналось, как ни парадоксально все в том же, знаменитом для кибернетики, 1948 году! Именно тогда в Киеве, под руководством С.А. Лебедева, была построена знаменитая на весь мир МЭСМ – малая электронная счетная машина. А через несколько лет – была построена БЭСМ – большая электронная счетная машина, самая быстродействующая в Европе, с фантастическим на то время быстродействием – 8 тысяч операций в секунду!

Тогда же в Киеве, в начале 1960-х, были получены первоклассные результаты в области кибернетики, - и именно здесь, под руководством В. Глушкова, выдающегося ученого-кибернетика, был создан Институт кибернетики. Отметим весьма важное обстоятельство, которое относится к организации научной и практической деятельности: научно-практические центры в то время создавали там, где были необходимые для этого *выдающиеся* исследователи.

В конце XX века кибернетика получила новое направление развития - перешла от технических систем к системам социальным и экономическим. В западных странах этот процесс стимулировался развитием изучения процессов самоорганизации и синергетики, и его источник лежал, собственно, вне кибернетики. Но в СССР моделирование социальных и экономических систем развивалось в рамках именно кибернетики.

И сегодня кибернетика - это, прежде всего, кибернетика экономическая.

Весь накопленный за 50 лет существования кибернетики понятийный, концептуальный и математический аппарат эффективно используется для описания, моделирования и прогноза социальных и экономических систем. Прежде всего, конечно с целью анализа ситуаций, событий, явлений и тенденций.

Сегодня в целях повышения эффективности управления, роль аналитика все более выделяется, приобретая самостоятельное значение. В современной экономике выделяются, таким образом, две основные ролевые функции - функция аналитика, осуществляющего анализ и прогноз, и функция "лица, принимающего решения" - ЛПР, человека, который собственно и осуществляет принятие решения. В этих условиях на кибернетику возложена ответственная миссия служить своего рода "интерфейсом" между аналитиком и ЛПР, - кибернетика выступает как своего рода "универсальный язык", на котором в объективном виде могут быть описаны многие социальные и экономические ситуации.

К описанию экономической кибернетики и переходим далее в книге.

Для удобства читателей в книге использован ряд пиктограмм.



- Определение термина или понятия – сокращение от латинского *definitio* (или, если хотите – от английского *definition*). Необходимо внимательно прочесть его, продумать и даже записать отдельно. В нем сконцентрирован очень большой объем информации, который часто в дальнейшем раскрывается на примерах и в дальнейшем обсуждении. Эту информацию ни в коей степени нельзя упустить!



- Мудрая мысль. Часто это сконцентрированный совет или рекомендация для использования в практической деятельности. Эту информацию следует запомнить, так как она может привести к успеху при решении конкретных задач. в ряде случаев материал, описанный здесь, задает направление для дальнейших исследований, которые могут быть проведены студентами.



- Ценная мысль. Часто здесь выражена информация, которая может помочь при осуществлении собственной деятельности, в том числе и в области бизнеса. Здесь также приведена информация, которая способствует сокращению затрат усилий при решении конкретных практических задач, а также способствует формированию ценных для практики знаний и навыков.



- Примечание, замечание, "к слову", ценное сообщение. Часто здесь разворачивается объяснение описываемого выше, а также описываются типичные интерьеры и контексты, в которых справедливо проведенное ранее рассмотрение. Также – обсуждение сказанного выше.



- Пример, разговор "почти на тему". Здесь часто приведены "дальние аналогии", связывающие рассмотрение с материалом других дисциплин. Иногда подробное рассмотрение может привести к получению весьма интересных результатов.

Глава 1. Кибернетика как наука об управлении и информации.

Управление зенитным огнем: скорость снаряда примерно равна скорости самолета (появление кибернетики). - Моделирование а) самолета, б) летчика ($a < 8g$!), в) способа ведения зенитного огня - с целью создать управляющую систему. - Норберт Винер - появление слова "кибернетика" в научном обиходе. - Алексей Колмогоров в СССР и почему у нас не появилось это слово. - Серия определений терминов "кибернетика" и "управление". - Понятие системы, сложной системы. - Метод кибернетики - моделирование а) функции, б) объекта. - Методы исследований в кибернетике - анализ, синтез, моделирование. - Способ исследования в кибернетике. - "Рабочее" определение термина "информация". - Способ решения задач в кибернетике - общее описание научного метода. - Специфическая роль кибернетики в системе экономических наук (присутствие в гуманитарных дисциплинах - прежде всего социальных и экономических - серии "априорных гипотез", и "непроверяемых выводов", с чем кибернетика вполне способна справиться). - Кибернетика как "интерфейс" (точнее - его важнейшая часть) между реальностью и лицом, принимающим решение (ЛПР). - Вопросы и задания.

Управление зенитным огнем как первая задача кибернетики.

Так уж повелось, что каждая наука начинает свое становление с решения какой-то практически важной задачи. В истории кибернетики такой задачей стала задача об управлении зенитным огнем.

...За каких-нибудь 5 лет - с 1933 по 1938 - скорость самолета увеличилась от 300 км/час до 700-750 км/час. Эта скорость уже сравнима со скоростью зенитного снаряда, которым этот самолет пытаются сбить. Таким образом, в конце 1930-х годов задача о разработке системы ведения зенитного огня оказалась "на гребне" внимания. Впервые в истории военного дела задача была осознана и поставлена не в виде "как одним снарядом поразить", а в виде "как наименьшим количеством снарядов добиться наивысшей вероятности поражения" вражеского объекта - самолета.

Таким образом, стало ясным, что в управлении зенитным огнем необходимо переходить от алгоритма "прицельный выстрел" к алгоритму "постановка зенитного заграждения". Но как?! Для этого пришлось заняться *моделированием*.

Для начала - промоделировать движение самолета. В самом деле, если известно положение самолета и его скорость в данный момент, то вполне можно предсказать его положение в последующие моменты времени. Погодите, но ведь самолет управляется летчиком! А уж тот-то постарается его увести в сторону. Непредсказуемо, - как раз, чтобы мы в него не попали! Как же быть?!

Вот поэтому и приходится ставить задачу в *вероятностном* виде. То есть рассчитывать не одну траекторию самолета, а целый их пучок! И некоторым траекториям - приписывать большую вероятность, чем другим.



Задумаемся над вопросом: а как следует летать, чтобы тебя не сбили? Да делать как можно больше "нестандартных" действий! Например: всех летчиков учат фигурам высшего пилотажа. И в летных училищах особое внимание обращают на "чистоту выполнения" таких фигур. Как мы теперь понимаем - таким образом они готовят как раз именно тех пилотов, которые будут сбиты в первую очередь: они *слишком предсказуемы*. Система подготовки военного летчика должна быть построена по совершенно иным правилам, нежели летчика гражданской авиации. Иван Кожедуб, ас и летчик-истребитель времен второй мировой войны, специально отрабатывал "крюки" - так он их называл - которые он делал после каждой фигуры высшего пилотажа. За это его много ругали - он ведь был летчиком-инструктором в летном училище, пример должен был бы показывать другим. Но: в боевых вылетах он остался жить, а те его коллеги - летчики-инструкторы, которые тщательно выделяли фигуры высшего пилотажа - практически все они бывали сбиты уже в первых вылетах. Вот так и в менеджменте: наибольший выигрыш приносит именно "нетрадиционное" решение, - но об этом позже.

На возможные траектории оказывает влияние как конструктивные особенности самолета, так и физиологические особенности летчика. Например, ускорение свыше $8g$ (здесь g — ускорение свободного падения) при расчете траекторий самолета будет "запрещено", так как летчик при этом теряет сознание.

Ну и, наконец, следует учесть то, что зенитный огонь должен вестись "вперед", *вдоль* пучка вероятных траекторий самолета. Наиболее часто и много стрелять нужно как раз в те места, где будут

проходить наиболее вероятные траектории. И уж нужно не забыть, что само зенитное орудие обладает некоей инерционностью, - значит, необходимо построить еще и модель зенитного орудия...

Таким образом, надо *свести воедино* все 3 задачи: модель полета самолета, модель зенитного орудия и модель стрельбы – свести все это в *единую модель* для достижения цели – обеспечения максимального ущерба самолетам противника путем минимальных собственных затрат.



В середине 1980-х эта задача неожиданно напомнила о себе снова. Появились так называемые «крылатые ракеты», летящие на высоте 25-30 метров над землей. Оптимальное средство защиты – это автоматические зенитные комплексы, которые, без влияния человека, способны наводить зенитный комплекс и сбивать ракету артиллерийским огнем.

Норберт Винер и термин "кибернетика", и почему это слово не появилось у нас.

Ну вот мы и рассмотрели как раз тот блок задач, который был успешно решен в середине 1940-х годов а "социальный заказ" для этого был уж куда как весомый: с 1939 года шла мировая война! В США наиболее известные результаты принадлежат Ноберту Винеру. В СССР - академику Алексею Колмогорову.

В 1948 году Норберт Винер опубликовал книгу "Кибернетика", где *распространил* описанный выше подход на исследование и описание биологических и социальных систем. В это время и сама его книга, и даже это слово в СССР были запрещены: способы описания живых и социальных систем диктовали марксистско-ленинской философией. А поскольку сами философы были, как правило безграмотны в области математики, - вот они взяли и "запретили" это непонятное для них направление.



А, вообще-то, слово «кибернетика» встречается еще у Платона, и означает оно у него – искусство управления кораблем (конечно, с командой на борту), - у него есть даже использование этого слова в *переносном* смысле, как искусство управления людьми.

Известный физик Анри Ампер в XIX столетии издал книгу, где слово «кибернетика» использовал для обозначения «науки об управлении государством». Как видим, это слово имеет долгую историю и использовалось задолго до Винера – и в совершенно других смыслах.

Определение понятий "кибернетика" и "управление".

"**Кибернетика** - реакционная лженаука, возникшая в США после второй мировой войны и получившая широкое распространение и в других капиталистических странах; форма современного механицизма. Приверженцы кибернетики определяют её как универсальную науку о связях и коммуникациях в технике, в живых существах и общественной жизни, о "всеобщей организации" и управлении всеми процессами в природе и обществе. ...По существу своему кибернетика направлена против материалистической диалектики, современной научной физиологии, обоснованной И.П. Павловым, и марксистского, научного понимания законов общественной жизни. Эта механистическая метафизическая лженаука отлично уживается с идеализмом в философии, психологии, социологии. ...Под прикрытием пропаганды кибернетики в странах империализма происходит привлечение учёных самых различных специальностей для разработки новых приёмов массового истребления людей - электронного, телемеханического, автоматического оружия, конструирование и производство которого превратилось в крупную отрасль военной промышленности капиталистических стран". (Краткий философский словарь / Под редакцией М. Розенталя и П. Юдина. Издание 4-е, доп. и испр. - М.: Государственное издательство политической литературы, 1954, с. 236-237.)

М-да, похоже, что это совсем не то определение, которое нам нужно... Однако читатель все же успел почувствовать дух того времени, - и стали понятны усилия, которые тратили наши ученые на то, чтобы, тем не менее, заниматься кибернетикой.

Только в 1959 году - спустя 11 лет после выхода книги Н. Винера - в СССР был создан Научный совет по комплексной проблеме "Кибернетика" АН СССР, который активно работал до середины 1990-х годов и осуществлял координацию научно-исследовательских работ в стране в области кибернетики и ее приложений.

А вот несколько определений кибернетики, которые принадлежат ведущим ученым бывшего СССР, специалистам в области кибернетики.



Академик АН СССР А.И. Берг, 1961 год: ***"Кибернетика - это наука об управлении сложными динамическими системами"***. Термин «сложность» здесь применяется как философская категория. Динамические системы на производстве, в природе и в человеческом обществе - это системы, способные к развитию, к изменению своего состояния. Сложные динамические системы образуются множеством более простых или элементарных систем или элементов, взаимосвязанных и взаимодействующих. ...Целью советской кибернетики является разработка и реализация научных методов управления сложными процессами для повышения эффективности человеческого труда». (Сборник «Философские проблемы кибернетики», Соцэкгиз, М., 1961. - стр. 155—156.)



Академик АН СССР А.Н. Колмогоров, 1959 год: ***"Кибернетика занимается изучением систем любой природы, способных воспринимать, хранить и перерабатывать информацию и использовать ее для управления и регулирования"***. При этом кибернетика широко пользуется математическим методом и стремится к получению конкретных специальных результатов, позволяющих как ***анализировать*** такого рода системы (восстанавливать их устройство на основании опыта обращения с ними), так и ***синтезировать*** их (рассчитывать схемы систем, способных осуществлять заданные действия). Благодаря этому своему конкретному характеру кибернетика ни в какой мере не сводится к философскому обсуждению природы "целесообразности" в машинах и философскому анализу изучаемого ею круга явлений". (Колмогоров А.Н. Предисловие к русскому изданию книги Эшби У.Р. Введение в кибернетику. - М.: Иностранная литература, 1959.)



Сегодня дается, например, такое определение кибернетики: ***"Кибернетика изучает организацию систем в пространстве и времени, то есть то, каким образом связаны подсистемы в систему и как влияет изменение состояния одних подсистем на состояние других подсистем. Основной упор делается ...на организацию во времени, которая в случае, когда она целенаправленна, называется управлением"***. (Турчин В.Ф. Феномен науки: Кибернетический подход к эволюции. Изд. 2-е - М.: ЭТС, 2000. - 368 с.) Для описания процессов изменения состояния системы используются такие термины, как "динамика системы" и "организация системы во времени", однако, по замечанию В.Ф. Турчина, более уместным здесь является именно "организация во времени". Это вызвано тем, что термины "динамическое" и "статическое" принято использовать по отношению к вариантам описания системы (ее моделям, учитывающим либо и пространство и время, либо только пространственную компоненту), будучи же примененным к системе слово "динамика" невольно вызывает представление об однородности устройства системы.



Какое же определение выбрать?! В принципе - то, какое хотите! Главное - чтобы читатель смог очертить класс задач, которые решаются в рамках кибернетики. А также описать, как именно они решаются. Можно в качестве "рабочего" определения принять такое: ***"Кибернетика - это наука об управлении в системах разной природы и потоках связанной с управлением информации"***. Собственно, все данные выше определения и говорят именно об этом.

В качестве определения для термина "управление" можно выбрать следующее:



Управление - функция организованных систем различной природы (технических, биологических, социальных, экономических, и т.п.), направленная на реализацию их целевых установок и поддержку внутренне присущей им структуры (целостности системы).



В рамках кибернетики обосновывается (и даже доказывается – для ряда частных случаев) следующее положение: степень сложности системы управления должна соответствовать ("быть равной" или же быть "более высокой") степени сложности объекта, которым управляет эта система. Использование этого обстоятельства позволяет прогнозировать надежность и эффективность управления социальными и экономическими системами. "Простые решения" - это часто миф, придуманный теми, кто не в состоянии управлять эффективно!

Понятие системы, сложной системы.

Устали от определений? Потерпите, уже немного осталось!

(Впрочем, в этом и заключается необходимый этап любого обучения: вначале следует изучить систему определений, из которой постепенно вырастает стройное здание научной дисциплины.)

Понятие "система" относится к одному из главнейших в кибернетике. Как всегда, имеется много разных определений этого термина. Какое из них выбрать - это зависит от задач, которые предполагается решить. Поскольку нас интересуют кибернетические задачи - то есть задачи управления, то систему можно определить следующим образом.

 Термину "*система*" сопоставляется некоторый материальный объект, состоящий из других объектов, называемых его подсистемами. По существу, когда речь идет о понятии "система", речь идет не только о реальных объектах, но и об отражении в сознании исследователя определенных фрагментов реального мира и условном разделении его на подсистемы в соответствии с задачами управления. Данное понятие адресовано, скорее, к интуиции исследователя, поскольку связано с понятием иерархии, обычно мыслимой в виде пирамиды.

 *Сложной системой* называется система, для рассмотрения которой в контексте конкретной задачи необходимо использовать прием иерархического упорядочивания ее элементов в интересах снижения размерности решаемых задач.

Более подробно об этом будет описано в следующей главе, - а сейчас вернемся к кибернетике.

Метод кибернетики - моделирование.

Основным методом кибернетики является моделирование. По способу своего осуществления моделирование можно разделить на:

- *Моделирование функции* того или иного объекта, системы, явления, события, - с надеждой, что, тем самым, удастся адекватно описать будущее поведение самого исследуемого объекта. Например - моделирование ролевой функции "продавец" или "покупатель" при описании процесса покупки.
- *Моделирование собственно объекта исследования* - с надеждой, что при этом удастся получить адекватное представление также и о его функции. Например, - моделирование принятия решения человеком с последующим применением полученных результатов при описании интерьера "процесс продажи" к каждой участвующей стороне.

При моделировании функции того или иного объекта нами, вообще говоря, не выдвигается в качестве обязательного требование о том, чтобы наша модель "была похожей" на сам исследуемый объект. При таком подходе для нас вполне достаточно, когда модель позволит предсказать особенности выполнения интересующей нас функции *только в этом* интерьере социальной или экономической системы. В этом, собственно, и состоит причина, по которой *разные* объекты (процессы, явления, системы и т.п.) часто описываются *одинаковыми* моделями - включая сюда также и математические модели!

Наоборот, когда мы занимаемся моделированием собственно исследуемого объекта - вот здесь уже с обязательностью требуется достижения "похожести" модели на сам объект. Собственно, при этом получается модель, которая вполне может быть пригодной к *большому количеству* разных интерьеров, - тем самым, область применимости таких моделей является весьма широкой.

Какой способ моделирования выбрать в каждом конкретном случае - это определяется уже самим исследователем. При этом не последнюю роль играет знание исследователя, наличие у него опыта, уровень владения им специфического аппарата и методологии моделирования, - и, конечно, его владение математическим аппаратом.

Методы исследований в кибернетике - анализ и синтез.

Основными методами исследования в кибернетике являются анализ и синтез. По сути, это просто классическое деление этапов решения задач.

В классической логике анализ рассматривается как способ решения "снизу вверх": от формулы к аксиомам, своего рода "разложить рассматриваемый объект на составляющие части". Можно сказать, что этот метод применяется для снижения сложности задачи, когда производится декомпозиция исследуемого объекта на составные части, и каждая часть исследуется уже по отдельности. Это позволяет повысить уровень детализации и достичь более высокого качества прогноза. Конечно, при

этом начинают сказываться проблемы, связанные с функционированием объекта как целого, - однако это уже зависит от опыта и удачливости исследователя.

Синтез рассматривается как способ решения задачи "сверху вниз": от аксиом к выводимой формуле. На этом этапе "все складывается вместе", в единый комплекс.

Процессы анализа и синтеза - это своего рода процессы "взаимно-обратные", и поэтому часто на практике рассматриваются как естественные последовательные этапы в решении конкретной задачи. На этапе анализа происходит разложение исследуемого объекта на составные части, которые исследуются затем по отдельности. После этого производится складывание этих частей. На этом же этапе производится попытка описать (точнее - восстановить!) те специфические особенности, которые определяют целостность, неразложимость исследуемого объекта.

Способ исследования в кибернетике.

Кибернетика обладает весьма мощным способом исследования, который заключается в описании распространения информационных потоков в системе и изучении способов управления ими.

В общем случае можно выделить следующие стадии и узловые пункты при изучении информационных потоков:

- Источник информации. В рамках экономической кибернетики в качестве источника информации выступает, как правило, человек.
- Среда, по которой информация распространяется. Для экономической кибернетики - это, как правило, социальная среда. Конечно, при изучении ряда задач будут рассматриваться в качестве среды и некоторые технические системы – и например, Интернет.
- Приемник информации. Отвлекаясь от технических систем - в качестве такого приемника выступает также человек (как правило, служа приемником на одном этапе передачи информации, он, одновременно, выступает также и как источник – но источник *уже преобразованной* информации).
- Сток информации. Иногда при рассмотрении информационных потоков сталкиваются с ситуацией, когда информация "входит, но не выходит" - это естественно интерпретировать как сток информации, как своего рода "информационную черную дыру".
- Искажение информации. В рамках технической кибернетики их связывают, обычно, с шумами. В социальных и экономических же системах искажение информации присутствует, как правило, всегда, и обусловлено оно часто бывает не чьей-то "злой волей", а всего лишь специфическими особенностями восприятия и обработки информации человеком. Более подробно об этом будет описано в главе 9 книги.
- Восстановление информации (или уменьшение искажений). Как правило, для социальных и экономических систем это также связано с – часто целенаправленной – деятельностью людей. В частности, для этого существуют целые аналитические отделы.

"Рабочее" определение термина "информация".

Термин "информация" является одним из самых трудных для определения в современной науке. С ним связано много ошибочных толкований, и много заблуждений.

Фактически, термин "информация" определяется самим исследователем и используется им как научный термин только в рамках решаемых им задач. Существует множество определений информации. Определения информации давали такие ученые, как Н. Винер, Р. Хартли, К. Шеннон, Н. Рашевский и другие. Ниже, следуя книге Ю.В. Курносова и П.Ю. Конотопова "Аналитика", приведены некоторые из них:

Информация – фундаментальная первооснова и всеобщее свойство вселенной, существует независимо от нас, проявляется в трехмерном процессе взаимодействия микро- и макропроцессов энергии, движения и массы в пространстве и времени.

Информация – свойство материи изменяться и отражать это изменение.

Информация – снятая неопределенность, связанная со случайными процессами, а также с превращением возможности в действительность.

Информация – свойство объекта уменьшать неопределенность процесса изменения его состояния во времени.

Информация – снятие (устранение) неопределенности, где неопределенность – недостаточное знание об объектах и явлениях (отождествляется с неинформированностью субъекта).

Информация – степень модификации структуры входными данными.

Информация – отражение в психике закона существования мира (психическое отражение мира):

- как инвариант обратимых трансформаций поступающего к субъекту сообщения;
- инвариант: величина, остающаяся неизменной при тех или иных преобразованиях;
- единица, заключающая в себе все основные признаки своих конкретных реализаций;
- сведения об окружающем мире и протекающих в нем процессах, воспринимаемые биологическим объектом или специальным устройством.

Информация – сведения о лицах, предметах, событиях, явлениях и процессах независимо от формы их представления, используемые в целях получения знаний, принятия решений.

Информация об объекте есть изменение параметра наблюдателя, вызванное взаимодействием наблюдателя с объектом.

Сами же авторы цитированной выше книги дали такое определение: "Информация - это то, что изменяет полноту знания об объекте или системы".

Мы рекомендуем в качестве *рабочего определения* использовать такое



Информация - это все то (данные, сведения и т.п.), что помогает управлению. (Мы не перечислили их? Не задали четко и однозначно? Да, - но можно ли вообще сделать это?! Жест – несет ли он информацию? И да, - и нет: зависит от ситуации! А мимика, эмоция, подпись на документе? Именно по этой причине в такой «рабочем» определении и не дано «полного перечня».)



Получилось несколько расплывчато - однако практически любое определение этого термина, в конечном счете, сведется – особенно в интерьере конкретных приложений – именно к такому определению. Кстати: именно по этой причине многие исследователи - например, академик Н. Моисеев (выполнявший расчеты по "ядерной зиме" в середине 1980-х) - вообще пытаются обойтись без понятия "информация": «Само понятие «информация» крайне дискуссионно. Заметим, например, что до сих пор не существует его общеупотребительного определения, и оно используется главным образом на интуитивном уровне.» (Моисеев Н. Человек и ноосфера. –М.: Молодая гвардия, 1990.-351с.). И далее он разъясняет свою мысль: «Если описывать последовательное развитие материального мира, опираясь на принцип «лезвия Оккама», то информация появляется в нем лишь тогда, когда мы начнем изучать системы с целеполаганием, то есть объекты, способные к целенаправленным действиям. Именно только такие системы порождают необходимость использования термина «информация», без которого нельзя описать процедуры принятия решений, то есть целенаправленного поведения, и изучать зависимость характера принимаемых решений от изменения внешних условий. Во всех остальных случаях вполне можно обойтись без использования термина «информация»» (там же, с.160). как видим – наше рабочее определение вполне отражает эту мысль, - только оно гораздо короче.



Впрочем, менеджеры-практики достаточно хорошо отдают себе отчет в том, что же такое есть информация. Например – вот это: «Уточним, что под **информацией** здесь понимаются не любые сведения, а только такие сведения о людях, предметах, объектах, явлениях и процессах, отображаемые в сознании человека или на каких-то носителях, которые предназначены для последующего восприятия человеком, являются для него новым, пополняют его знания или убеждения». Цитировано по книге Трояновский В.М. Математическое моделирование в менеджменте. Учебное пособие. - М.: Русская Деловая Литература, 1999.-240с.

Способ решения задач в кибернетике - общее описание научного метода.

Для этого нам нужно вначале обратиться к обсуждению того, что же собой являет понятие "научный термин" или "научное понятие".

Необходимость в таком экскурсе вызвана тем обстоятельством, что только наука предоставляет нам возможность сформулировать свои мысли, результаты, выводы и прогнозы в виде, который *не зависит* от конкретного человека. И, что особенно важно, - в таком виде, который *одинаково* воспринимается каждым человеком.

Опишем, что же собой представляет научный термин - как показывает практика преподавания, это далеко не лишнее. Говорить о том, что мы имеем именно *научный термин* мы можем только тогда, когда выполнены следующие три пункта.

Во-первых, должна иметься методика сжатия интересующих нас данных о событии объекте, явлении, процессе и т.п. до уровня системы точно определенных абстрактных понятий, которые и рассматриваются как научные термины.

Другими словами, уже в процессе постановки задачи (не говоря о моделировании!) должны использоваться только те теоретические термины, которые имеют экспериментальное обоснование и могут быть изучены экспериментально. Причем весьма важно, чтобы такая процедура сжатия информации была *достаточно стандартной*, то есть была четко описана система кодирования сведений, получаемых в процессе исследовательской деятельности человека. На этом этапе нет необходимости в стандартизированной методике - здесь достаточно наличия *теоретического метода*, позволяющего провести такое сжатие информации. Подчеркнем, что использование в качестве терминов понятий, для которых отсутствует такой способ сжатия информации до этого "научного ярлыка", является некорректным.

Во-вторых, должны быть установлены связи с другими терминами в этой же и/или другой области науки. Мы должны установить своего рода "правила соответствия", "правила связи" для таких терминов. Образно говоря, мы должны описать "правила игры" с такими терминами. В физике, например, "правила игры" с абстрактными терминами ранее назывались "Законами Природы". Теперь используются менее громкие названия: "аппарат", "формализм", "теория".

Следует отметить, что при этом мы можем получать также и *новые термины*. Интересно, что таким образом можно вводить научные понятия более высокого уровня абстракции - об этом будет более подробно в одной из следующих глав. Однако эти новые термины также должны соответствовать требованиям первого из рассматриваемых пунктов. Подчеркнем, что использование математики ограничено, как правило, только областью теории.

Наконец, *в-третьих*, наш термин должен допускать и процедуру, обратную первому пункту: должны существовать методики "расширения" информации, методики "детализации", наполнения наших теоретических (абстрактных) понятий реальным смыслом, привязкой к конкретной рассматриваемой задаче, - то есть методики для перехода от рассматриваемого научного термина к точно описанной экспериментальной ситуации.

Суммируя, можно утверждать, что вводимое абстрактное понятие можно рассматривать как *научный термин (научное понятие)*, если выполнены *все* три условия одновременно:

- 1) Имеется метод сжатия информации о реальном мире к некоторым абстрактным понятиям - научным терминам.
- 2) Определены "правила игры" с такими терминами, то есть имеется математический и теоретический аппарат, в котором эти термины используются.
- 3) Имеется метод расширения информации - метод перехода из терминов снова к реальному миру, к жизни. Фактически, такой метод является техникой для реализации прогноза.

Специфическая роль кибернетики в системе экономических наук.

Экономическая кибернетика является весьма специфической дисциплиной в системе социальных и экономических наук. Прежде всего, она опирается на весьма мощный понятийный, терминологический и математический аппарат. От многих лет успешного существования технической кибернетики она унаследовала совокупность методологических приемов для описания реальности, характерных для естественнонаучных дисциплин. Здесь разработаны эффективные приемы анализа ситуаций и постановки задач, их решения и анализа результатов.

Этим экономическая кибернетика выгодно отличается от многих социальных и экономических наук, где в качестве обязательного методологического элемента присутствует совокупность *гипотез* о свойствах либо человека, либо социально-экономических объектов. Поэтому она может использоваться для проверки и верификации ряда решений социальных и экономических задач, полученных в рамках других дисциплин социально-экономического профиля. В этих случаях экономическая кибернетика выступает в качестве своеобразного "интерфейса" между социально-экономическими науками и реальностью, помогая лицу, принимающему решения - менеджеру, управленцу - выбрать правильное решение. То решение, которое адекватно поставленной им задаче, то решение, выводы из которого могут быть проверены и которые описываются в объективных, а не субъективных терминах.

Экономическая кибернетика является весьма мощным средством, аппаратом, инструментом и технологией для анализа социальных и экономических объектов, процессов, явлений и систем. Она же – одновременно является также и мощным средством для разработки систем управления такими объектами, системами, процессами и явлениями. Наконец, экономическая кибернетика позволяет в

результате моделирования разработать и апробировать объективные критерии эффективности управления социальными и экономическими системами.

Вопросы и задания.

1. По каким причинам управление зенитным огнем в 1930-х годах вступило в полосу кризиса? В чем заключалось такое кризисное положение? Что потребовалось для его преодоления?
2. Прочитайте определение науки «кибернетика», данное в «Кратком философском словаре» 1954 года. Правильно ли там описан предмет этой науки? Каковы, по Вашему мнению, причины, по которым кибернетика «не пришлась ко двору» в СССР?
3. Сравните определения науки «кибернетика», которые даны разными учеными. Приведите Ваше собственное определение, которое, по Вашему мнению, наиболее полно отражает основные закономерности кибернетики как науки. Сравните данное Вами определение с известными.
4. Приведите примеры, которые подпадают по понятие «управление». Сформулируйте определение понятия «управление» специально для случаев а) социальных и б) экономических систем (объектов)
5. Опишите методы кибернетики применительно к а) социальным и б) экономическим системам, объектам, явлениям.
6. В чем состоит различие между анализом и синтезом как этапами решения задачи? Выделите этапы анализа и синтеза, которые имеют место при моделировании конкретной а) социальной и б) экономической ситуации (объекта, явления, системы).
7. Опишите пример информационных потоков в конкретной а) социальной и б) экономической системе, выделяя при этом основные стадии и узловые пункты а преобразовании информации.
8. Дайте Ваше собственное определение понятия «информация». Выделите сходства и различия данного Вами определения с приведенными в тексте книги. Дайте Ваше собственное определение понятия «информация» применительно к а) социальным и б) экономическим системам (объектам, явлениям).
9. Опишите известный Вам термин (понятие) из а) социальных и б) экономических наук, выделяя для него выполнение всех 3 условий, которые характерны для термина научного.
10. В чем, по Вашему мнению, заключается специфическая роль экономической кибернетики среди наук гуманитарных и экономических? Чем именно кибернетика отличается от них? Для решения каких задач применяется экономическая кибернетика? На каких этапах решения социальных и/или экономических задач целесообразно, по Вашему мнению, использовать экономическую кибернетику?

Глава 2. Классификация систем и моделей.

Определение понятия "система". - Классификация систем. - Исследование систем - системный анализ. – Этапы проведения системного анализа. - Системный анализ в социальной и экономической аналитике. - Классификация моделей по глубине описания. - Иерархические системы, иерархия моделей. – Вопросы и задания.

Определение понятия "система".

Понятие «система» играет чрезвычайно важную роль в кибернетике. Эта роль настолько важна, что часто даже саму кибернетику отождествляют с системным анализом, подчеркивая тем самым то обстоятельство, что кибернетика занимается моделированием, а изучение объекта начинается всегда с рассмотрения его именно как системы.

Дадим несколько определений, отражающих *способ* модельного расчленения (декомпозиции) реального изучаемого объекта.

def *Системой* будем называть совокупность неких универсальных составных единиц - элементов, которые находятся в определенных соотношениях и связях между собой, благодаря чему они составляют некую определенную целостность, неделимость, унитарность, целостность. Элементы системы объединены общей функциональной средой (а для социальных и экономических систем – еще и целью функционирования), в рамках которой элементы под действием системных взаимосвязей частично утрачивают свои индивидуальные свойства и приобретают специализацию.

def *Функциональная среда системы* – это характерная для системы совокупность правил и параметров (часто сформулированных в виде законов или алгоритмов), по которым осуществляется взаимодействие (обмен, взаимоотношение) между элементами системы и функционирование (развитие) системы в целом. Другими словами, функциональная среда системы – это **совокупность связей** между элементами системы.

def *Компоненты системы* - множество относительно однородных элементов, которые объединены общими функциями при обеспечении выполнения общих задач развития системы (для социальных и экономических систем - еще и целей такого развития).

def *Элементы системы* – это условно неделимая, самостоятельно функционирующая часть системы. Подчеркнем, что выделение элементов (разбиение системы на элементы) – это операция, в определенном смысле слова, субъективная. И хотя она зачастую полностью определяет успех или неудачу всего исследования, она чрезвычайно трудно поддается регламентации. Как правило, такое расчленение системы осуществляется в соответствии с некими априорными представлениями исследователя. И уж, конечно, выделение элементов существенно зависит от постановки задачи, стоящей перед исследователем.

def *Структура системы* – это совокупность «ключевых» элементов, которые находятся между собой в «сильных» связях, по которым обеспечивается обмен энергией, массой и информацией между элементами системы, определяющий функционирование системы в целом и способы ее взаимодействия с внешней средой. Такие «структурообразующие» элементы являются своего рода «уникальными», выделенными, - но выделенными не по своей индивидуальной (например, для социальных или экономических систем – личностной) специфике, а по *месту и роли* их в функционировании системы.

def *Граница системы* – это совокупность связанных между собой элементов, которые – взятые в своей совокупности – позволяют производить разделение на «внутреннюю» (например, функциональную среду системы) и «внешнюю» среды для рассматриваемой системы. Интересно, что через такие «пограничные» элементы – а, точнее, «места», которые они занимают, и происходит весь обмен массой, энергией и информацией между системой и ее окружением.



Последнее обстоятельство чрезвычайно важно при описании социальных и экономических систем, и может быть использовано при математической формулировке ряда целевых функций. Например, задача любой службы безопасности на фирме – это *уменьшить* общую границу фирмы, понимаемую, конечно, в смысле обмена информацией «с посторонними». Тогда как задача промышленного шпионажа – она-то как раз и состоит в том, чтобы *увеличить* эту границу, привлекая в нее все новые «места» и все новые элементы – то есть все новых сотрудников фирмы. Таким образом, задача сохранения конфиденциальности изначально конфликтна, и для ее решения может быть привлечен, например, аппарат теории игр, - см. книгу Николис Дж. Динамика иерархических систем. Эволюционное представление. – М.:Мир, 1989.-488с.



Таким образом, чтобы задать систему, мы должны описать (задать) следующие сведения: а) универсальные составные единицы – (функциональные) элементы системы, б) связи, которые существуют между этими элементами, в) особо выделить структуру системы (как совокупность «специфических мест», попадая в которые элементы приобретают «особый вес и значение», а также систему связей между такими «выделенными» местами), и, наконец, г) совокупность «пограничных» элементов (скорее даже – тех «мест», тех положений элементов в системе, нахождение в которых придает этим элементам способность «отграничивать» внутренность системы от окружающей среды).



Вообще говоря, на базе одной и той же совокупности объектов можно построить много разных систем. Задавая *разным* образом «структурообразующие» признаки, эти элементы будут группироваться по разному, между ними будут устанавливаться разные связи, - и, в результате, получим *разные* системы. Как выбрать систему «именно ту, которая нужна» – среди всего множества систем, которые мы можем «понапридумывать», изучая наш объект исследования? Ответ на этот вопрос задается условиями то задачи, которую мы решаем. Например, для завхоза института – весь институт является не более чем собрание некоторых предметов, на которые он навесил ярлыки. А вот для проректора по учебной работе – институт уже представляет собой совокупность двух разнородных объектов: преподавателей, которые «активны» в плане того, что производят обучение, и студентов, «пассивный» элемент, который «только то и делает, что сопротивляется процессу обучения, вносит в него хаос». Две задачи – вот и две системы, построенные в рамках одного и того же объекта – института, где вы учитесь.

Классификация систем.

Задать классификацию систем – это значит задать описание совокупности системообразующих признаков. Простейший способ это сделать – это задать общие различия по принадлежности исследуемого объекта к тому или иному *более общему* классу.

Используя такой подход, можно выделить такие *классы систем*.

Системы делятся на *материальные* и *абстрактные*. Материальные системы – это системы материально мира, такие как физические, природные, биологические, экологические, технические, социальные или экономические. Они, в свою очередь, могут быть разделены на *неорганические* (физические, геологические, химические, технические, и т.п.) и на системы *живые* (биологические, экологические (уже своего рода – смешение, так как эти системы имеют как живую, так и неживую компоненты), а также большой класс систем, в которых присутствует человек – социальные, экономические, культурные,... заканчивая ноосферой в целом).

Абстрактные системы – это такие системы, которые существуют только в результате мыслительной деятельности человека и возникли как следствие процесса описания реального мира. Сюда входят понятия – термины самого различного происхождения (научные, житейские, религиозные, и т.п.), гипотезы, теории, и даже научное знание как целое (кстати: и религиозное сознание также!).

Можно также разделить системы по их «отношению ко времени»: выделяя *статические* системы и системы *динамические*. Статические системы – они могут быть охарактеризованы рядом параметров, которые сохраняют неизменность во времени. Если эти параметры являются важными характеристиками для описания системообразующих признаков – мы приходим к статической системе, которая характеризуется неким «состоянием». Наоборот, если системообразующие признаки выделяют в описываемом объекте *изменяемые* во времени параметры – то тогда говорим о том, задана динамическая система.



Один и тот же объект может быть описан и как динамическая, и как статическая система. Например, рассматривая «окружающую среду» для фирмы, ее вполне можно описать как систему *статическую*. Для данной задачи окружение фирмы выглядит вполне «неизменным». Однако, когда перед нами стоит задача описать «развитие общества» или же «процессы в переходной экономике» – та же самая внешняя среда фирмы приобретает «расплывчатость», динамику, изменчивость! Более того: внешняя среда, которую мы для задач *краткосрочного* планирования развития фирмы рассматривали как статическую, для задач *долгосрочного* планирования та же фирма должна рассматриваться как изменчивая! Стратегия и тактика описывают разные временные промежутки! Тем самым мы приходим к важному и весьма полезному для практической деятельности заключению: для *многих* (на самом деле – для подавляющего большинства!) социальных и экономических систем существует некое «критическое время», которое как бы *разграничивает* способы их описания во времени. На временных промежутках, которые меньше его, систему можно рассматривать как статическую, а вот на временных промежутках, которые больше – та же система характеризуется уже динамическими параметрами. В главе 5 будут рассмотрены некоторые примеры такого описания.

Наконец, системы бывают *закрытые* и *открытые*. Закрытая система, часто называемая еще «равновесной», полагается не обменивающейся никакими потоками (энергии, вещества, ресурсов, финансов, информации и т.п.) со своим окружением. Конечно, это не более чем предположение! Однако это предположение сильно упрощает анализ, – например, когда обмен со внешней средой «мал» (величина этой «малости» определяется рассматриваемой задачей!), то такое предположение вполне оправдывается, – наконец, оно вполне может быть проверено экспериментально. Для систем же открытых, часто называемые «неравновесными», обмен с окружающей средой представляется настолько важен, что именно он и определяет интересующее нас поведение исследуемого объекта.

Исследование систем - системный анализ.

Кибернетика и системный анализ настолько тесно сплелись за время своего развития как научной дисциплины, что часто говорят как то, что «Кибернетика есть часть системного анализа», так и то, что «Системный анализ есть часть кибернетики». Это действительно так: кибернетика и системный анализ составляют некое единство, – но только со вполне определенной точки зрения! А именно: с точки зрения *решения конкретной проблемы*! Тогда системный анализ выступает как *предпроектная* стадия в разработках способов решения задач, как *предмодельная* стадия в научном исследовании (прежде всего – кибернетических). Системный анализ можно назвать также и «дематематизированной кибернетикой», и «формализованным здравым смыслом» – когда сначала думают, а уж потом переходят к делу. Однако всегда подчеркивается главное – тесная связь системного анализа с процессом принятия *управленческих* решений.

Системный анализ является отражением того факта, с которым столкнулись исследователи во многих областях самых разных наук: одни и те же закономерности, одни и те же соотношения между элементами, одни и те же связи – все это вновь и вновь возникает при описании самых разных феноменов, явлений, событий. Использование таких закономерностей дает возможность на некоторых этапах междисциплинарных исследований абстрагироваться от специфических особенностей исследуемых частичных подсистем и их компонентов, которые являются несущественными для рассматриваемой в данный момент задачи, и производить описание на некоем «едином уровне» общности. Таким образом, оказавшись в условиях, когда невозможна глубинная детализация рассматриваемых задач (в конце - концов, вряд ли осмысленной будет постановка задачи от описания фирмы исходя из свойств элементарных частиц, из которых состоят и ее менеджеры, и ее офисное оборудование), ученые перешли – *вынужденно* перешли! – на макроуровень. И этот переход, осуществляемый во многих областях науки, оказался на удивление плодотворным: ученые при описании самых разных объектов все чаще стали обнаруживать *общие для всех них* закономерности. Все это указывало на наличие каких-то общих фундаментальных принципов организации всех систем – от самого нижнего уровня и до самого высшего.

Вначале общая теория систем развивалась в рамках философии, сопровождаясь отвлеченными от реальности дискуссиями. И только тогда, когда ученые перешли к изучению больших человеко-машинных систем – только тогда системный анализ приобрел свою собственную экспериментальную базу. Кстати: человеко-машинными системами в это же самое время занимались и кибернетики – это также и объект их изучения! Вот откуда появилось это «отождествление» в умах многих исследователей.

Дадим несколько определений, следуя книге Курносов Ю.В., Конотопов П.Ю. «Аналитика».

 **def** Определение по *цели* исследования. **Системный анализ** – это вид целенаправленной деятельности, осуществляемой с целью создания оптимального по форме, содержанию, а также уровню детализации и формализации представления имеющихся знаний о сложных системах, являющихся предметом интереса исследователя.

 **def** Определение по *предмету* исследования. **Системный анализ** – это отрасль научного знания, предметом изучения которой являются наиболее общие закономерности процессов возникновения (создания), существования (функционирования), распада (разрушения) сложных систем, процессов зарождения, развития и разрешения противоречий, а также закономерности синтеза целей в сложных системах, определяемые структурой, характером и динамикой связей между их компонентами.

 **def** Определение по *методу* исследования. **Системный анализ** – это вид комплексного исследования, использующего в интересах достижения цели методы структурной и функциональной декомпозиции сложных систем, опирающиеся на достижения философии, естественных и гуманитарных наук, а также математики и математической логики.

 **def** Определение по *субъекту* исследования. **Системный анализ** – это вид исследовательской деятельности, осуществляемой специалистами в области системного анализа, системотехники и системологии, применительно к некоторой сфере деятельности.

Системный анализ интенсивно заимствует и адаптирует к решению прикладных задач математические методы, разработанные в рамках кибернетики, теории массового обслуживания, термодинамики, статистической радиотехники и других научных отраслей (в том числе и общественных наук). Появление компьютеров существенно расширило возможности реализации методологии системного анализа, так как подавляющее большинство математических задач, решаемых в рамках исследований системного характера, не имеют аналитических решений и могут быть решены только численными методами. Наиболее распространенным классом задач системного анализа сегодня являются задачи оптимизационного типа, связанные с определением экстремумов, решением систем линейных и нелинейных дифференциальных уравнений, задачи вариационного исчисления.

Особенно часто эти методы используются при построении систем, обеспечивающих рациональное распределение ресурсов между группами взаимосвязанных потребителей для решения некоторого комплекса задач. При этом использование вычислительной техники позволяет осуществлять не только решение расчетных задач, но и синтез имитационных моделей с применением специальных языков моделирования – прежде всего дискретной математики, адаптированной к дискретному характеру систем и наблюдений. Однако однозначной взаимосвязи между методологией системного анализа и конкретным типом математического формализма не существует. Выбор конкретных методов системного анализа для решения конкретной задачи – это отдельный вопрос, решение которого в большей степени связано со спецификой предметной области. Характерно, что системные методы оказываются эффективными как на этапе выбора формальной системы для представления модели, так и выбора тех численных методов, которые будут использоваться при реализации вычислений.



В качестве примера для иллюстрации последнего обратимся к опыту проектирования и создания сложных программных и программно-технических комплексов, связанных с моделированием социальных или экономических систем и процессов. Здесь на первом этапе работают аналитики, которые изучают объект моделирования и предлагают структуру для его модели. Затем программисты пишут алгоритмы, реализующие предложенную модель, в том числе – они же осуществляют и выбор конкретных алгоритмических решений и приемов дискретной математики в интересах создания программного продукта. Аналогичные примеры имеют место и в управленческой деятельности. Например, группа аналитиков разработала модель ситуации, выявила наиболее вероятные варианты ее развития, разработала совокупность методов управления ситуацией и оценила величину рисков для каждой из рассмотренных стратегий поведения. Руководитель же, на

основе субъективных критериев оценивания, определяемых его моделью мира и иерархией целей, выбирает или конструирует конкретные сценарии действий и определяет конкретные параметры для дальнейшей работы подчиненных. К числу прочих важнейших задач системного анализа следует выделить задачу экспертизы и оценивания проектно-технических и организационно-управленческих решений.

Этапы проведения системного анализа.

Рассмотрим этапы проведения системного исследования.

1. **Определение целей** исследуемого объекта, явления, процесса, операции – да и самого исследования. Выделение цели занимает центральное место как в системном анализе, так и в управленческой деятельности. Анализ начинается с формулировки глобальной цели. В дальнейшем она конкретизируется в систему подчиненных ей главных целей. В сложных задачах системного анализа, решение которых зависит от многих взаимосвязанных элементов, часто целесообразным является дальнейшее разветвление главных целей в многоуровневое дерево целей и задач. Такая ориентация системного анализа на придание явной формы системе целей позволяет уже на раннем этапе выявить внутреннюю противоречивость глобальной цели, что чрезвычайно важно для выявления формальной предпосылок достижимости цели.
2. **Анализ ограничений**, связанных с имеющимися в распоряжении и достижимыми для использования ресурсами и условиями реализации решения, направленного на достижение поставленных на первом этапе целей управления. Задачи системного анализа, как правило, решаются в условиях различного рода ограничений, накладываемых тем окружением, то внешней средой, в которой должно быть реализовано принимаемое решение. Важнейшими видами ограничений являются ресурсные ограничения, в том числе - в сфере финансового, материально-технического, методологического и организационного обеспечения, а также ограничения фундаментального характера, связанных с наличием принципиальной возможности реализации решения (имеется в виду необходимость в отсутствии противоречий с фундаментальными принципами организации природы и общества).
3. **Анализ пространства альтернатив**. Пространство альтернатив - это совокупность *разных* вариантов достижения поставленных целей. Наличие *максимально полной* информации о возможных вариантах достижения цели позволяет принимать решение с учетом всех возможных вариантов достижения целей и рисков, связанных с запуском тех или иных стратегий.
4. **Выбор критериев эффективности**. Наличие строгих, объективных, сопоставимых, очень желательно - количественных критериев, свидетельствующих об успешности решения поставленных задач, позволяет объективировать процесс выбора предпочтительной стратегии. В качестве критерия выбора часто выдвигаются условия принадлежности альтернативы к множеству, обладающему определенными свойствами, или же условие достижения экстремума по некоторому показателю системы. Часто в целях получения количественного описания рассматриваются так называемые «целевые функции».
5. **Синтез адекватной модели**. В силу бесполезности подходов, при которых для определения приемлемости той или иной стратегии требуется ее *полная* апробация в практической деятельности, исследование альтернативных стратегий производится на моделях. При моделировании социальных и экономических систем это практически норма, так как экспериментальный аппарат – как методологический, так и теоретический, находится еще только в зачаточном состоянии. Поскольку различные стратегии для достижения цели могут использовать различные методы и привлекать различные ресурсы, требуется, чтобы модели, на которых проводится исследование, позволяли получить однородные показатели эффективности и были в равной степени адаптированы для моделирования различных стратегий.
6. **Выработка рекомендаций**. Это заключительная часть системного анализа, содержащая выводы из проведенного исследования и указания по реализации его результатов.

По существу, выше получен перечень, соответствующий схеме рациональной управленческой деятельности, при которой субъективизм в принятии решений изъят уже на стадии анализа аргументов в пользу той или иной стратегии, но в то же время не игнорируется творческая активность руководителя. Таким образом, этапы системного анализа во многом являются «параллельными» для процесса принятия *оптимального* решения.

Системный анализ в социальной и экономической аналитике.

Системный анализ позволяет синтезировать модели реальных объектов, процессов и явлений в социальной и экономической среде. Однако следует понимать, что возможности системного анализа существенно ограничены тем обстоятельством, что он «работает» только на уровне моделей, то есть на уровне абстрактных понятий и терминов. Для того, чтобы принять решение, часто требуется *проверить* предлагаемое решение или даже предлагаемый набор решений. Методология проведения социального или экономического эксперимента, также как и аппарат для осуществления его анализа лежит, конечно, уже вне границ применимости системного анализа. Конечно, это совсем не исключает возможности применения аппарата системного анализа на разных этапах и стадиях таких *экспериментальных процедур*.

Таким образом, место системного анализа – это область социальной и экономической аналитики, в конечном счете сводящееся к главному, ключевому пункту: построению совокупности моделей для изучаемого явления. Системный анализ при этом естественным образом интегрируется в процесс принятия решений, и его результаты предшествуют, как правило, стадии экспериментальной проверки (верификации) полученных результатов. Интересно, что экспериментальные результаты сами могут выступать, в свою очередь, в качестве объекта для изучения посредством методов системного анализа!

Классификация моделей по глубине описания.

Моделирование является важнейшим и, вероятно, самым мощным методом и инструментом системного анализа. Этот метод обладает массой достоинств и характеризуется множеством различных подходов к моделированию. Ниже приведен ряд определений, раскрывающих сущность этого понятия.

 **Модель** – (от латинского *modulus* – мера, образец, норма) – это система, исследование которой служит средством для получения информации о другой системе (Резников Б.А. Системный анализ и методы системотехники. Часть 1: Методология системных исследований. Моделирование сложных систем. - МО СССР, 1990.). В данном определении отражена иерархическая организация процесса познания: во-первых, модель сама выступает в качестве системы, что является предпосылкой для дальнейшего развертывания системного подхода к моделированию, а, во-вторых, модель сама выступает как средство получения информации о некоторой системе (прототипе модели).

Вероятно, более функциональным будет следующее определение модели (Курносов Ю.В., Конотопов П.Ю. «Аналитика»):

 **Модель** - это совокупность логических, математических или иных соотношений, отображающих с необходимой или достижимой степенью подобия некоторый фрагмент реальности, подлежащий изучению, а также описание всех существенных свойств моделируемого объекта.

Можно рассматривать различные аспекты подобия между моделью и моделируемыми ею фрагментами реального мира:

- физическое подобие, когда модель и объект имеют близкую физическую сущность;
- функциональное подобие, когда сходны их функции;
- динамическое подобие, проявляющееся в сходстве динамики изменения состояния объекта;
- топологическое подобие, проявляющееся в сходстве пространственной (в широком смысле, в том числе - организационной) структуры и иные.

Соответственно можно выделять физические, функциональные, динамические, топологические и иные виды моделей.

Степень формализации моделей может варьироваться в широких пределах: от моделей, не подвергнутых процедурам формализации, до моделей строгих и формальных. Выбор формальных средств, используемых для представления моделей, не является произвольным и определяется двумя аспектами-компонентами модели:

- *моделью интерпретации* или *интерфейсным компонентом*, который характеризует процесс двунаправленного взаимодействия с потребителем, в роли которого может выступать как человек, так и автоматизированная система, реализующая функции ввода и считывания данных;
- *сущностным компонентом*, который характеризует специфику моделируемого фрагмента реальности, закономерности его функционирования, структуры и т.п.

Не претендуя на полное раскрытие вопроса о классификации моделей, опишем их в рамках повышения глубины степени формализации описания при переходе от одного класса моделей к другому классу моделей.

Первыми как *наименее* формализованные можно назвать *вербальные*, или *понятийные* модели. Их еще называют концептуальными, лингвистическими или естественно-языковыми моделями. Как правило, первичная - вербальная - модель представляет собой просто словесный портрет системы и проблемной ситуации. Отметим, что в практическом осуществлении процесс синтеза первичной вербальной модели может производиться и при участии сторонних (приглашенных) специалистов. Вербальная модель – это не обязательно исключительно только текстовый документ: она может содержать, например, и количественные характеристики – такие как элементы структуризации (например, таблицы и графики).

Следующими в иерархической пирамиде моделей идут *логико-лингвистические и семиотические модели и представления*. Этот тип моделей характеризуется уже более высокой степенью формализации и проработки, которая затрагивает преимущественно логический аспект существования или функционирования моделируемой системы. При построении логико-лингвистических моделей широко используется символичный язык, наиболее часто – язык дискретной математики: логику, формализм теории графов и алгоритмов. Логические отношения между отдельными элементами модели могут отображаться с применением выразительных средств различных логических систем, причем строгость логических отношений может варьироваться в широких пределах: от отношений строгого детерминизма до отношений вероятностной (нечеткой) логики. Существует возможность построения логико-лингвистических моделей в базе нескольких формально-логических систем, отражающих различные аспекты функционирования системы и знаний о ней, а также в рамках *многомодальной* логики (позволяющей включить в рассмотрение более чем две возможные альтернативы).



Одним из видов логико-лингвистических моделей являются сценарии или сценарные модели - разновидность логико-лингвистических моделей, предназначенных для отображения развернутых во времени последовательностей взаимосвязанных состояний, операций или процессов. Сценарии могут иметь как линейную, так и ветвящуюся структуру, в которой могут быть установлены условия перехода к той или иной частной стратегии, либо просто отображены возможные альтернативы без указания условий. Требование взаимосвязанности применительно к сценарным моделям не является строгим и носит довольно условный характер, поскольку устанавливается на основе субъективных суждений экспертов, а также определяется спецификой формулировки целей деятельности. Сценарии, как разновидность логико-лингвистических моделей, широко распространены в отраслях деятельности, связанных с моделированием социально-экономических объектов, систем, процессов и явлений.

Далее идут *логические* модели. Они представляют собой следующий уровень формального представления (по сравнению с логико-лингвистическими): в них естественно-языковые высказывания замещаются на примитивные высказывания - литералы, между которыми устанавливаются отношения, предписываемые формальной логикой. Логические модели широко используются для описания систем знаний в различных предметных областях: например, именно в рамках логических моделей сформулированы многие социальные и экономические теории. При этом уровень формализации описания в таких моделях существенной выше чем в логико-лингвистических. Фактически, логические модели представляют собой *последний* этап формализации, на котором в качестве элементов высказывания еще могут выступать понятия, сформулированные на языке человеческого общения. Но при этом в логические методы уже активно вмешиваются элементы формальных систем, речь о которых пойдет далее.

Следующей стадией идут *статистические и теоретико-вероятностные* модели, методологической основой которых являются статистические и теоретико-вероятностные методы

описания. На этом уровне формализации модели речь о вскрытии закона, обеспечивающего устранение неопределенности при принятии решения, пока еще не идет, но уже существует некоторый массив наблюдений за данной системой или ее аналогом, позволяющих сделать некие выводы относительно прошлого (текущего, будущего) состояния системы, основываясь на гипотезе об определенной инвариантности (неизменности) ее поведения. Статистическое моделирование тесно сопряжено с *имитационным* моделированием, в ходе которого модель объекта нередко "погружается в вероятностную (статистическую) среду", в которой имитируются различные ситуации и режимы функционирования модели (моделируемого объекта). Однако, в ряде случаев, имитационные модели могут реализовываться и в детерминированных средах.

Наконец – наиболее высокий класс формализации: *аналитические* модели. Данный класс моделей обладает высочайшей степенью формализации описаний и применяется там, где закономерности протекания процессов и функционирования системы являются достаточно хорошо изученными, а сами процессы могут рассматриваться как детерминированные. Нередко аналитические модели справедливо отождествляются с моделями детерминированных процессов. Такие ограничения являются достаточно жесткими, что ограничивает сферу их применения системами, функционирующими в стационарных условиях (т.е. в малой степени подверженных влиянию случайных возмущающих воздействий) или требуют существенного упрощения модели.



Следует, однако, отметить, что в последние годы математический аппарат и методология моделирования развились до такой степени, что позволили включить в себя также описание существенно недетерминированных систем. В частности, появились методы строгого описания неравновесных сред на основе вероятностного описания, нелинейного анализа, фрактальной геометрии, с привлечением стохастических понятий, таких как «странный аттрактор», «структура шума» и многие другие – один из примеров приведен в главе 5.

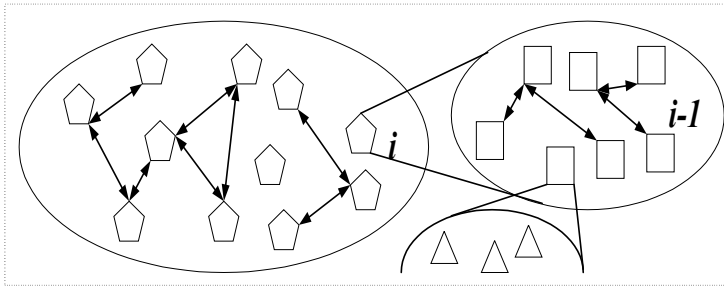
Важным достоинством аналитического моделирования является возможность получения на его основе фундаментальных результатов и инвариантных зависимостей, которые могут быть распространены как на различные случаи использования моделируемой системы в тех или иных ситуациях и распространены на случаи рассмотрения других систем данного класса. Основным же недостатком аналитического моделирования является то, его применение к сложным системам необходимой требует существенной идеализации описания системы. Это связано с разрастанием объемов вычислений даже при несущественном усложнении описаний. Такая идеализация может приводить к неполной адекватности получаемых результатов, к тому, что эти результаты могут использоваться лишь в качестве первого приближения.

В самом низу пирамиды могут быть помещены модели *имитационные* - комплексное логико-математическое представление системы, реализованное в виде программы, предназначенной для решения на ЭВМ, включающее в себя модели различного типа, и рассматривающее аспект функционирования динамической системы во времени. Эти модели применяются при невозможности строгого аналитического решения задачи или проведения натурного эксперимента. Имитационные модели служат для изучения поведения во времени сложной неоднородной динамической системы, о структуре которой существуют точные знания или детализированные гипотезы. Для каждого элемента моделируемой системы в памяти ЭВМ формируется блок данных, характеризующих ее текущее и предшествующие состояния, блок логических и вычислительных процедур, описывающих изменения критических параметров во времени, а также производить вычисления этих параметров на основе заданных значений.

Иерархические системы, иерархия моделей.

Социальный и экономические системы являются иерархическими. Это значит, что система более низкого уровня входит в качестве составной части – подсистемы – в систему более высокого уровня иерархии.

Пример структурного описания иерархически организованных систем приведен на Рисунке:



В общем случае один и тот же изучаемый объект может входить в совершенно разные иерархические системы. Например, рассмотрим менеджера, работающего на фирме. С одной стороны, он входит составным элементом в такую иерархию систем: менеджер → фирма → экономика региона → экономика страны → глобальная экономика планеты, а, с другой стороны, он же входит и в такую иерархию систем: человек → семья → народ → культура (этнос) → человечество. Фактически, мы рассмотрели две иерархии, одну из которых можно назвать *экономической*, а другую – *иерархией культур*. Конечно, не во всех этих системах, и не на всех уровнях этих систем рассматриваемый нами менеджер «проявляется» одинаково сильно. Однако мы знаем, что есть люди, которые – либо «по долгу службы» (то есть своей должности или положения), либо по своим личностным характеристикам – что они «проявляются» одинаково сильно на многих (крайне редко – на всех) иерархический уровнях какой-то иерархии систем. И все же – все же такие люди есть: вспомним хотя бы Альберта Эйнштейна... Таких людей, на самом деле, есть достаточно много – их общее количество увеличивается по мере уменьшения номера иерархического уровня. Мы к этому еще вернемся в последних главах книги.

Вопросы.

1. Дайте определение понятия «система». Перечислите ее составные части. Приведите пример а) социальной и б) экономической системы, выделяя в ней характерные для системы компоненты.
2. Опишите возможные классификации систем. Приведите конкретные примеры систем для каждого их перечисленных классов. Выделите в каждом примере характерные для системы компоненты.
3. Что такое системный анализ? Приведите Ваше собственное определение этого термина. Определите, от чего – предмета, метода, субъекта или объекта исследования, цели – Вы отталкивались в этом определении.
4. Приведите Ваше собственное определение модели. Опишите, чем оно отличается от приведенного в тексте.
5. Опишите разные аспекты подобия между моделью и моделируемым ею фрагментом реальности. Приведите конкретные примеры по каждому из аспектов.
6. Опишите систему классификации моделей по глубине их формализации. Приведите конкретные примеры моделей для каждого из уровней. Приведите пример моделирования одного и того же а) социального и б) экономического объекта (процесса, явления, системы), для которого возможно построение *разных* по глубине формализации моделей. Как они связаны между собой?
7. Опишите, что Вы понимаете под иерархией систем и под иерархией моделей. Как Вы считаете, является ли это одним и тем же? Если это одно и то же, то как с этим соотносится переход от рассматриваемой модели к модели, обладающей более высоким уровнем формализации?

Задачи.

1. Опишите следующие объекты как системы: а) Ваш институт, б) банк, в) политическую партию, г) аграрную фирму, д) сеть продовольственных магазинов. Постройте на базе каждого такого объекта *несколько разных* систем.
2. Проведите системный анализ конкретного социального или экономического объекта (см., например, задачу 1), выделяя каждый их *характерных* этапов такого исследования.

3. Постройте иерархию моделей по уровню их формализации для конкретного социального или экономического объекта (если нет на примете чего-то своего – см.. например, задачу 1). Интересно, сумели ли Вы выстроить *всю* цепочку?! *Подсказка*: воспользуйтесь литературой – учебниками, монографиями, научными журналами.
4. Опишите иерархию систем для конкретного социального или экономического объекта. Удалось ли Вам построить *несколько разных* таких иерархий?! *Подсказка*: каждая система иерархий – это определенная «точка зрения» как на сам рассматриваемый объект, так и на мир в целом.

Глава 3. Информация и управление.

"Наивная" точка зрения на управление и информацию. - Вывод соотношения $I = -\log_2 P$ как пример применения математических методов в кибернетике. - $\langle I \rangle$, информация по Шеннону, бит. - Информация и энтропия. - Информация в социальных и экономических системах - современный взгляд на информацию. - Человек как единственный источник социальной и экономической информации. - "Рабочее" определение терминов "управление" и "информация". - Система строгих определений: система $\rightarrow$ иерархическая самоорганизованная система (ИСС) $\rightarrow$ управление в ИСС $\rightarrow$ 8 компонент информации (строгое определение). – Вопросы и задания.

"Наивная" точка зрения на управление и информацию.

В этой главе рассмотрим более подробно те ключевые понятия, которые задают все направление деятельности в области экономической кибернетики. В предыдущих главах мы уже писали о том, как трудно определить термин «информация», как много при этом возникает «подводных камней». Но, тем не менее, этот термин, наряду с термином «управление», являются ключевыми «игроками» на поле науки под наименованием «кибернетика».

Кибернетика многие десятилетия бурно развивалась в направлении применения к системам *техническим*. В этой области получены весьма впечатляющие результаты, и игнорировать их вряд ли является разумным. Конечно, при этом мы не должны забывать о том, что сами мы занимаемся применением кибернетики к системам социальным и экономическим, - тем, в которых человек является активным действующим лицом.

И все же – сначала поговорим об информации в системах технических.

С чем обычно связывается феномен информации? Для получения *количественных* закономерностей, его *нужно* связать с каким-то измеримым *количественным* параметром. Что может подойти для этого? Какой параметр может быть «носителем» информации?



Вот прозвучал урок и в аудиторию зашел ваш преподаватель экономической кибернетики и начал чтение лекции по разделу «информация и управление». Насколько *информативно* это сообщение для вашего собеседника? Вероятно, информации здесь мало, - ее даже может и не быть вообще, если ваш собеседник знает, что именно эта лекция и была запланирована на это время. Он скажет: «Вероятность этого события равна 1». Во всяком случае, это сообщение уж слишком «очевидно», чтобы нести информацию. Да и вы сами вряд ли будете рассказывать собеседнику *очевидные* вещи (то есть события, вероятность которых очень велика). Нет! Вы как раз будете рассказывать с наслаждением *вещи неочевидные* – но, тем не менее *уже случившиеся*. Например, если ваш преподаватель, вместо того, чтобы начать читать лекцию, вдруг возьмет да и спляшет – вот тогда – да! Вот тогда вы будете рассказывать об этом «направо и налево», и ваш рассказ будет пользоваться успехом! Вас будут переспрашивать, интересуясь *наличием факта*, а потом все будут строить разные догадки. Наконец, вас нетерпеливо будут подгонять восклицаниями «Ну и что же дальше?!» – в надежде услышать не менее интересное продолжение.

Так что же именно интересует людей? Как легко видеть из приведенного примера (и множества подобных примеров, которых легко можно привести большое количество) – людей интересуют события 1) *мало вероятные*, но которые, тем не менее, являются 2) *свершившимися*. Именно когда эти два условия и имеют место – именно тогда такие события и называются «информативными», именно в этих случаях и говорят, что рассказ о них «несет информацию».

Подытожим. В качестве «наивного» определения информации, мы можем взять следующее:



def Сообщение о событиях, которые имеют *малую* априорную информацию, несут *много информации*. Конечно, когда такие события *имеют место*. (Такое определение является, по сути, пост-фактумным определением (post-factum – по латыни «после факта, события»). Другими словами: мы полагаем, что вначале эти события происходят, а уж потом, *после их наступления*, мы сумеем измерить ту информацию, которая в них содержится. А как быть, если нам нужно знать информацию не после, а *до* наступления события?! Об этом – позже!)

Вывод соотношения $I = -\log_2 P$ как пример применения математических методов в кибернетике.

Таким образом, количество информации мы связали с количеством вероятности. Но как, какую функцию выбрать в качестве «перехода» от вероятности к информации, в качестве «перевода» вероятности в информацию? Прежде всего, вероятность и информация – это своего рода «взаимно обратные» величины: когда одна возрастает, другая, соответственно, убывает. Запишем это условие в следующем виде

$$I = f\left(\frac{1}{P(M)}\right) \quad (3.1)$$

Здесь I – информация, P – вероятность наступления события M , а $f(W)$ – монотонно возрастающая функция (собственно, для этого и записали ее аргумент в виде обратной зависимости от вероятности).

Теперь сформулируем «очевидное» правило: информация о двух независимых событиях должна быть равна сумме информации о каждом из них. Откуда появилось такое? Да просто «из соображений удобства: человеку гораздо удобнее работать с суммой, чем, например, с произведением».

Итак, пусть мы приняли это условие. Таким образом, будем исходить из того, что имеется два независимых события. Но мы знаем, что вероятность наступления обоих событий в этом случае будет равна произведению вероятностей осуществления каждого события по отдельности (это следует из свойств вероятности, описанных в любом учебнике по теории вероятности и математической статистике). То есть для вероятности имеем соотношение:

$$P(M_1 M_2) = P(M_1) \cdot P(M_2) \quad (3.2)$$

А вот для информации мы должны иметь не произведение, а сумму «частичных» информаций – сумму значений информации о каждом из событий. С использованием (3.1) и (3.2) это можно записать в таком виде:

$$I_{1,2} = I_1 + I_2 = f\left(\frac{1}{P(M_1 M_2)}\right) = f\left(\frac{1}{P(M_1)}\right) + f\left(\frac{1}{P(M_2)}\right) \quad (3.3)$$

С целью простоты записи введем следующие обозначения:

$$W = \frac{1}{P(M_1 M_2)}, W_1 = \frac{1}{P(M_1)}, W_2 = \frac{1}{P(M_2)}, W = W_1 \cdot W_2 \quad (3.4)$$

Тогда (3.3) переписется в виде

$$f(W) = f(W_1 \cdot W_2) = f(W_1) + f(W_2) \quad (3.5)$$

Соотношение (3.5) называется функциональным уравнением, потому что оно определяет (задает) вид функции, которая удовлетворяет именно такой зависимости от своих переменных. Это функциональное уравнение может быть решено следующим образом.

Сначала возьмем частную производную по W_2 от обеих частей соотношения (3.5), - при этом для вычисления производной воспользуемся равенством $W = W_1 W_2$.

$$\frac{\partial f}{\partial W} \cdot \frac{\partial W}{\partial W_2} = \frac{df(W_2)}{dW_2}$$

или

$$W_1 \cdot \frac{\partial f(W)}{\partial W} = \frac{df(W_2)}{df(W_2)} \quad (3.6)$$

При переходе к последней записи учтено, что производная по W_2 от $W=W_1W_2$ равна W_1 .

Теперь возьмем производную по W_1 от обеих частей (3.6). Слева – будет производная от суммы двух функций, а справа – производная от соотношения, которое не зависит от переменной, по которой берется частная производная (то есть – справа будет ноль). Таким образом, приходим к соотношению:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial W_1} \left(W_1 \cdot \frac{df(W)}{dW} \right) &= \frac{df(W)}{dW} \cdot \frac{\partial W_1}{\partial W_1} + W_1 \cdot \frac{d}{dW} \left(\frac{df(W)}{dW} \right) \cdot \frac{\partial W}{\partial W_1} = \\ &= \frac{df(W)}{dW} + W_1 \cdot W_2 \cdot \frac{d^2 f(W)}{dW^2} = \frac{df(W)}{dW} + W \cdot \frac{d^2 f(W)}{dW^2} = 0 \end{aligned} \quad (3.7)$$

Последнее равенство – это обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка для неизвестной функции $f(W)$. Будем решать его стандартным способом, для чего сделаем замену $Z=df/dW$. Тогда (3.7) превращается в обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными, которые легко решаются. Не объясняя подробно процедуру решения, выпишем ниже только ключевые соотношения.

$$\begin{aligned} W \frac{dZ}{dW} + Z &= 0, \frac{dZ}{Z} = -\frac{dW}{W}, \\ \int \frac{dZ}{Z} &= -\int \frac{dW}{W}, \ln Z = -\ln W + \ln K = \ln \frac{K}{W} \\ Z &= \frac{K}{W}, \frac{df}{dW} = \frac{K}{W} \end{aligned}$$

Последнее равенство – это опять обыкновенное дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными – но уже для нашей искомой функции. Решение его находится так:

$$\begin{aligned} df &= K \frac{dW}{W}, \int df = K \int \frac{dW}{W} \\ f(W) &= K \ln W + const \end{aligned} \quad (3.8)$$

Итак, мы получили для связи между *величиной* информации и вероятностью наступления определенного события (с которым как раз и связывается эта вероятность) выражение

$$I = K \ln \frac{1}{P} + const \quad (3.9)$$

Учтем, однако, что константа в (3.9) должна быть равна нулю, так как информация о наступлении *очевидного* события, вероятность которого равна $P=1$, равна 0.

Наконец, имеет место еще одно обстоятельство – уже *историческое*, которое и фиксирует нашу – пока еще в формуле (3.9) не определенную, константу K . А именно, следуя Шеннону, положим, что наступление события, которое имеет вероятность 1/2, несет нам количество информации, равное 1. Другими словами, окончательно приходим к «выражению для связи информации и вероятности» в виде, принятом в современной науке:

$$I = -\log_2 P \quad (3.10)$$

<I>, информация по Шеннону, бит.

Итак, из (3.10) следует, что информация равна единице, если осуществится событие, вероятность которого равна 1/2. Такая единица измерения называется *бит*.

Теперь зададимся вопросом: а как подсчитать *среднее* количество информации, которое мы получим, зная вероятности наступления *нескольких* событий? Из курса статистики (математической статистики или же статистики экономической) известно, что, если задана вероятность для осуществления значений переменных x_i , среднее значение находится по формуле

$$\langle x \rangle = \sum P_i \cdot x_i$$

Поскольку нас интересует среднее значение информации, то подставляя в эту формулу выражение (3.10) для информации, характеризующей наступление i -того события, приходим к формуле

$$\langle I \rangle = \sum P_i \cdot I_i = -\sum P_i \cdot \log_2 P_i \quad (3.11)$$

Формула (3.11) часто называется формулой Шеннона, и дает выражение для расчета *средней* информации, полученной вследствие получения сведений о наступлении событий, каждое из которых имеет априорную вероятность P_i . Конечно, при этом должно выполняться условие нормировки для вероятностей, которые записывается в виде

$$\sum P_i = 1$$

С использованием метода неопределенных множителей Лагранжа нетрудно доказать, что условие максимума информации достигается при условии, когда все события являются *равновероятными*. Тогда вероятность каждого события одинакова и обратно пропорциональна количеству событий.

Информация и энтропия.

В физике, еще с начала XX века, активно исследовался ряд вопросов, которые – в определенном смысле – являются «подобными» рассмотренному выше. Людвиг Больцман и Джозайя Гиббс задались следующим вопросом: если у нас вещество состоит из атомов, а его состояние определяется всего лишь небольшим числом характеристик, – то, вероятно, многие состояния разных атомов как-то «усредняются». В результате – появилась *статистическая* физика, которая получила огромное распространение и в рамках которой достигнут значительный прорыв в понимании Природы.

Однако главное для нас – не это. Дело в том, что Людвиг Больцман получил для так называемой «энтропии» следующее выражение

$$S = k_B \ln W \quad (3.12)$$

Здесь S – это и есть энтропия, k_B – так называемая *постоянная Больцмана*, W – количество *макроскопически неразличимых* состояний исследуемой системы.



Почему, по какой причине так важно знать значение энтропии? Оказывается, что если оно известно, то существуют формулы, по которым можно *вычислить* все так называемые «термодинамические переменные» – все параметры, которые характеризуют состояние нашей системы. Таким образом, формула (3.12) дает возможность вычислить все макроскопические характеристики объекта, зная только его макроскопические (атомарные или молекулярные) характеристики. Так задача оказалась решена? К сожалению, это далеко не так: вычислить значение W оказалось возможным только для очень небольшого количества *модельных* систем! Реальные системы и объекты оказались «не по зубам» физикам.

В рамках статистической физики показывается, что энтропия – это есть некая обобщенная «мера беспорядка» рассматриваемой системы. Чем большее значение энтропии – тем больший «беспорядок» имеется в системе, тем более она оказывается «неупорядоченной».

Однако что такое есть управление? Как правило, наличие управления отождествляется с *возрастанием порядка* в управляемой системе. Следовательно, энтропия системы в процессе управления ею должна падать. Но процесс управления сопровождается также *увеличением информации* о системе. Таким образом, приходим к выводу:

- Увеличение информации о системе равнозначно уменьшению энтропии в ней.

Именно это обстоятельство и позволило многим ученым сформулировать тезис:

def *Информация* есть *негативная энтропия* рассматриваемой системы. Точнее следует сказать так: изменение информации о системе равно с обратным знаком изменению ее энтропии. Информация и энтропия имеют *противоположные* знаки: если беспорядок возрастает – то информация о системе убывает. Это определение отражает наши *интуитивные* представления об управлении (через ожидаемую (априорную) вероятность наступления того или иного события). Оно также связывает понятие «информация» именно с *процессом управления*.

Используя *такое* определение термина информация, мы должны описать тот *интерьер* – то есть те условия, тот контекст, где такое определение «работает». Другими словами, мы должны привести определение понятия *управление*. Это можно сделать, например, в таком виде:

def *Управление* есть процесс упорядочения в системе. Конечно, нужно бы теперь заняться определением того, что именно мы понимаем под «упорядочением». Однако давайте пока что остановимся на этой стадии: «наведение порядка» – это достаточно понятное описание того, что делает любой управленец, любой менеджер в социальной или экономической системе. Другими словами – для *интерьера* социальных и экономических систем уже понятно, что именно понимается под термином управление, что именно, какая именно деятельность связывается с этим понятием.

Информация в социальных и экономических системах - современный взгляд на информацию.

Переходя к социальным и экономическим системам, первое, что мы видим – так это то, что понятие информация явно нуждается в комментариях и изменениях.

Например, уже ответ на простой вопрос: «Сколько информации имеется в учебнике по информатике для 10-11 классов?» сразу вызывает большое количество дополнительных вопросов. И ответ – около 400 тысяч бит (подсчитан по алгоритму: 1 буква = 8 бит, количество букв на странице (в среднем) – 2 тыс., количество страниц – около 200) – совершенно не вносит ясности. Студент сразу же скажет: «Для меня – информации в нем 0!» – и будет прав! Он-то его давно знает, и *ничего нового* для себя в таком учебнике не найдет. А как измерить информацию, например, в высказывании: «Этот преподаватель – строгий»? В битах?!



В 1936 году в радиоэфире прозвучала песенка «Над всей Испанией безоблачное небо...». Сколько бит она составляла?! Но эта песенка – она была *паролем*, спусковым крючком для начала гражданской войны, закончившейся установлением в Испании диктатуры генерала Франко. Значит, не в битах дело?! Важное место, оказывается, имеет также и вопрос *готовности* потребителя информации к ее восприятию. Другими словами, эта песенка как бы «замкнула» длительные приготовления, стала последним камешком, который выстроил пирамиду огромного по своему объему процесса управления.



В годы второй мировой войны перед американскими адмиралами стала проблема: каким образом организовать переговоры между судами, - но, одновременно, обеспечить высокую степень их секретности? Американцам были известны успехи японцев в области дешифровки. Выход был найден! На каждый из кораблей посадили по индейцу племени чероки: в США их оставалось только всего несколько сотен. Так был обеспечен высший уровень секретности! Индейцы переговаривались между собой на своем «чероковском» языке, а японцы их не понимали! Конечно, индейцы потом переводили руководству кораблей и штабов то, что слышали от своих соплеменников, на английский, - но японцам-то такой перевод сделать было просто некому! Таким образом, для американцев этот индейский говорок, заполнивший радиоэфир Тихого океана, был «полон информации», - а для японцев его «информативность» была равна нулю.

Всего два примера, - но они вскрывают чрезвычайно важную особенность социальных и экономических систем. Если для систем технических информация по Шеннону оказалась применимой, если для систем неживой природы концепция «информация есть отрицательная энтропия» также принесла свои положительные результаты, то для систем социальных и экономических понятие «информация» должно быть, как минимум, *изменено*.

Человек как единственный источник социальной и экономической информации.

Говоря об информации, мы как-то упустили из виду одно весьма важное обстоятельство. А именно: вопрос об *источнике* информации. Действительно, *кто* или *что* «делает» информацию? Откуда она появляется?

В технической кибернетике, занимающейся исследованием систем технических, обходят этот вопрос, говоря просто о «сигналах». Если же копнуть глубже – окажется, что за всеми сигналами, в конечном счете, стоит человек.

Что же касается систем социальных и экономических – то ключевая роль человека как *единственного* источника любой информации является практически очевидной. Более того: здесь же становится ясным, что и *единственным потребителем* информации является также человек!

ММ Зададимся вопросом: что нужно было бы сделать японцам, чтобы бессмысленный набор звуков, которые они слышали в эфире, стал нести информацию? Во-первых, в самом начале необходимо было бы выделить «фонемы» – то есть характерные звуки черокского языка. Во-вторых, необходимо было бы разработать «азбуку» для записи этих фонем: это необходимо, чтобы *зафиксировать в инвариантном (неизменном) виде* фрагмент разговорного текста. В-третьих, необходимо «составить слова», - то есть записать *тезаурус* – полный набор используемых слов. В-четвертых, необходимо «наполнить слова смыслом», то есть приписать им вполне определенные значения. В-пятых, необходимо разработать «правила грамматики», то есть правила, по которым на этом языке *описываются действия*, - как правило, это действия по управлению! Наконец, в шестых, необходимо выделить способы *иерархического упорядочения*, с использованием которых может быть – в рамках этого языка – сжат большой объем информации к меньшему. А теперь внимательно перечитайте все то, что описано выше. По сути, мы пришли к описанию строения языков программирования (они, как правило, «начинаются с нуля») или же описанию строения «дисциплинарных языков», характерных для той или иной области науки (они, как правило, начинаются с определения слов-терминов). Собственно, по такому принципу устроен вообще любой способ общения людей между собой. Но сделать все описанное выше – сделать это может *только человек*. Сегодня нам неизвестен другой объект, который смог бы *самостоятельно* выполнить такого рода работу.

"Рабочее" определение терминов "управление" и "информация".

Как видим, дать определение понятиям «информация» и «управление», минуя *явное* использование человека, просто невозможно. Поэтому, не вдаваясь в длительные рассуждения, приведем сейчас определения этих терминов. Это, конечно, будет «рабочее» определение – то есть такое, которое по самой сути является *нестрогим*. Однако, оно, тем не менее, выделяет основные черты, характерные для него и важные для классов задач, которые поставлены в области описания и моделирования социальных и экономических систем. Их «нестрогость» позволяет опереться на «наивное» представление каждого из нас, и, к тому же, *не сдерживает* излишней строгостью наше творчество – что весьма важно при моделировании.

def **Информация** – это все то, что помогает управлению. Это может быть и жест, и подпись, и текст, и характеристики или статистические данные... Мы не детализируем далее – однако, в рамках конкретной решаемой нами задачи мы просто *обязаны* весьма четко и строго указать, что именно мы – в данной случае! – понимаем под «информацией».

def **Управление** – это деятельность, которая включает в себе целенаправленные изменения в исследуемой системе. Здесь, в этом определении, *главное* – это «целеустремленность» деятельности. Как правило, это определение включает необходимость описания деятельности человека или группы людей, и чтобы описать это в конкретных случаях мы должны давать более четкие и строгие определения.

Эти определения являются настолько общими, что требует своего «разворачивания» при описании конкретных ситуаций или при решении конкретных задач. Ниже – в качестве примера осуществления такой процедуры «разворачивания» – приведена система строгих определений, направленных на решение задач по управлению в иерархических системах, - как природных, так и социальных и экономических.

Система строгих определений: система → иерархическая самоорганизованная система (ИСС) → управление в ИСС → 8 компонент информации (строгое определение).

Приведем систему строгих определений термина «информация» и «управление», которые ориентированные на описание ряда социальных и экономических систем. При изложении этого подпункта мы следуем монографии Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с., - там же описаны границы применимости этих определений, а также методики использования этих терминов при описании конкретных социальных и экономических задач.

 Ниже под **средой** будет пониматься, фактически, изучаемая нами система (в том числе – социальная или экономическая). При этом мы вынуждены ввести термин «среда» по той причине, что он охватывает как саму систему (которая часто выступает как *упорядоченная* ее часть), так и окружение системы, позволяя тем самым ввести в рассмотрение «внешние» по отношению к системе потоки.

Определение 1. Состояние среды называется **неравновесным**, если ее диссипативные свойства трансформируются в присутствии внешних потоков (для природных систем – это потоки массы и/или энергии, для социальных и экономических – это еще и потоки ресурсов, финансов, данных и т.п.).

Иными словами, среда под влиянием внешних потоков должна изменять свою структуру. Происходит это, как правило, когда интенсивность потока (энергии и/или вещества, ресурсов, финансов – в зависимости от рассматриваемой системы) превышает некое критическое значение. Вследствие этого ее диссипативные характеристики будут изменяться, - как правило, они возрастают вследствие процессов самоорганизации.

Определение 2. Финитная (ограниченная) область пространства - времени, в которой среда находится в неравновесном состоянии, и реагирует на внешние воздействия (потоки) как единое целое, называется **когерентной структурой** (КС).

Это определение является центральным в излагаемом подходе, так как оно описывает объект, кооры1 служит своего рода *критериальным*, который позволяет осуществлять впоследствии анализ и классификацию изучаемых нами систем.

Определенные таким образом когерентные структуры в литературе также часто называются "диссипативными системами".

Определение 3. Система называется **открытой и неравновесной** (ОНС), когда она содержит одну или более КС.

Определение 4. **Состояние** и **процессы** (статические и динамические характеристики) в ОНС характеризуются ее составом и/или параметрами тех КС, из которых эта система состоит (в том числе также типом связей между КС и их параметрами).

Иными словами, состояние ОНС – это есть класс инвариантности характеристик, описывающих рассматриваемую систему и внешние воздействия (потоки массы и/или энергии), при которых остается неизменными система КС и характеристик, описывающих эти КС. Такое определение состояния ОНС удобно для использования в теории управления, когда управление определяется как процесс целенаправленного перевода управляемой системы из одного состояния в другое.

Определение 5. Состояние ОНС является **устойчивым**, когда существует некий ограниченный ненулевой интервал внешних воздействий, при которых набор КС и/или их характеристики в системе остаются неизменными.

Определение 6. Совокупность внешних условий, при которых состав ОНС и/или характеристики КС начинают изменяться, называется **границей устойчивости** ОНС.

Определение 7. Произвольная **иерархическая самоорганизованная система** (ИСС) может быть описана как иерархическая совокупность КС. В некоторых случаях КС более высокого уровня иерархии могут быть образованы из КС рассматриваемого уровня в результате действия закономерностей (при помощи механизмов) самоорганизации сложных систем.

Как правило, иерархические системы, как природные, так социальные и экономические, формируются именно под действием закономерностей самоорганизации - в результате адаптации среды к проходящим сквозь нее потокам. Иерархические системы могут быть построены также и человеком, но они, как правило, находятся в неустойчивом состоянии и быстро распадаются, будучи оставленными «на самотек».

Приведенная выше схема описания иерархических систем в последние годы была применена к широкому кругу задач описания природных, социальных и экономических объектов, а также к проблеме распознавания КС, в частности, существующих в социально-экономических системах. Более подробно об этом будет написано в последующих главах книги.

Определение 8. Создание новых КС и/или новых характеристик КС (или изменение или поддержание в неизменном состоянии уже существующих КС) в ИСС называется **управлением в ИСС**.

Как видно из определений 4-8, для задач управления природными и социальными системами параметры, описывающие состояния и/или процессы в иерархической структуре, состоящей из КС, играют роль **информации**. Эти параметры могут быть разделены на специфические группы, которые далее будем называть **классами информации**. Эти классы информации могут быть определены инвариантно для каждого иерархического уровня.

Соответственно, могут быть выделены следующие классы информации:

- Класс информации, содержащий описания единичных объектов или КС, обладающих сходством по ряду существенных признаков («одинаковых» в том или ином смысле). К этому классу относятся характеристики, которые необходимы для описания *отдельных единиц* - КС, из которых состоит рассматриваемый иерархический уровень.
- Класс информации, описывающей характер взаимодействия сходных единичных объектов или КС. Вследствие специфики характера взаимодействия некоторая совокупность единичных объектов или КС может рассматриваться как некое единство - единый иерархический уровень. К этому классу относятся характеристики, описывающие *характер взаимодействия (взаимоотношений)* между отдельными единицами - КС, из которых состоит рассматриваемый иерархический уровень некоторой системы (в том числе - социальной системы). В качестве метафоры для описания характера взаимодействия наиболее приемлемы термины, описывающие явления притяжения и отталкивания (совместимости или несовместимости).
- Класс информации, описывающей границу, отделяющую иерархический уровень, мыслимый как единое целое, от окружения. К этому классу относятся характеристики, описывающие *границы* рассматриваемого иерархического уровня. Далее для границы иерархического уровня будет использоваться название *мембрана* (отметим, что фиксация мембраны в пространстве и времени является неотъемлемой характеристикой живых организмов при описании их как иерархических систем).
- Класс информации, описывающей внутреннее строение иерархического уровня, мыслимого, как единое целое, т.е. информация о *структуре*, образованной вследствие взаимодействия единичных объектов или КС, этот уровень составляющих. К этому классу относятся характеристики, описывающие *структуру* (например, - топологическое строение) иерархического уровня, мыслимого как целое.

Таким образом, первые два класса информации описывают иерархический уровень как целое, а вторые две - отдельные функциональные единицы, из которых построен этот уровень, а также взаимодействие между этими "составными элементами" иерархического уровня.



А теперь посмотрите совокупность определений, которая была дана в главе 2 понятию «система». Там были определены: «элемент системы», «связи между элементами» (правда, специально мы их ранее не выделяли), «структура системы» и «граница системы». Таким образом, приведенная выше совокупность определений детализирует рассмотренные выше *общесистемные* определения, характерные для всей совокупности любых систем.

Но для управления в ИСС необходимо описание как *состояний*, так и *процессов* в рамках каждого из классов информации. По этой причине для адекватного и инвариантного описания произвольного иерархического уровня ИСС целесообразно оперировать **восемью компонентами информации**.

Понятие **состояние** неразрывно связано с абстрактным представлением о системе или объекте и может быть определено, как совокупность сведений (данных, информация, характеристик, параметров и т.п.), описывающих объект как неизменный, не изменяющийся, застывший. В естественных науках (например, физике) состояние обычно связывается с постоянством значений некоторых параметров. При этом подчеркивается, что это могут быть как параметры непосредственно измеримые (в том числе наблюдаемые) параметры, так и параметры, описывающие некие вычисляемые характеристики. Например, в последние годы введено понятие о "стохастических (шумовых) состояниях", которые характеризуются некими параметрами, определяющими "структуру шума". Можно сказать, что состояние имеет место тогда, когда данная система реагирует на внешние воздействия как единое целое и когда эта реакция является инвариантной относительно некоего разброса внешних условий (в тех случаях, когда интерес для исследователя представляет именно отклик системы как целого). То есть использование термина «состояние» уместно тогда, когда система устойчива, пребывает в равновесии со средой. (В некотором смысле, это соответствует описанию "устойчивости" такого объекта, его "равновесности" с окружением.) Также считается, что если за время наблюдения (использования, проявления деятельности, активности) характеристика объекта не изменила свое значение или же изменила "несущественно" (так, что некое существенное свойство объекта не изменилось), то эта характеристика описывает состояние.

Используя аналогичный подход, понятие **процесс** можно определить, как совокупность сведений, описывающих характерные особенности изменчивости объекта. При рассмотрении процесса в каком-то объекте или системе выделяются те его характеристики, которые свидетельствуют о наличии изменений. В естественных науках (например, в физике) принято связывать процессы с отсутствием равновесия (то есть с "не-состоянием"), и рассматривать процесс как происходящий на фоне неких "потоков" (потоков энергии и/или вещества). С процессом также связывается само описание перехода от одного состояния к другому (особенно в статистической физике и термодинамике, - "термодинамическое состояние"). В некотором смысле процесс соответствует неустойчивости объекта, его "не - равновесия", несбалансированности с окружением. Также считается, что если за время наблюдения (использования, проявления деятельности, активности) характеристика объекта изменила свое значение (так что соответствующее свойство объекта изменилось), то она характеризует процесс.

Таким образом, каждый из введенных выше классов информации распадается еще на два:

- на описание **состояний**;
- на описание **процессов**.

Таким образом, приходим к **заключению**.

М Введенных выше восьми компонент информации достаточно для адекватного и инвариантного описания произвольного иерархического уровня в ИСС произвольной природы. То есть эти 8 компонент информации образуют базис в "информационном пространстве".

Вопросы.

1. Приведите свое определение термина «информация» применительно к техническим системам. Почему оно не подходит к системам социальным и экономическим?
2. Опишите процесс расчета информации – как бы Вы сами это сделали при решении конкретной задачи. Как Вы предлагаете решить вопрос о получении данных об *априорной вероятности* наступления интересующих Вас событий? Какие роль и место в нахождении этих величин Вы отведете статистическому исследованию?
3. Что такое 1 бит? Как Вы считаете, справедливо ли утверждение: «Информация измеряется только в битах»? если же его область применения ограничена – опишите ее. В частности: применимо ли это определение при решении социальных и экономических задач? ответы – обоснуйте.
4. Как связаны между собой информация и энтропия? Что такое энтропия, и как она связана с информацией?
5. Опишите, как Вы понимаете утверждение: «Управление есть процесс упорядочения в системе»? В частности, что Вы понимаете под «упорядочением»? Всегда ли управление может быть сведено к «упорядочению»? А в социальных и в экономических системах? Если «нет» – то при каких условиях все же «да»?

6. Опишите алгоритм для распознавания информации в некоем тексте или фрагменте разговорной речи, который оказался в Вашем распоряжении. Что для этого нужно сделать и в какой последовательности?
7. Приведите Ваши собственные *рабочие* определения для понятий «информация» и «управление». Определите, годятся они для всех систем, а также применимы ли они к системам социальным и экономическим. Имеют ли Ваши определения границы применимости?

Задачи.

1. Имеются четыре события, априорные вероятности наступления которых равны и составляют $P=1/4$. События независимы. Найти величину средней информации, которую несут эти события.
2. Имеются четыре события, априорные вероятности наступления которых равны $P_1=1/2$, $P_2=1/4$, $P_3=P_4=1/8$. Найти величину средней информации, которую несут эти события.
3. Опишите конкретную социальную или экономическую *иерархическую* систему, воспользовавшись системой *строгих* определений, данных в тексте. Обратите внимание, чтобы использовать при описании *каждого* иерархического уровня – один и тот же «шаблон» из 8-ми компонент информации.
4. Опишите конкретную фирму или организацию как систему для преобразования информации. Что в данном случае является «информацией»? Какие используются *носители* информации? Постройте модели разной глубины формализации для описания системы информационных потоков (обмена информацией) на фирме.

Глава 4. Кибернетические модели и их математическое описание.

"Черный ящик". - Концепция "вход-выход". - Оператор как модель для описания концепции "вход-выход". - Линейный оператор (однородный и неоднородный). - Матрица, операции дифференцирования и интегрирования как примеры линейных операторов. - Процессы "без памяти" - Марковские процессы. - Уравнение Колмогорова (Фоккера-Планка) и его статистическая интерпретация. – Вопросы и задания.

"Черный ящик".

Как мы уже знаем, исследуемый объект, рассматриваемый как система, входит составной частью в целый ряд разных иерархических систем. В социальных и экономических системах – в основном объекте изучения экономической кибернетики – главным действующим лицом является человек. Поэтому, изучая конкретную социальную или экономическую задачу, мы вынуждены «обрывать» на некотором этапе иерархию систем, «идущую вниз». Сделаем ли мы это на человеке, или на некоей совокупности людей – это уже зависит от исследуемой задачи.

В качестве «наименьшего» элемента, который мы будем рассматривать как «неделимый», конечно, не обязательно выступает человек. Вполне может оказаться, что в качестве такого «неделимого» элемента мы будем рассматривать, например, отдельные фирмы (для задач оптимизации управления экономикой региона), социальные группы (для задач распределения средств госбюджета), или отрасли экономики (при рассмотрении баланса ресурсов в рамках валового внутреннего продукта).

Другими словами: на некотором этапе исследования некие составляющие нашу систему элементы полагаются нами уже не системами, а «конечными» и «неделимыми» объектами. Таким образом, иерархия систем разворачивается вверх, исходя от таких объектов, которые, тем самым, становятся объектами самого низкого уровня иерархии.

Такой объект – в силу сделанных нами предположений (то есть с нашей *ситуативной* точки зрения) – уже не будет иметь «внутреннего строения». Поэтому он должен рассматриваться как объект, который может быть охарактеризован - в рамках рассматриваемой нами задачи – только двумя классами характеристик. Необходимость этого возникает вследствие той причины, что такие объекты должны формировать систему – то есть они должны обладать возможностью *образовывать* связи друг с другом.

Но это возможно только при выполнении двух условий.

Во-первых, объект должен обладать способностью *воспринимать* воздействие со стороны других подобных объектов (это может быть информация, сведения, данные, сигналы и т.п.). Во-вторых, он сам должен обладать способностью «генерировать» такие воздействия, которые будут оказывать влияние на другие подобные ему объекты. Наконец, в-третьих, и воспринимаемые, и генерируемые воздействия должны принадлежать к *одному и тому же классу*, то есть характеризоваться «примерно одинаковыми» переменными, данными, характеристиками. (Последнее условие не всегда является обязательным: например, *некоторые* такие объекты могут быть «задействованы напрямую» на более высокие иерархические уровни. Однако, как правило, такое бывает чрезвычайно редко, и поэтому это третье условие часто упускают. Не будем пока что его рассматривать и мы – однако в последних главах книги будут приведены примеры, показывающие важность наличия такого условия).

Таким образом, приходим к определению

 Фрагмент системы, который рассматривается как единое целое и характеризуется только своим «входом» (обладая, тем самым, способностью воспринимать воздействия от других фрагментов системы) и «выходом» (посредством которого он сам взаимодействует с другими объектами системы, в том числе и «отвечает» на из воздействия на него), называется **черным ящиком**.

Черный ящик – это, пожалуй, наиболее мощное абстрактное понятие, существующее в рамках кибернетики. Именно вследствие его введения появляется возможность построения *замкнутых* систем, моделирующих исследуемый объект или процесс. Черный ящик – это «мера нашего незнания» об исследуемой системе.

Как правило, он обозначается следующим образом в виде прямоугольника, в который входящими стрелочками обозначены входные (in) характеристики черного ящика – параметры, которые им *преобразуются* в выходные (out) характеристики черного ящика.



Концепция "вход-выход".

Итак, чтобы задать (например, описать) черный ящик, необходимо задать соответствие «входные параметры» - «выходные параметры». При этом следует помнить, что внутреннее строение такого ящика остается для нас неизвестным: мы не знаем, как он устроен, не знаем, как он функционирует, не знаем, какие он может иметь состояния и как осуществляется переход между его состояниями (даже если они у него есть). Единственное, что можно сказать – это только построить модель описания входных характеристик такого объекта (совокупность классов переменных, на которые он «отвечает»), и соотнести ее (определенными соотношениями) с моделью выходных характеристик черного ящика (то есть с совокупностью классов переменных, в рамках которых могут быть выражены его «ответы»).

В общем случае, тем самым предполагается, что такой объект – черный ящик – интегрирован в качестве «активного элемента» в некую систему. Особенно наглядно это видно в случае графического (например, в виде блок-схемы) описания системы.

def Данные (характеристики, параметры, информация и т.п.), которыми характеризуется вход, часто называются **входными сигналами** черного ящика. Данные (характеристики, параметры, информация и т.п.), которыми характеризуется выход, часто называются **выходными сигналами** черного ящика. Такая терминология пришла из технических систем, к которым и было впервые применено представление о черном ящике.

Оператор как модель для описания концепции "вход-выход".

При переходе к математическим моделям, на математический уровень описания, такой преобразователь переменных из одного множества (входные характеристики) в другое (выходные характеристики) моделируется оператором.

Известно математическое определение оператора:

def Пусть V и W - некие множества (например, векторные или линейные пространства). **Оператором** A , действующим из V в W , называется отображение вида $A: V \rightarrow W$, которое сопоставляет каждому элементу x множества V некоторый элемент y множества W . Как правило, для оператора используется обозначение $y=A(x)$ или $y=Ax$.

Таким образом, черный ящик выступает как оператор в том случае, когда:

- 1) Параметры, которые характеризуют *вход* черного ящика, могут быть сгруппированы в некое множество V .
- 2) Параметры, которые характеризуют *выход* черного ящика, могут быть сгруппированы в некое множество W .
- 3) Задано некоторое правило (алгоритм, способ преобразования, расчета, и т.п.), которое позволяет по известному входному сигналу – значению x из множества V , рассчитать значение y из множества W выходных сигналов черного ящика.

ММ В силу сказанного, черный ящик выступает как модель исследуемой системы. А в операторе, которым он моделируется, и заключена, по сути, математическая модель элемента, составляющего нашу систему. По этой причине, математическое описание черного ящика и отодвинуто, как правило, на последние этапы моделирования.

Линейный оператор.

Важным классом операторов являются так называемые *линейные операторы*. Хотя сегодня поле деятельности в моделировании реальных систем с помощью линейных операторов крайне ограничено, они, тем не менее, все еще выступают в качестве мощного средства математического анализа систем.

 Как мы уже писали, модели систем также являются собой иерархическую систему логически связанных терминов и понятий. Поэтому достаточно часто оказывается, что система, которая описывается *нелинейным* образом на определенном уровне логической глубины понимания, на *более высоком* уровне вполне может быть описана в рамках уже *линейного* аппарата и *линейных* операторов. Примеры таких описаний будут приведены в последующих главах.

Однако вернемся к линейным операторам. Дадим, наконец, их определение.

 **def** Оператор A , действующий из V в W , называется *линейным*, если для любых элементов x_1 и x_2 из множества V и любого комплексного числа λ выполняются соотношения:

- 1) $A(x_1 + x_2) = Ax_1 + Ax_2$ (свойство аддитивности оператора), и
- 2) $A(\lambda x) = \lambda Ax$ (свойство однородности оператора).

Примеры линейных операторов.

Приведем несколько примеров математических объектов, которые являются линейными операторами.

Матрица как линейный оператор.

Обычная матрица является линейным оператором, если рассматривать ее как преобразование одного вектор-столбца x в другой вектор-столбец, y .

$$y = Ax, x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}, y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (4.1)$$

Соотношения (4.1) записаны для случая квадратной матрицы оператора A , что соответствует тому, что множества X и Y в нашем случае совпадают и представляют собой совокупности вектор-столбцов размерности n .

Легко убедиться, что матрица действительно является линейным оператором. Действительно, первое условие выполняется вследствие свойства умножения матриц. Второе условие доказывается путем перегруппировки множителей в записи умножения матриц:

$$\begin{aligned} A(\lambda x) &= \left\| \sum_k a_{ik} \cdot (\lambda x_k) \right\| = \\ &= \left\| \sum_k (\lambda a_{ik}) \cdot x_k \right\| = (\lambda A)x = \lambda Ax \end{aligned} \quad (4.2)$$

Здесь под знаком матрицы был расписан i -тый элемент матрицы-столбца, соответствующего результату умножения квадратной матрицы на вектор-столбец.



Таким образом, матрица, известная из курса высшей математики, в рамках экономической кибернетики может рассматриваться как линейный оператор, который моделирует ряд свойств черного ящика. В частности, таким образом могут описываться модели управления – тогда вектор-столбец x является собой необходимой для решения информацией, а вектор-

столбец y – описывает само решение. Матрица A в этом случае – это сокращенная запись алгоритма принятия решений, который соответствует нашей модели.

Операция дифференцирования как линейный оператор.

Операция дифференцирования – взятия производной от определенной функции – также является линейным оператором.

В этом случае X – это множество всех (дифференцируемых нужное количество раз!) функций, а Y – это тоже множество функций (но уже дифференцируемых количество раз, на единицу меньше, чем у функций из множества X !).

Обозначая элемент множества X через $f(t)$, легко проверяем выполнимость условий 1) и 2) из определения линейного оператора.

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}(f_1(t) + f_2(t)) &= \frac{d}{dt}f_1(t) + \frac{d}{dt}f_2(t) \\ \frac{d}{dt}(\lambda f(t)) &= \left(\lambda \frac{d}{dt}\right)f(t) = \lambda \frac{d}{dt}f(t) \end{aligned} \quad (4.3)$$

Отметим, что, как легко доказывается таким же способом, оператор

$$A = Q(t) \cdot \frac{d}{dt} \quad (4.4)$$

где $Q(t)$ – произвольная функция, также является *линейным*. Подчеркнем, что в записи (4.4) первым на функцию $f(t)$ всегда действует *дифференцирование*, а уж потом – *умножение результата дифференцирования* на функцию $Q(t)$. Выполнение *именно такой* последовательности действий чрезвычайно важно, в чем легко убедиться, сравнивая результаты двух *разных* алгоритмов действий: первого – «сначала продифференцировать а уж потом умножить», и второго – «сначала умножить, а уж потом продифференцировать»!



В качестве примера использования «силы» операторного метода в математике, рассмотрим так называемый *операторный* метод решения линейных дифференциальных уравнений (впервые предложен Оливером Хевисайдом в конце XIX века).

Обозначим оператор дифференцирования – взятия производной – через D . Тогда через $D^{(n)}$ будет обозначаться n -тая производная от рассматриваемой функции. Произвольное линейное дифференциальное уравнение степени n с постоянными коэффициентами запишется тогда в виде

$$P_n(D)y(x) = f(x) \quad (4.5)$$

Здесь $P_n(x)$ – это многочлен относительно переменной x , которая заменена в (4.5) на символ дифференцирования. Этот многочлен называется *символом* оператора $P_n(D)$.

Известно, что любой многочлен степени n может быть представлен в виде

$$P_n(x) = b_n \prod_{i=1}^{i=m} (x - a_i)^{k_i}, \quad \sum_{i=1}^{i=m} k_i = n \quad (4.6)$$

Соотношение (4.6) учитывает, что, в общем случае, наш многочлен имеет *кратные* корни. Таким образом, уравнение (4.5) принимает вид

$$\prod_{i=1}^{i=m} (D - a_i)^{k_i} y(x) = \frac{f(x)}{b_n} \quad (4.7)$$

«Вот хорошо было бы, если бы можно было произведение *перенести* в виде частного в правую часть» – подумали, вероятно, многие из читателей! Тогда бы уравнение (4.7) «решилось» бы автоматически. Как ни удивительно, – такое вполне можно сделать! Конечно, для этого придется определить целый ряд процедур – но «овчинка выделки стоит»!

Нетрудно (например, по методу математической индукции) доказать справедливость следующего соотношения:

$$P_n(D)e^{ax}f(s) = e^{ax}P_n(D+a)f(x) \quad (4.8)$$

Теперь рассмотрим линейное неоднородное уравнение с постоянными коэффициентами

$$(D-a)y(x) = f(x) \quad (4.9)$$

Правая часть его может быть, с учетом сказанного выше, преобразована к виду

$$\begin{aligned} (D-a)y(x) &= (D-a)e^{ax}e^{-ax}y(x) = \\ &= e^{ax}(D-a+a)e^{-ax}y(x) = e^{ax}De^{-ax}y(x) \end{aligned} \quad (4.10)$$

Теперь определим, что следует понимать под символом $1/D$. Как известно, операцией, обратной к операции дифференцирования, является операция интегрирования. Поэтому естественно определить интересующий нас оператор следующим образом:

$$\frac{1}{D}g(x) = \int g(x)dx + C \quad (4.11)$$

Возвращаясь к дифференциальному уравнению (4.9), с учетом (4.10) и (4.11), получим *символическую запись* его решения:

$$y(x) = e^{ax} \frac{1}{D} e^{-ax} f(x) \quad (4.12)$$

(Полезно сейчас открыть учебник по дифференциальным уравнениям и посмотреть, как это все было получено в курсе высшей математики!)

Теперь уже легко записать выражение для *символической записи* процедуры нахождения решения уравнения (4.7) – для простоты полагаем, что *все* его корни – простые.

$$y(x) = e^{a_1x} \frac{1}{D} e^{-a_1x} \cdot e^{a_2x} \frac{1}{D} e^{-a_2x} \cdot \dots \cdot e^{a_nx} \frac{1}{D} e^{-a_nx} \frac{f(x)}{b_n} = \frac{1}{P_n(x)} f(x) \quad (4.13)$$

Как быть с кратными корнями? Да рассмотреть их просто как произведение простых!

Что собой представляют записи (4.12) и (4.13)? Это просто символическая запись последовательных действий – алгоритма «умножение на экспоненту + последующее интегрирование». Однако сила его – в простоте записи! Кстати, в последнем равенстве формулы (4.13) получено также определение величины, являющейся *обратной* к операторному многочлену.

Почему нам удалось получить столь «сокращенное» решение? Мы просто перешли на иной, *более высокий* уровень общности в описании дифференциальных уравнений. Попутно мы ввели ряд *новых* понятий, и научились с ними работать – путем их сведения к «старым и известным» понятиям и процедурам.



Этот пример выделен нами, потому что он очень хорошо отражает все те этапы, которые являются характерными для перехода от вербальных и иных моделей системы к моделям *математическим*. Части при этом мы вынуждены вводить некие новые понятия, термины и математические объекты, а затем уже – устанавливать их взаимосвязь с уже известными. Собственно, все развитие науки свидетельствует об этом. Это же придется делать и в процессе моделирования социальных и экономических систем.



На самом деле, еще много важных математических деталей из описанного примера остались без ответа. Но зададимся вопросом: а так ли уж и нужны нам эти математические детали, так ли уж важны они для нас в процессе решения практических задач?! Получив решение – мы всегда сможем проверить, удовлетворяет ли оно нашему уравнению и нашим граничным условиям! А математическая строгость не всегда-то и нужна при решении практических задач. Посему – смело вводите *новые* математические операции, термины и понятия, руководствуясь всего одним, но главным критерием: *они должны помочь решению исследуемой задачи!* Собственно, именно так на протяжении всего развития науки и поступали ученые. Сам Оливер Хевисайд применял свое исчисление (которое долгое время так и называли – «исчисление Хевисайда»), - математическая строгость была наведена только лет через 10-15 после его смерти. Поль Дирак – ввел функцию, которая резко отличалась от всего, что было известно ранее математикам: они объяснили это только через 20 лет. Ричард Фейнман ввел математические операции, с которыми математики мучаются до сих пор! Вернер Гейзенберг ввел операции, которые помогли ему объяснить квантовые эффекты, - и математики лишь потом поняли, что это всем известные матрицы! Вы как специалисты в области экономической кибернетики будете занимать в области экономики весьма специфическое место и играть весьма специфическую роль вследствие знания математики в объеме, превосходящем то, что знают экономисты. Ваша профессиональная деятельность – построение моделей и их исследование. Именно *через Вас* и могут входить в экономику новые математические структуры, новый математический аппарат, новые математические идеи. Так не упустите свой шанс!

Операция интегрирования.

С операцией интегрирования, после всего рассмотренного выше, вопросов не возникает: конечно, она – взятие неопределенного интеграла – также является оператором *линейным*. Собственно, об этом говорилось еще в рамках курса высшей математики – но тогда Вы даже и не подозревали, что это, по сути, идет рассказ о математических моделях!



Свойство некоего объекта быть «дифференцирующим» (иногда – «разностным») или «интегрирующим» (иногда – «суммирующим») часто задаются как функции неких черных ящиков, которые выполняют в системе некие *управляющие функции*. Особенно наглядно это для радиосхем, - однако и социальные системы демонстрируют нам много таких же примеров. Что такое банк? – это объект «интегрирующий». Что такое рейтинги – экономические или социальные? – это процедура дифференцирования.

Процессы "без памяти" - марковские процессы.

Рассмотрим систему. Пусть она может быть в некотором количестве *разных* состояний. Пусть вследствие каких-то причин – то ли внутреннего, то ли внешнего происхождения – система будет переходить из одного состояния в другое.

Такие переходы могут быть двух родов. Переходы первого рода – когда система из состояния *i* переходит в состояние *k*: $i \rightarrow k$, и притом такой переход осуществляется *всегда*. Таким образом, процессы в системе – для этого класса случаев – могут быть заданы как цепочка сменяющих друг друга состояний.

Но может быть и другой случай: система осуществляет переход $i \rightarrow k$ в *вероятностном* смысле. Другими словами, *конечное* состояние системы уже не фиксировано (как было ранее!), и для *следующего* состояния системы открыты, в общем случае, *все* состояния (включая и вероятность – возможность – остаться в прежнем).

Для практических приложений весьма важное значение имеет случай, когда вероятности перехода системы в иное состояние зависят *только от текущего ее состояния*, - то есть от того состояния, в котором она находится в настоящий момент, но не от того, в каких состояниях она находилась ранее.

Именно такие случаи имеют место во многих экономических ситуациях. Нам, например, совершенно безразлично, какие достижения имела фирма ранее: нас, как инвесторов, интересует ее прогноз на будущее – а он определяется только ее настоящим положением на рынке.



Таким образом, *случайные процессы* могут служить достаточно мощным аппаратом для моделирования динамики, смены состояний и перспектив развития в социальных и экономических системах. Существуют разные способы рассмотрения такой случайности. Например, случайность может быть «введена» в на уровне модели исследуемой системы посредством того, что переходы между состояниями системы осуществляются в *случайные* моменты времени. Или же – сами переходы являются *случайными*, – например, существует вероятность перехода в несколько разных состояний. В общем же случае – может быть все: и случайные моменты времени, и случайные переходы между состояниями, да и сами вероятности таких переходов могут быть случайными – например, когда они происходят под воздействием случайных изменений во внешней по отношению к исследуемой системе среде. Заметим, что в последнем случае мы приходим к модели описания *взаимодействия* изучаемой системы со внешней средой!

Конечно, далеко не все интересные – с точки зрения специалиста в области экономической кибернетики – случаи имеют хорошо развитый математический аппарат. Однако выделяется класс случайных процессов, для которых получены весьма мощные математические результаты, что позволяет успешно применять их во многих областях (см., например, следующую главу).



Случайный процесс является **марковским**, когда любая *дополнительная* информация, кроме знания ее текущего состояния X_t , является несущественной для осуществления прогноза дальнейшей смены состояний системы.

Именно требование *будущее зависит только от настоящего* и приводит к тому, что часто марковские процессы называют «процессами без памяти».

Существует достаточно большое количество вариантов математического аппарата для марковских процессов. Ниже остановимся на том их варианте, который используется при моделировании социальных и экономических систем с помощью стохастических дифференциальных уравнений. Идея этого подхода к моделированию состоит в том, что взаимодействие системы с внешним окружением полагается изменяющимся *случайным* образом (более подробно – см. следующую главу).

В этом случае *приращение* состояния системы X_t задается формулой

$$dX_t = [h(X_t) + \lambda g(X_t)]dt + \sigma g(X_t) \circ dW_t \quad (4.14)$$

Здесь полагается, что взаимодействие между исследуемой системой и внешней средой описывается при помощи случайного процесса

$$\lambda_t = \lambda + \sigma \zeta_t \quad (4.15)$$

где λ задается неким усредненным состоянием окружающей среды, а *изменяющаяся случайная* добавка – «шум» – имеет *нулевое* среднее значение и дисперсию, равную σ^2 .

Как видим, в (4.14) первый член является, по сути, дифференциальным уравнением, описывающим эволюцию системы. Но второй член – он описывает *случайные* добавки в это дифференциальное уравнение, что «портит» это уравнение самым неприятным для нас образом.

Каким же образом можно описать *эволюцию* такой системы во времени?

Уравнение Колмогорова (Фоккера-Планка) и его статистическая интерпретация.

Прежде чем ответить на заданный в конце предыдущего подраздела вопрос, следует получить ответ на вопрос другой: каким же образом может быть описано состояние нашей системы в произвольный момент времени?

Очевидно, что, даже если мы и имели *одно* состояние, уже через сравнительно непродолжительное время оно «размывается» в некое *облако состояний*, причем каждое состояние будет характеризоваться некоей вероятностью своего появления. Таким образом, *текущее* состояние

исследуемой системы может быть описано только в рамках плотности вероятности $P(t, x)$ для того, чтобы обнаружить систему в момент времени t в некоем состоянии x (мы перешли к тому, чтобы обозначать состояние маленькими буквами).



Конечно, сказанное в этой главе справедливо только для а) марковского процесса, б) непрерывности пространства состояний системы, и для в) приближения «белого шума» (когда значение амплитуды шума «не имеет памяти»). Очень многие математические детали в процессе изложения в этом разделе будут упущены – поэтому *настоятельно* рекомендуется при проведении *самостоятельного* моделирования обратиться к соответствующей литературе. Впрочем, это должно стать правилом для специалиста в области экономической кибернетики: когда при переходе к математическому моделированию возникает необходимость в применении нового для себя математического аппарата – всегда необходимо тщательно ознакомиться с ним, то есть, с теми *предположениями*, которые заложены в его основу. Это позволит избежать многих ошибок.

Итак, нам, зная вид уравнения (4.14) для эволюции состояния системы, необходимо найти плотность эволюции со временем плотности вероятности для системы иметь состояние x в момент времени t . В теории стохастических дифференциальных уравнений показано, что искомая плотность вероятности $P(x, t)$ может быть найдена из такого дифференциального уравнения в частных производных

$$\frac{\partial P(x, t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} \left\{ \left[h(x) + \lambda g(x) + \frac{\sigma^2}{2} g(x) \frac{dg(x)}{dx} \right] P(x, t) \right\} + \frac{\sigma^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} [g^2(x) P(x, t)] \quad (4.16)$$

Мы не будем выписывать решение этого уравнения «в общем случае» – отметим, что это, как правило, представляет собой весьма и весьма непростую задачу даже для математика-профессионала. Остановимся только на одном весьма важном для моделирования систем свойстве этого уравнения.

Уравнение (4.16) называется *прямым* уравнением Колмогорова, или чаще – особенно в англоязычной литературе – уравнением Фоккера-Планка. Отметим, что, в общем случае, могут быть *разные* интерпретации уравнения (4.14) – соответственно получатся и *разные* уравнения Фоккера-Планка. За деталями рекомендуем обратиться к специальной литературе.



Для широкого класса уравнений вида (4.14) уравнение (4.16) допускает *стационарное* решение. Это означает, что для произвольного вида *начальной* плотности вероятности с течением времени устанавливается *стационарная* плотность вероятности, или, иными словами, имеет место асимптотический закон $P(x, t) \rightarrow P_s(x)$ при $t \rightarrow \infty$. Пользуясь формулами (4.14) или (4.16) можно даже записать вид такой стационарной плотности вероятности. Она задается формулой

$$P_s(x) = \frac{N}{g(x)} \exp \left(\frac{2}{\sigma^2} \int \frac{h(u) + \lambda g(u)}{g^2(u)} du \right) \quad (4.17)$$

Здесь N – нормировочный множитель, который находится по формуле

$$N^{-1} = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{g(x)} \exp \left(\frac{2}{\sigma^2} \int \frac{h(u) + \lambda g(u)}{g^2(u)} du \right) dx \quad (4.18)$$

Если вычисленное значение N конечно, то тогда стационарная плотность вероятности существует и для ее вычисления имеет место формула (4.17). Таким образом, получаем простой

алгоритм действий: если имеется задача, задаваемая уравнением вида (4.14), то мы вычисляем для нее интеграл (4.18). Если он конечен – то задача допускает существование стационарной плотности вероятности, выражение для которой может быть вычислено по формуле (4.17). (Отметим, что, в общем случае, могут встречаться случаи, когда интеграл, стоящий под знаком экспоненты в (4.17), является несобственным, - тогда задача требует специального исследования.)

М

В настоящей главе много математики. Однако она дается на *технологическом* уровне – то есть как совокупность процедур, приводящих в результате к получению решения. **М** Специалист-кибернетик чрезвычайно часто в своей практике сталкивается с ситуацией, когда для построения математической модели ему приходится обращаться к тем разделам математики, которые являются совершенно *новыми* для него. И тогда он раскрывает математические книги, и начинает разбираться в нужном для него математическом аппарате. При этом ему нет необходимости знакомиться с ним весьма подробно: вполне достаточно, когда он, во-первых, поймет положения, положенные в основание той или иной математической теории или концепции, во-вторых, убедится что эти положения не противоречат положениям его модели (если такое противоречие найдется – придется отказаться либо от математики, либо от модели!), и, в третьих, когда он научится *использовать* этот математический аппарат – то есть когда он научится *решать задачи* с его использованием. А для решения задач – вот для этого, чаще всего, и нужно просто лишь знать *алгоритм применения* тех или иных формул или понятий. Именно на этом уровне и был написан текст этой главы.

Вопросы.

1. Дайте определение «черного ящика». Приведите примеры разных а) социальных и б) экономических систем, в которых используется этот способ моделирования. Рассмотрите *известные* Вам социальные или экономические модели и определите, где и как именно используется в них концепция о «черном ящике».
2. Опишите примеры использования концепции «вход-выход» при моделировании а) социальных и б) экономических систем. В частности, используется ли эта концепция в микроэкономике? Ответ аргументируйте.
3. Прочитайте любой учебник по маркетингу или маркетинг менеджменту – те его разделы, где речь идет о «моделях пользователя, покупателя или потребителя». Выделите те элементы описанных там моделей, которые используют (или могут использовать) эту концепцию. Постройте Ваши собственные модели потребителя – и сравните их с описанными в учебниках.
4. Приведите определение оператора и условий, при которых черный ящик может выполнять функции оператора. Всегда ли черный ящик является оператором? Ответ аргументируйте и приведите примеры. Рассмотрите известные Вам модели социальных или экономических задач (см., например, задачу 3) и выясните, используется ли в них черный ящик как оператор. Если нет – то опишите, что нужно сделать, чтобы такое использование черного ящика стало возможным.
5. Что такое «линейный оператор»? При каких условиях черный ящик можно рассматривать как литейный оператор? Приведите примеры.
6. Что такое случайный процесс? Приведите Ваше собственное определение для этого понятия. Приведите примеры а) социальных и б) экономических систем (объектов, явлений, процессов, задач), где появляются или используются случайные процессы.
7. Что такое «марковский случайные процессы»? Приведите примеры а) социальных и б) экономических систем (объектов, явлений, процессов, задач), где появляются или используются *марковские* случайные процессы. Каким условиям должна удовлетворять социальная или экономическая система, чтобы при ее описании можно было использовать концепцию марковских случайных процессов?

Задачи.

1. Докажите по методу математической индукции формулу (4.8). *Подсказка:* доказательство постройте по следующему алгоритму. А) вначале докажите равенство (4.8) при $P_n(D)=D$. Б) потом по методу математической индукции докажите равенство (4.8) при $P_n(D)=D^n$. В) затем докажите равенство (4.8) в целом. (Доказательство приведено в учебнике В.П. Маслова «Операторные методы».)

2. Запишите формулу (4.13) для *кратных* корней символа – то есть для кратных корней многочлена $P_n(x)$.
3. Решите операторным методом следующие дифференциальные уравнения: а) $5y'' + 35y' + 60y = 4x + 8$, б) $4y' - 17y = 3\sin x + 12$, в) $3y' + 7y = 4x + e^{5x} + 6$, г) $y^{(4)} - y^{(2)} = e^{3x}$, д) $y^{(10)} + y^{(9)} = e^x$, е) $y' + 3y = \sin x + e^x + 4$ с начальным условием $y(0) = 3$.

Глава 5. Пример проведения исследования социально-экономических систем.

Введение и постановка задачи. – Модель. – Пример. – Общее обсуждение. – Общая постановка задачи оптимального управления. – Выводы. – Способ распознавания иерархического строения системы СЭС. – Вопросы и задания.

В этой главе описаны методологические подходы, которые могут иметь непосредственное практическое применение для использования как в качестве способа сжатия информации при диагностике состояний социально - экономических систем разных уровней иерархии, так и при синтезе стратегий оптимального управления состоянием таких систем. Материал этой главы может быть использован при проведении практических занятий, подготовке студентами рефератов и дипломных работ.

ММ Обращаясь к тексту научных статей, многие студенты испытывают если не шок, то уж недоумение обязательно. Действительно: осуществление перехода от *изучаемого* материала к *применяемым* знаниям, умения и навыкам – это весьма трудный процесс, который удастся далеко не всем! По этой причине в настоящей главе рассмотрены результаты, опубликованные в научной статье, - однако они снабжены большим количеством комментариев, которые позволяют студенту *успешно преодолеть* ту пропасть, которая разделяет освоенный им материал и отчеты, в которых этот учебный материал используется. Комментарии описывают также *мотивацию* принятия тех или иных предположений, осуществления выбора, детализации – и прочих элементов практической деятельности. В научных статьях и отчетах эти этапы, как правило, весьма тщательно скрыты, - поэтому чтение этой главы (а также главы 6) даст возможность пытливым студентам и начинающим специалистам подняться до уровня практического применения имеющихся у них знаний.

Изложенные ниже результаты важны не только для России и других государств СНГ, но и для стран с развитой экономикой. Для последних - полученные результаты являются, вероятно, одними из весьма немногих, позволяющих разрабатывать на их основе методики для *количественного сравнения состояний* стран с разной структурой экономики, валютой, способом политического управления и т.п., а также - позволяют выявить негативные тенденции и наметить пути для их предотвращения.

В кратком варианте результаты этой главы опубликованы в статьях [1].

Введение и постановка задачи

С развитием общества все большее значение приобретает необходимость в разработке информационных систем, позволяющих осуществить прогноз и управление динамикой развития *социально - экономических систем (СЭС)* различного уровня иерархии. Под СЭС в настоящей главе понимается совокупность однородных объектов социально - экономического процесса (социальных и/или экономических отношений) - начиная от совокупности отдельных людей и заканчивая обществом в целом. Среди важнейших задач, без решения которых невозможно адекватное управление СЭС, ключевое место занимает проблема нахождения критериальных соотношений, выражающих основные закономерности динамики развития СЭС. Без выработки таких критериев разработка количественной формализации описания СЭС и математических моделей для управления ними будет чрезвычайно затруднена.

Как правило, формализованные критериальные соотношения базируются на результатах рассмотрения конкретных моделей, описывающих СЭС [2]. Высокий уровень сложности таких моделей (см., например [3]) обусловлен, как правило, следующими причинами [4] (впрочем, в последних главах книги описан вариант подхода, позволяющий разрешить эти проблемы):

- Отсутствием четкого понимания разнообразных процессов, происходящих в СЭС разного уровня иерархии, а также единого подхода к их описанию.
- Отсутствием четких критериев для выделения объектов социально - экономического процесса как единой СЭС.
- Трудностями принципиального характера, связанными с необходимостью введения в рассмотрение, учета и формализации так называемого “человеческого фактора” со всем

комплексом специфических эффектов, вносимых им в социально - экономический процесс. Среди важнейших из них необходимо выделить: способность Человека синтезировать новую информацию, имеющую коммерческую ценность; наличие существенной, изменяющейся со временем вариабельности в свойствах, целях, задачах, откликах и т.п. отдельных людей; наличие вариабельности в способности отдельных людей как участвовать в социально - экономических процессах, так и влиять на них; и т.д..

Указанные причины (которые перечислены далеко не все!) привели к тому, что подавляющее большинство современных математических моделей описания динамики СЭС ориентированы на использование их результатов так называемыми ЛПР - людьми, принимающими решения (например, чиновников разного уровня иерархии, менеджеров, политиков и т.п. - см., например [5]). Однако при этом ЛПР часто оказываются перед лицом необходимости принимать решения практически "вслепую", ибо большинство из них, не являясь специалистами в области математического моделирования (математической кибернетики!), просто не знают границ применимости каждой отдельной модели, положенной в основу той или иной экспертной системы. Наконец, многие из таких ЛПР не являются *координаторами* (см. последние главы книги), то есть они принимают решения действительно "вслепую"!

Таким образом, одним из возможных перспективных подходов к описанию СЭС является следующий.

На первом этапе - создание блока математических моделей, описывающих ключевые особенности динамики СЭС, то есть характерные для СЭС любого уровня иерархии. В силу необходимости отражения самоорганизационных свойств СЭС, эти математические модели должны являться нелинейными и стохастическими, и ориентированными на выработку критериальных закономерностей. В определенном смысле речь идет о создании совокупности неких абстрактных структур математического характера, на базе которых может быть проведено адекватное описание СЭС.

Далее, *на втором этапе*, направление исследований разбивается на два потока: *во-первых*, на создание математических моделей, формализующих необходимые пользователю понятия, термины, количественные закономерности и т.п., а также связи между ними (например, поле законодательных нормативов) во введенные на первом этапе абстрактные структуры. Этим достигается *унификация* подхода всей совокупности разнородных по составу ЛПР к описанию результатов своей деятельности, а также - и это чрезвычайно важно - нахождение синергетического, нелинейного эффекта от своих *совокупных, совместных* действий.

Во-вторых, на построение адекватной реальности математической модели для описания взаимодействия тех абстрактных структур, которые были введены на первом этапе. Собственно, только на этом этапе и может идти речь о построении адекватной реальности математической модели для описания СЭС. Вероятно, многие попытки описания динамики СЭС были обречены на неудачу уже на самом этапе постановки задачи, ибо пытались строить соответствующий формализм непосредственно сразу же на **первом** этапе. Весьма важным является то, что на втором этапе исследования могут идти *параллельно* по обоим направлениям, что благоприятствует скорейшему внедрению полученных результатов в практику.

Некоторые результаты, полученные в этом направлении, были ранее описаны в [6].

В этой главе будет построен класс математических моделей, ориентированных на описание состояний СЭС разного уровня иерархии, в котором находят количественное выражение некоторые "наивные" термины, понятия и т.п., широко используемые в вербальном виде - особенно в современном политическом словаре. Фактически, в здесь представлена модель, способная описать усредненное состояние всей экономики, - то есть усредненное состояние всей иерархической экономической системы в целом для данной страны.



Итак, выше перед нами поставлено *описание проблемы*, то есть тот класс задач, который следует решить. Описаны как имеющиеся результаты, так и трудности, вследствие которых задача не могла быть решена ранее, при использовании *прежних* подходов. Следовательно, решение такой задачи требует развития *новых* подходов, то есть - *построения новых моделей*. Отметим, что и само описание проблемы сделано пока что только на *вербальном* уровне, - дальнейшее продвижение в области моделирования требует *уточнения и детализации* предлагаемых моделей.

Модель

В основу описания динамики единичного представителя (далее - “объекта”) СЭС данного уровня иерархии положим следующие соображения, которые можно назвать также и “аксиомами”

А1. Деньги (финансы, ресурсы – сведенные к единому выражению, и т.п.) являются мерой информации, которой обладает рассматриваемый объект. “Стоимость” информации определяется посредством самосогласования через всю иерархическую систему СЭС (наибольший вклад в нее вносит, как правило, СЭС наиболее высокого уровня иерархии - государство).

А2. Способность к синтезу (рождению) новой информации Человеком приводит к тому, что для рассматриваемого объекта его способность к *увеличению финансов* увеличивается с возрастанием их количества, тем самым образуя кольцо *положительной* обратной связи (более подробно о кольцах положительной и отрицательной обратной связи см. в следующей главе): “больше информации - больше финансов - больше информации” (ср. с английской пословицей “*деньги делают деньги*”). Это также достигается путем самосогласования.

А3. Существует необходимость “расходования” денег (финансов, информации) для продолжения функционирования рассматриваемого объекта (что формирует тем самым кольцо *отрицательной* обратной связи). Интенсивность расходования возрастает с ростом денежной массы быстрее, чем ее прирост. Такое расходование также замыкается самосогласованием через всю иерархию СЭС (например, через налоги - как федеральные, так и местные).

А4. Поскольку способность Человека синтезировать (создавать) новую информацию (следовательно, и новые финансы) носит ярко выраженный индивидуальный характер, то процесс функционирования совокупности рассматриваемых объектов должен носить стохастический характер.

Эти предположения могут быть строго обоснованы в рамках теории, кратко описанной в последних главах настоящей книги.



Теперь мы перешли к построению модели для *типичного объекта*, которые являются «действующими лицами» нашей системы. Мы – уже на вербально-логическом уровне – описали набор характеристик таких объектов, которые в последствии будут отражены в рамках математической модели. Подчеркнем характерную особенность: «единичные объекты», составляющие нашу систему, могут *спонтанным* образом проявлять некоторые свойства, - по этой причине мы уже на этом этапе приходим к выводу, что адекватное реальности описание должно быть произведено только на *стохастическом* уровне. Другими словами, в качестве математического аппарата мы выбираем теорию случайных процессов, стохастической дифференциальные уравнения, и т.п., а в качестве экспериментально проверяемых объектов у нас будут выступать либо плотность вероятности (если удастся ее получить – это *идеальный!* случай), либо отдельные ее моменты – средние значения, дисперсия и т.п. (это, конечно, похуже – но тоже может быть использовано в экспериментальной и практической деятельности).

Математически сказанное в А1-А3 можно описать уравнением

$$\frac{dm}{dt} = R(m) - T(m) \quad (1)$$

где $R(m) > 0$ и $T(m) > 0$ - некоторые (монотонные) функции, причем $\exists m_0: \forall m > m_0 \Rightarrow T(m) > R(m)$ (вследствие А3 функция $T(m)$ при больших m становится больше, чем $R(m)$). Здесь обозначено через m массу финансов (информации), которой обладает рассматриваемый объект социально - экономических отношений в настоящее время.

Условие монотонности $R(m)$ и $T(m)$ приводит к тому, что уравнение (1) имеет только одно стационарное положение равновесия, которое является устойчивым и в котором рассматриваемый объект характеризуется значением m_0 :

$$R(m_0) = T(m_0) \quad (2)$$

В функциях $R(m)$ и $T(m)$ должна найти отражение вся иерархическая система СЭС. Поскольку в настоящее время вид этих функций неизвестен, дальнейший анализ (1) возможен только с привлечением соображений модельного, феноменологического характера.



На этом этапе мы не рассматривали аксиому A_4 , то есть, мы пока что занимаемся моделированием *описания динамики единичного объекта* нашей СЭС. Мы пытаемся «выжать» из известной нам информации (включая те предположения, которые кажутся нам «естественными» для таких объектов) всю ту информацию, которая может найти отражение в математической форме записи. Подчеркнем: именно на этом этапе часто и возникает необходимость обращаться к *новым для себя математическим теориям*. На данном этапе также видно, что мы, рассматривая такую – на первый взгляд «простую» задачу – вынуждены, тем не менее, строить целую *иерархическую* систему моделей. Чрезвычайно важно, чтобы уже на сейчас, строя эти иерархические модели, мы задумались над тем, *как мы будем брать необходимые нам данные из эксперимента*.

При моделировании сложных иерархических систем живой и неживой природы для описания их свойств или закономерностей часто используют так называемые “аллометрические закономерности”, когда искомая закономерность представляется в виде степенной зависимости от своих параметров (для биологических объектов см., например [7], а для технических [8]). В физике подобные закономерности обычно возникают вследствие требований так называемой масштабной инвариантности, когда некоторые свойства системы инвариантны относительно преобразований масштаба рассматриваемых явлений (см. [9]).

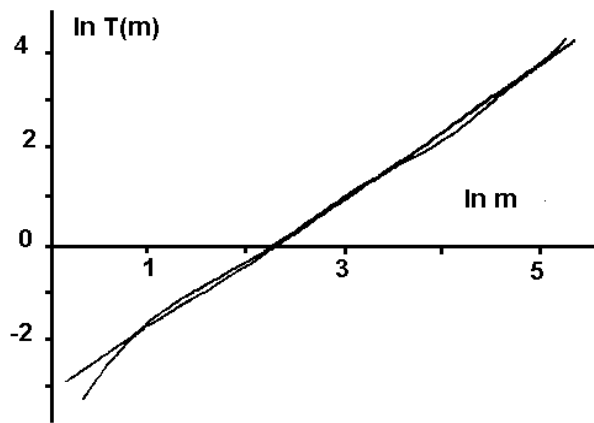


Как правило, такие зависимости выражают найденные из статистических данных закономерности. Почему они так распространены всюду – включая и экономику? Ответ на этот вопрос достаточно прост, хотя он и может быть неожиданным. Социальные и экономические системы занимают «большие» промежутки в изменениях своих параметров. Например, годовой доход – от нескольких тысяч единиц (отдельный человек, малое предприятие) и до миллионов или даже миллиардов (3 – 6 порядков). Количество людей, задействованных в них – от единиц (семья) и до миллионов (область, мегаполис) – и в этой области параметров также до 6 порядков. Статистические данные просто *невозможно* наглядным образом представить при *линейном* масштабе координат! Приходится прибегать к так называемой «дважды логарифмической» системе координат: по обеим осям откладываются *логарифмы* характеристик СЭС. А *прямая* линейной регрессии, проведенная через экспериментальные точки – это как раз и есть степенная функция! Как видим, *причина*, по которой данные выражаются именно в такой форме, имеет *технический* характер. Подчеркнем чрезвычайно важное обстоятельство, – одновременно мы выявили те условия, при которых такая форма обработки экспериментальных данных является оправданной (границы применимости этого способа!): для этого *оба* параметра, связь между которыми мы находим, должны изменяться «в широких пределах».

Отметим, что выполнения последнего свойства можно ожидать и от объектов социально - экономического процесса в предположении, что их способность как к приросту массы финансов, так и к их трате инвариантны относительно преобразований масштаба величины m для СЭС, принадлежащих данному уровню иерархии (естественно, конкретная их параметризация для каждого уровня иерархии своя).

Итак, проведем дальнейшее рассмотрение, предполагая, что

$$\begin{aligned} R(m) &= cm^a \\ T(m) &= dm^b \end{aligned} \quad (3)$$



При этом $b > a$ вследствие АЗ. Здесь сама способность рассматриваемого объекта социально - экономического процесса к приобретению и расходованию финансов определяется коэффициентами a и b , которые будут зависеть как от принадлежности объекта к тому или иному уровню иерархии СЭС, так и от всей их иерархической совокупности (например, будут регулироваться государством). На Рис.5.1 представлены данные (Украина, январь 1996 года) системе налогообложения доходов граждан - видно, что в диапазоне $1,6 < m < 200$ единиц необлагаемого дохода она хорошо аппроксимируется зависимостью $T(m) = 0,045 \cdot m^{1,38}$ (для России на тот же период времени в диапазоне $1 < m < 8$ получим $T(m) = 0,17 \cdot m^{1,18}$).

Интенсивности процессов приобретения и расходовании финансов в рамках аппроксимации (3) будут определяться величинами параметров c и d , а стационарное состояние достигается при $m_0 = (c/d)^{1/(b-a)}$.

Модель (1) - (3) выведена на основании А1 - АЗ. Для того, чтобы она удовлетворяла также и А4, необходимо учесть вариабельность свойств и возможностей человеческой компоненты социально - экономического процесса. Для заданного объекта это проявляется двумя путями. *Во-первых*, вследствие *внутренних* для рассматриваемого объекта причин - например, связанных с его кадровым составом (успехом в подборе людей, способных создавать новую информацию - координаторов), а также от профессионального уровня этих людей (своего рода неравномерность распределения таких людей по фирмам). В результате *разные* объекты социально - экономического процесса для данного уровня иерархии будут различаться своими константами c . *Во-вторых*, вследствие причин внешних для данного класса объектов - например, вследствие локальной (территориальной) вариабельности законодательного поля, регулирующего налоговую политику. В результате разные объекты будут различаться своими константами d .

Отметим, что учет статистических закономерностей должен быть проведен в рамках ансамблевого подхода, когда рассматривается целый класс объектов для СЭС заданного уровня иерархии.



На этом этапе мы переходим от рассмотрения *одного* объекта к рассмотрению уже *многих* *подобных* объектов. Это обусловлено тем, что мы уже знаем, что нам будет нужна плотность вероятности. А ее можно получить только *двумя* способами. Либо, во-первых, отслеживать *один* объект – одну СЭС – «достаточно длительное время, что практически неосуществимо по «техническим соображениям»: например, если нас интересует плотность вероятности *годового* дохода фирмы, то нам пришлось бы собирать данные о нашей фирме на протяжении около 1 тысячи лет! Либо, во-вторых, *одновременно* собрать данные о *большом количестве сходных* фирм, - и получить искомую плотность вероятности: таких фирм должно быть также около тысячи – но эта задача уже вполне выполнима! У читателя может возникнуть вопрос: а совпадают ли эти *две* плотности вероятно, полученные столь *разными* способами? Этот вопрос достаточно хорошо изучен в рамках теории вероятности и математической статистики – есть даже научная дисциплина под названием «эргодические теории», и ответ на этот вопрос является положительным. Можно даже сказать, что *положительность* ответа на этот вопрос гарантируется всем опытом развития теории вероятностей и математической статистики.

Хотя в общем случае обе причины учета вариабельности свойств Человека действуют совместно, далее для простоты будем рассматривать их раздельное описание. Таким образом, приходим к стохастическим моделям

$$\frac{dm}{d\tau_a} = \lambda \cdot m^a - m^b + \xi_t \cdot m^a \quad (A)$$

$$\frac{dm}{d\tau_b} = m^a - \omega \cdot m^b + \eta_t \cdot m^b \quad (B)$$

где для модели (A) $d=\text{const}$ и $m_0=\lambda^{1/(b-a)}$, а для (B) - $c=\text{const}$ и $m_0=\omega^{1/(a-b)}$. В (A) и (B) произведены соответствующие преобразования. Функции ξ_t и η_t являются стохастическими.



Здесь мы *вынуждены* прибегнуть к *раздельному* рассмотрению двух случаев по причинам уже *математического* характера. Конечно, было бы очень интересно – и, главное, это было бы более адекватно ситуации! – рассмотреть *совместный* учет обоих причин. Но математический аппарат, который был бы необходим для этого, является чрезвычайно сложным. Более того: многие результаты было бы возможным получить *только* путем *компьютерного моделирования*, - например, численного расчета. И только в нашей постановке получаются *аналитические*, то есть выраженные в формульном виде, зависимости. Это позволяет провести *качественный* анализ большого количества *возможных ситуаций* – и поэтому такой возможность никак не следует пренебрегать!

В общем случае модели (A) и (B) приводят к тому, что совокупность объектов данного уровня иерархии для социально-экономических процессов характеризуется распределением плотности вероятности $P(m, t)$. Если шум ξ_t (или η_t , соответственно) является стационарным, то вследствие условия $b > a$ имеем $P(m, t) \rightarrow P_s(m)$, причем, в общем случае, вид $P_s(m)$ будет определяться лишь статистическими свойствами ξ_t (η_t) и величинами a , b и m_0 . Дальнейшее рассмотрение проведем в пренебрежении переходными процессами - то есть для $P_s(m)$.

Общими свойствами моделей (A) и (B) являются такие:

I. Обе модели допускают обезразмеривание, то есть $P_s(m)$ можно представить в автомодельном виде $P_s(x)$ по безразмерной переменной $x = m/m_0$ (естественно, при соответствующем обезразмеривании функций ξ_t (η_t)). Это обстоятельство является весьма важным, ибо позволяет сравнивать между собой поведение разных СЭС (но обладающих одинаковыми параметрами a и b). Распределение $P_s(x)$ зависит тогда только от a , b и вида (точнее - структуры) обезразмеренного шума ξ_t (η_t). Вследствие этого появляется возможность разработки новых критериев для классификации и сравнения состояний СЭС, принадлежащих к разным уровням иерархии. Так, это свойство рассматриваемых моделей позволяет отвлечься от видов национальных валют, их конвертации и т.п., и сравнивать между собой объекты-СЭС одинакового уровня иерархии, находящиеся даже в *разных* странах (и, соответственно, в разных условиях). Вследствие этого появляется возможность также для количественного сравнения между собой состояний СЭС из разных стран и синтеза систем оптимального управления развитием СЭС в выбранном направлении (например, появляется возможность количественного сравнения показателей **качества жизни** граждан (малых фирм и т.п.) для разных стран).

II. Модели (A) и (B) являются инвариантными относительно группы преобразований $m \rightarrow N \cdot m = kN^n$, где $k > 0$ и $n > 0$ - соответствующие константы. Это позволяет применять как сами модели (A) и (B), так и произведенные на их базе интерпретации, к различным характеристикам, описывающим рассматриваемые объекты социально - экономического процесса (например, выполнение соотношений такого вида естественно ожидать для численности N сотрудников фирмы в зависимости от имеющихся в ней запаса финансов). Естественно, при такой группе преобразований параметры модели преобразуются как $a_N = 1 + n(a_m - 1)$, $b_N = 1 + n(b_m - 1)$, $\lambda_N = \lambda_m^{a-b}$, $\xi_t^N = k^{a-b} \xi_t^m$ (для примера выписаны лишь соотношения для модели (A); для модели (B) такие соотношения выглядят аналогично). Весьма важным является также то обстоятельство, что все результаты (например, распределения $P_s(x)$), полученные для одной какой - нибудь характеристики рассматриваемого объекта могут быть пересчитаны для любой (!) *другой* характеристики, связанной с первой рассматриваемым групповым соотношением, - а выводы автоматически (!) являются *верными*. Иными словами, мы получили новый способ *установления инвариантности* и *эквивалентности* как между отдельными характеристиками рассматриваемого объекта, так и между объектами разных уровней иерархии, а также - новый способ

восстановления целого класса характеристик объекта по распределению одной из его характеристик!

Пример

В качестве примера рассмотрим аналитически точно решаемый случай, когда ξ_t и η_t являются белым шумом с интенсивностью $\langle \xi_t^2 \rangle = \sigma^2$ ($\langle \eta_t^2 \rangle = \sigma^2$ соответственно).



Здесь опять приведена система новых *ограничений*, и опять – математического характера. По сути, мы до сих пор все еще производим *последовательное уточнение модели*! Конечно, при этом *сужается* общность ее применения – но зато мы получаем возможность провести более глубокий анализ. Фактически, мы *размениваем глубину понимания на уменьшение общности (в ущерб общности)* – то есть *детализируем* ситуацию, делая ее все более *конкретной*. Такое положение вещей характерно для любой профессиональной области в области социального и экономического моделирования. В результате мы получаем *иерархически* связанную систему моделей исследуемого социального или экономического объекта (процесса, явления и т.п.): на самом верху расположены *общие* модели, а внизу находятся модели, обладающие *более узкими* границами применимости (но позволяющие провести *количественный* анализ ситуации). Формирование такой «пирамиды моделей» – неотъемлемая составляющая процесса познания мира человеком.

Тогда из уравнений (А) или (В) обычным образом строится уравнение Колмогорова - Фоккера - Планка в соответствующей нашему случаю интерпретации Стратоновича (все необходимые математические см. предыдущем параграфе, а также в [10]), из которого находим

$$P_s^a(m) = C_1 \cdot m^{-a} \exp \left\{ \frac{2\lambda m^{1-a}}{(1-a)\sigma^2} \left[1 - \frac{(1-a)m^{b-a}}{\lambda(b+1-2a)} \right] \right\}$$

$$P_s^{a=1}(m) = C_2 \cdot \exp \left\{ - \left(1 - \frac{2\lambda}{\sigma^2} \right) \ln m - \frac{2m^{b-1}}{(b-1)\sigma^2} \right\}, a=1 \quad (4)$$

для модели (А) и

$$P_s^b(m) = C_3 \cdot m^{-b} \cdot \exp \left\{ \frac{2\omega m^{1-b}}{(b-1)\sigma^2} \left[1 - \frac{(b-1)m^{a-b}}{\omega(2b-a-1)} \right] \right\}$$

$$P_s^{b=1}(m) = C_4 \cdot \exp \left\{ - \left(1 + \frac{2\omega}{\sigma^2} \right) \ln m - \frac{2}{(1-a)\sigma^2 m^{1-a}} \right\}, b=1 \quad (5)$$

для модели (В), соответственно.

В (4) и (5) C_i - соответствующие нормировочные константы.

Для рассматриваемого примера асимптотика $P(m,t) \rightarrow P_s^{a(b)}(m)$ справедливо независимо от вида начального распределения $P(m,t=0)$.

Модель (А) при $0 < a \leq 1$ допускает так называемые индуцированные шумом переходы, когда форма $P_s^a(m)$ изменяется скачком (в нашем случае - от колоколообразной (одномодальной) до монотонноспадающей) при непрерывном изменении интенсивности шума σ^2 (в нашем случае - при увеличении σ^2 сверх σ_c^2), однако здесь мы эти эффекты рассматривать не будем.

Отметим общие свойства полученных $P_s^{a(b)}(m)$:

1) При малых интенсивностях шума σ^2 (то есть при малой вариабельности вклада от человеческой компоненты СЭС) $P_s^{a(b)}(m) \approx \delta(m-m_0)$, где $\delta(x)$ - сингулярная дельта - функция Дирака.

2) С ростом σ^2 ширина Δ распределений $P_s^{a(b)}(m)$ увеличивается (на Рис.5.2 приведен пример зависимости относительной ширины Δ (измеренной на полувысоте) от безразмерной интенсивности шума σ_0^2 для автомодельного распределения $P_s^a(x)$; выбраны значения параметров $a=2/3, b=1$), а положение максимума m_+ распределения сдвигается к нулю.

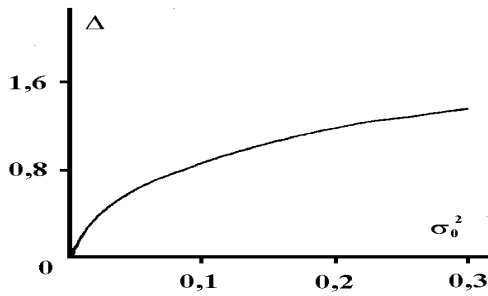


Рис.2.

отождествить со “средним классом” - поэтому известные нечеткие вербальные описания типа “для устойчивости общества необходимо наличие значительной прослойки среднего класса” с использованием (4) и (5) можно сформулировать в виде четких и однозначных математических критериев.

Ниже приведем примеры некоторых стратегий управления СЭС, основанных на предложенном подходе и модели белого шума.

Общую тенденцию развития СЭС можно сформулировать следующим образом: рост благосостояния людей при условии отсутствия напряженности в обществе. В рамках моделей (А) и (В) росту благосостояния соответствует рост m_0 , а “отсутствию напряженности” соответствует условие “оптимальной относительной ширины” Δ для $P_s(m)$ - в нашем примере оно соответствует “оптимальности” величины относительной интенсивности шума σ_0^2 для автомодельного вида распределения по доходам $P_s(x)$.

В нашем примере для относительной (безразмерной) интенсивности шума нетрудно получить для модели (А) выражение

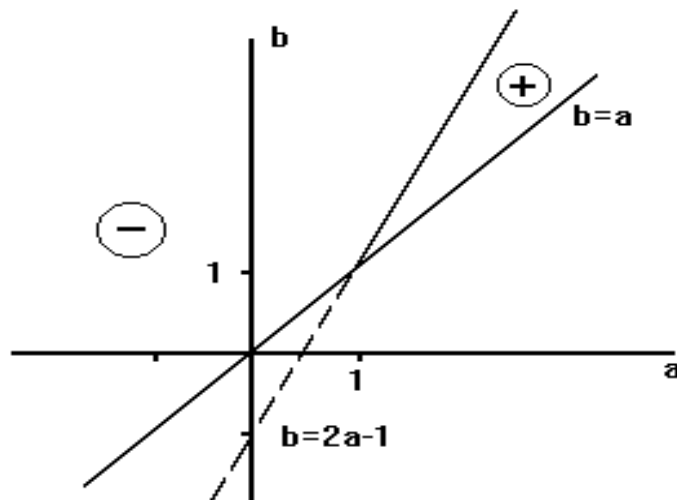
$$\sigma_0^2 = \sigma^2 \cdot m_0^{2a-b-1} \quad (6)$$

а для модели (В) -

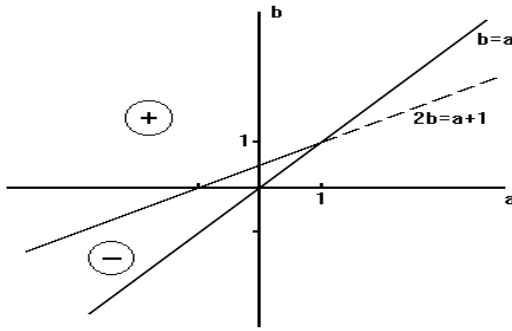
$$\sigma_0^2 = \sigma^2 \cdot m_0^{2b-a-1} \quad (7)$$

Весьма интересно и нетривиально поведение σ_0^2 при $\sigma^2 = \text{const}$ с возрастанием m_0 .

На Рис.5.3. представлено поведение σ_0^2 при возрастании m_0 при $\sigma^2 = \text{const}$ (модель (А),



формула (6)). В области “+” $\sigma_0^2(m_0)$ монотонно возрастает, что приводит к уширению $P_s(x)$, и выполнение критерия $\sigma_0^2 \rightarrow \text{opt}$ требует уменьшения величины σ^2 , то есть выполнимо лишь тоталитарными методами. В области “-” состояние СЭС можно считать “устойчивым” в том смысле, что $\sigma_0^2(m_0)$ монотонно убывает, и, следовательно, при возрастании m_0 допускаемо увеличение σ^2 - то есть усиление демократических тенденций в обществе, а также создаются условия для развития научно - технического прогресса.



Другими словами, на Рис.5.3 для модели (А) представлено поведение σ_0^2 в плоскости параметров a и b . Условие $b > a$ выделяет область параметров, обеспечивающих наличие стационарных распределений $P_s(m)$. Прямая $b=2a-1$ разбивает эту область на две подобласти, в одной из которых достигается монотонное убывание $\sigma_0^2(m_0)$ при $\sigma^2 = \text{const}$ (обозначено знаком “-”), а во второй - монотонное возрастание при тех же условиях (обозначено знаком “+”).

Для модели (В) - см. Рис.5.4.

Отсутствие напряженности в обществе достигается через механизм демократии, то есть путем гарантирования равных возможностей для его членов. Но научно - технический прогресс подразумевает все более полное вовлечение всех способностей, качеств, свойств, возможностей Человека в социально - экономические процессы. В результате это приводит к *возрастанию* вариабельности в социально - экономических проявлениях свойств людей - и, как следствие - к увеличению интенсивности шума σ^2 .

Таким образом, развитие общества сопровождается увеличением как m_0 , так и σ^2 , но при таком увеличении должно, тем не менее, сохраняться “оптимальное” значение $\sigma_0^2 = \text{opt}$ (где **opt** - значение относительной интенсивности шума, которое находится опытным путем). Отметим, что в качестве меры устойчивости рассматриваемого (данного) состояния общества можно тогда выбрать, например, критерии вида

$$\delta = \frac{\sigma_0^2 - \text{opt}}{\text{opt}}, \delta \in [-1, \infty) \quad (8)$$

$$\gamma = \ln \frac{\sigma_0^2}{\text{opt}}, \gamma \in (-\infty, \infty) \quad (9)$$

или же подобные им.

Как видно из Рис.5.3 и Рис.5.4, управление устойчивостью общества должно осуществляться таким образом, чтобы при возрастании m_0 :

- 1) значения параметров a и b постоянно поддерживались в области, где $\sigma_0^2(m_0)$ монотонно убывает с ростом m_0 (то есть в области, обозначенной знаком “-” на Рис.3 и Рис.4) - это дает возможность увеличивать уровень демократии в обществе и образованности его граждан;
- 2) добиваться значений $\sigma_0^2 \rightarrow \text{opt}$ (то есть $\delta \rightarrow 0$ или $\gamma \rightarrow 0$, соответственно);
- 3) добиваться значений $\{(1-a)c\}^{-1} m_0^{1-a} \leq T \approx 3 \div 5$ лет (соответственно при $a=1$: $c^{-1} \ln(m_0) \leq T$) для отдельных людей (и соответствующих значений T_0 для каждого иерархического уровня). Это условие означает, что каждый человек имеет возможность – при данном состоянии *экономических* «правил игры» в обществе – радикально изменить свое благосостояние (например, перейти из «бедного» в «зажиточное» состояние).

Отметим, что условия I и III являются в определенном смысле конфликтными, так как условие I легко достигается путем возрастания c , а условие III, переписанное в виде $c^{(1-b)/(b-a)} d^{-(1-a)/(b-a)} \leq T$, может быть далеко не всегда совместимо с ростом c (однако при $b > 1$ (см. ниже) оно будет выполняться “автоматически” при $d = \text{const}$).

Общее обсуждение

Рассмотрим каналы, посредством которых общество (государство) может изменять величины, характеризующие рассмотренные модели и приведенный выше Пример - a, b, c, d и σ^2 . Отметим, что **все** эти параметры могут изменяться при переходе к иному иерархическому уровню, и к тому же конкретная интерпретация этих параметров, как и способов управления, может быть разной для разных иерархических уровней.



Теперь, имея уже аналитическую модель социальной или экономической системы и проведя качественный анализ этой математической модели, мы переходим к этапу социальной и/или экономической *интерпретации* полученных результатов. Другими словами: если ранее мы, исходя из реальной ситуации, «поднимались» от нее в мир абстракций, то теперь мы уже совершаем «спуск» из мира абстракций к миру реальному. Мы, по сути, сейчас готовим методологию *использования* наших результатов. Для начала – нас интересует, каким образом мы можем интерпретировать те или иные закономерности в рамках нашей модели: как правило, это приводит к формированию конкретных методик ведения *экспериментальной деятельности* в области социологии и экономики.

Как отмечалось выше, член $R=cm^a$ определяет способность данного объекта к приращению дохода. При этом параметр c определяется индивидуальными (то есть - изменяемыми от объекта к объекту) свойствами данного объекта, тогда как a - всей иерархической системой СЭС в целом. Например, для нижнего иерархического уровня - совокупности отдельных людей - c будет зависеть от их личных способностей, тогда как a - будет определяться, например, наличием инфраструктур, способствующих как получению (синтезу) новой информации и ее последующей обработке, так и способствующих “реализации задумов”. Интересно, что каждый иерархический уровень отличается от других “степенью дискретности времени” характерных для него переменных.

Поскольку при наличии дохода (точнее - *свободных* денег) возможность доступа к информации (ее объему, точности и адекватности, надежности переработки и т.п.) увеличивается, то можно ожидать, что $a > 0$, то есть доход возрастает пропорционально имеющемуся (ср. “деньги делают деньги”). Вместе с тем, трудно ожидать, что в *нормальной* экономике могут достигаться значения $a \geq 1$, при которых “начальный капитал” вырастал бы взрывообразно (впрочем, это затруднение легко преодолевается при $b > 1$). Итак, для отдельного человека ожидается $0 < a < 1$ - впрочем, пока что это не более чем эвристическое соображение. Для крупных корпораций - наоборот, можно ожидать, что с ростом дохода способность денег “приносить деньги” будет падать - что достигается при $a < 0$. Таким образом, можно ожидать, что с ростом уровня иерархии происходит уменьшение a . Что же касается c , то ожидаемая картина как раз противоположна: ожидается его возрастание (одновременно - с возрастанием σ^2 : ибо основной “прорыв” крупных компаний достигается, как правило, благодаря деятельности “наиболее гениальных” людей, - а их всегда мало!). Эвристическим подтверждением этому может служить также необходимость возрастания характерного времени $\{(1-a)c\}^{-1}m_0^{1-a}=T$ (характерное время для изменения единичным объектом-СЭС своего экономического состояния) с ростом уровня иерархии.

Образно говоря, член $R=cm^a$ выражает “силу сцепления” рассматриваемого объекта с СЭС более высоких уровней иерархии, а его параметры - c и a - определяются этим сцеплением. При этом параметр a определяется структурным строением всей иерархической пирамиды СЭС (однако, в наибольшей степени, - ближайшими иерархическими уровнями). Например, для отдельного человека он будет определяться: 1) наличием инфраструктур, способных “конвертировать” (социализировать) вновь созданную информацию в финансы, и 2) всем богатством совокупностей сторон человеческой природы, которые вовлечены в социально - экономические процессы, и т.п. “Интенсивность” же прироста массы финансов определяется индивидуальным подбором людей в рассматриваемом объекте, и, в силу этого, изменяется от объекта к объекту. Таким образом, параметр a определяет условия для реализации возможностей объектов, а в c находит выражение индивидуальная способность объектов к осуществлению возможностей, предоставленных ему участием в иерархической пирамиде СЭС (например, - обществе или государстве). Иными словами, различия в c обусловлены индивидуальной способностью рассматриваемых объектов в реализации своих возможностей, предоставленных им на данном уровне иерархии от всей совокупности СЭС.

Следует отметить, что “роль индивидуальности” существенно повышается в момент начала выхода на новый технологический уровень: вероятно, большинство крупных компаний стали такими именно вследствие того, что предоставили возможности людям, способным правильно “угадать” направление развития технологии.

Обратимся ко второму члену, $T=dm^b$, описывающему расходы финансов. Этот член выражает, образно говоря, “плату за информацию” (а также - расходы на “поддержание своего статуса”). Для отдельного человека - это налоги на личный доход и на личное состояние (см. Рис.15.3.1). Ожидаемое значение есть $b > 0$ (значения $b < 0$ поражали бы своей нелогичностью: “чем выше доход, тем *меньше* налоги”).

Интересно, что если вблизи m_0 начинается включение *новых* налогов (на недвижимость, имущество и т.п.) - то функция $T(m)$ обязательно становится выпуклой вниз, и поэтому $b > 1$. Если при этом $a < 1$, то распределения $P_s(m)$ для модели (А) всегда обладают свойством относительного сужения с ростом m_0 (см. Рис.4.3), что позволяет полнее использовать самые разные качества, способности и т.п. людей без опасения, что вследствие этого уменьшится устойчивость общества. Таким образом, становится понятным желание развитых государств иметь как можно большее количество налогоплательщиков - и *одновременно* собственников, ибо при этом можно изымать большую массу налогов без опасения привести к нестабильности общества!

Флюктуации в модели (В) будут иметь иные источники, чем в модели (А). Они, например, могут отражать особенности *региональной* налоговой политики. Интенсивность таких флюктуаций повышается с ростом доли налогов, подлежащих местному регулированию. Как видно из Рис.4.4, даже при неизменном уровне разнообразия локальной налоговой политики (то есть при $\sigma^2 = \text{const}$) существует большая доля вероятности выбора показателя b (регулируемого федеральным законодательством) такого, что относительная ширина распределений по доходам объектов данного уровня иерархии СЭС (например, малых предприятий или крупных фирм; впрочем - и отдельных людей также!) с ростом "уровня благосостояния" (то есть m_0) будет возрастать, и на фоне относительного благополучия могут возникнуть в обществе негативные тенденции (напр., - "к отделению вплоть до государственности..."). В этом смысле было бы интересно провести на базе представленных в работе результатов исследование современного социально - экономического состояния в Канаде: согласно полученным выше результатам предоставление провинции Квебек дополнительных возможностей для увеличенной экономической автономии может оказаться первым шагом к подведению *экономической* базы под распад Канады (см. Рис.5.4: при $b > 1$ это следует с необходимостью)! Впрочем, на Украине ситуация вполне аналогична с Крымом, - правда, в отличие от Канады, вследствие невозрастания m_0 ситуация пока что не становится катастрофической.

Для модели белого шума, как видно из Рис.5.4, при $b > 1$ рост σ_0^2 с ростом m_0 имеет место **всегда**, следовательно, для устойчивости общества по мере "достижения благополучия" следует **уменьшать (!)** степень свободы регионов в области регулирования налоговой политики.

Основная задача управления социально - экономическими системами состоит в том, чтобы добиваться такого их состояния, когда запросы жизненного функционирования отдельных индивидуумов достигают максимально возможного значения. Однако все люди - разные, и это различие чрезвычайно многообразно. По отношению к социально - экономическим процессам Человек выступает в двух ипостасях: и как производитель, и как потребитель. Количественное их выражение сильно варьируется от человека к человеку. В моделях (А) и (В) учтены оба эти свойства Человека; в определенном смысле *по отношению к отдельному человеку* эти модели являются предельными случаями описания каждого из этих свойств в отдельности. В этом смысле модель (А) описывает наличие вариабельности для некоторой совокупности людей в их способности производить новую информацию (при сравнительно малой вариабельности в потреблении), а (В) - вариабельность в их способности "тратить деньги" (при одинаковой способности их зарабатывать). Однако даже при таком, идеализированном описании, модели (А) и (В) могут найти применение для широкого круга задач экономики и количественной социологии. Так, модели вида (А) могут применяться для получения и анализа распределений людей по доходам в больших фирмах или даже обществе в целом, а вида (В) - для однородных групп людей (например, "белых воротничков"), обладающих одинаковым уровнем доходов).

Для следующего иерархического уровня - малых фирм и предприятий - интерпретация моделей (А) и (В) осуществляется аналогичным образом (вариабельность тогда обусловлена успешностью подбора кадров, их квалификацией и профессиональным уровнем, и т.п.).

Управление СЭС производится при помощи изменения параметров a , b , c и d , а также - параметров, задающих интенсивность и структуру шума ξ_t (η_t). Каждый из этой совокупности параметров может быть изменен, в общем случае, целым рядом различающихся между собой способов. Наиболее чувствительны параметры a , b , c и d к законодательному полю, в котором существуют рассматриваемые объекты. Естественно, разработка методики сведения существующей системы законов к количественным значениям параметров a , b , c и d , а также к интенсивности и структуре шума ξ_t (η_t), являет собой сложную задачу, еще только ожидающую своего решения.

Приведем кратко основные направления, по которым должно осуществляться управление:

У1. Распределение $P_s(m)$ для данного уровня иерархии СЭС должно быть *одномодальным*. Многомодальность свидетельствует о наличии нескольких подсистем, "живущих по своим

(разным!) законам” Более подробно вопросы, связанные с многомодальностью $P_s(\mathbf{m})$, будут рассмотрены в следующем параграфе.

У2. Ширина распределения $P_s(\mathbf{m})$ должна иметь “оптимальный” характер. Величина такой “оптимальности” должна быть определена экспериментально - исходя из требований а). устойчивости СЭС и б). комфортности существования людей в таких условиях. В качестве примера такого критерия можно использовать, например, такой: различие в доходах 10% “наиболее бедных” и 10% “наиболее богатых” людей не должно превышать заданную величину (найденную экспериментально или эмпирическим путем). Отметим, что “слишком узкие” распределения $P_s(\mathbf{m})$ свидетельствуют об ухудшенных условиях использования в СЭС (или - государстве) естественной (природно - обусловленной) вариабельности свойств и способностей Человека - это характерно, прежде всего, для тоталитарных государств.

У3. Естественным критерием *правильности* развития общества выступает требование возрастания $\mathbf{m}_0$ (например, рост доходов граждан).

У4. Все более полное, всестороннее вовлечение всех качеств, всех возможностей Человека в социально - экономические процессы (например, вследствие повышение уровня образования) приводит к возрастанию интенсивности шума ξ_t (то есть “возможностях зарабатывать деньги”).

У5. Для устойчивости общества (“уверенности в будущем”) необходимо, чтобы объект социально - экономического процесса данного уровня иерархии мог “за обозримое время” достичь $\mathbf{m}_0$ - начав “с нуля” (это - своего рода вариант реализации “американской мечты”). В рамках моделей (А) и (В) это условие можно записать, например, как $\{(1-a)c\}^{-1} \mathbf{m}_0^{1-a} \leq T$ (при $a=1$ это условие примет вид $c^{-1} \ln(\mathbf{m}_0) \leq T$), где T - характерное время, численное значение которого зависит от рассматриваемого уровня иерархии (например, для отдельного человека приемлемым значением будет, вероятно, $T \approx 3 \div 5$ лет, для малых предприятий - $T \approx 5 \div 7$ лет, а для крупных корпораций - $T \approx 20 \div 30$ лет).

Совокупность условий У1-У5 является *конфликтной* в том смысле, что некоторые из них противоречивы (например, условия У3 и У5). Поэтому управление СЭС, осуществляемое с использованием настоящего подхода, представляет собой нетривиальную задачу.

Отметим, что в рамках настоящего подхода можно реализовать также и описание *динамических* процессов, когда необходимо учитывать $P(\mathbf{m}, t)$, - однако такое рассмотрение требует привлечения, как правило, уже значительного объема компьютерного моделирования.

Общая постановка задачи оптимального управления.

Условия, по которым должно осуществляться управление, допускают математическую формализацию в рамки стандартной задачи на управление. Ниже кратко опишем эту процедуру (в ряде случаев дополнительная детализация проведена с использованием приближения белого шума для ξ_t и η_t - см. Пример).



Вот теперь мы можем уже, проведя как анализ нашей математической модели, так и получив блок для нахождения соответствий «модель – реальная ситуация», перейти к формированию *общего алгоритма* для осуществления управления – то есть для описания той процедуры, которую нужно сделать, чтобы интересующая нас социально-экономическая система имела вполне определенные, *нужные нам* значения своих характеристик. На этом этапе мы уже можем пользоваться теми характеристиками, данными и информацией, для которых мы *на предыдущем этапе* разработали экспериментальные методики.

У1. Одномодальность распределений является, как правило, следствием наличия лишь одного стационарного состояния $\mathbf{m}_0$ для уравнения (1) (индуцированными шумом переходами в данном случае пренебрегаем, так как потеря устойчивости обществом достигается до их появления, которое предварительно выражается в значительном увеличении ширины распределений). Нетрудно видеть, что для рассмотренных нами моделей (А) и (В) это условие выполнено.

У2. Критерии “устойчивости” или “оптимальности” состояния СЭС, основанные на количественном сравнении “наиболее богатых” с “наиболее бедными” объектами (или подобные им) фактически сводятся к ограничениям на ширину Δ распределений $P_s(\mathbf{x})$ (автомодельных распределений, т.к. такие критерии формулируются для *относительных* величин).

А так как $\Delta(\sigma_0^2)$ является монотонной функцией, то такие критерии могут быть формально представлены как

$$\min_{\sigma^2 \in P} |\sigma_0^2 - opt| \quad (10)$$

где $\sigma_0^2 = opt$ - такое оптимальное значение относительной интенсивности шума, при котором достигается наилучшее $P_s(x)$. Отметим, что для приближения белого шума критерий (10) может быть записан как $\min |\delta|$ или $\min |\gamma|$, соответственно - см. Пример.

У3. Требование роста $m_0 = (c/d)^{1/(b-a)}$ означает следующее: а). если $c > d$, то $a \rightarrow b$. Таким образом, рост m_0 может быть осуществлен как “тонкой балансировкой” внутри области $|1 - a/b| \ll 1$ (что может быть реализовано, например, “точным регулированием” налоговой политики, которая сказывается на величине b - см. Рис.1), так и ростом c (то есть более полным использованием информационных возможностей Человека), либо - обоими вместе. Уменьшения разности $b - a > 0$ можно достичь либо увеличивая a , либо уменьшая b . Второй “сценарий” означает уменьшение налогового бремени, но обеспечивает только кратковременный успех, ибо инфраструктуры, необходимые для усиления синтеза информации и социализации ее в финансы остаются практически неизменными (к тому же, при $a < 1$ характерное время T при $c = const$ может даже возрастать с уменьшением d).

б). Если $c < d$, то вследствие $a < b$ имеем ограничение *сверху* на $m_0 < 1$, что ввиду рассмотрения нами *размерных* величин для m_0 представляется *бессмысленным*. Таким образом, случай $c < d$ для рассмотренных нами задач не может иметь место.

Итак, для роста m_0 требуется: $c > d$ и $a \rightarrow b$, причем главное внимание надо уделять возрастанию как c , так и a (а “налоговое бремя” при этом может быть даже *увеличено* по абсолютной величине!).

Математически сказанное можно записать следующим образом. Введем пространства

$$CD = \begin{cases} c > 0, & d > 0 \\ c > d \end{cases} \quad (11)$$

и

$$AB = \{b > a\} \quad (12)$$

Отметим, что для белого шума пространство AB определяется с учетом конкретных особенностей моделей (А) и (В):

$$AB(A) = \begin{cases} b > a \\ b > 2a - 1 \end{cases}$$

$$AB(B) = \begin{cases} b > a \\ 2b < a + 1 \end{cases} \quad (13)$$

Тогда У3 примет вид

$$\max_{a, b \in AB, c, d \in CD} \left(\frac{c}{d} \right)^{\frac{1}{b-a}} \quad (14)$$

Это условие с учетом сказанного выше можно переписать в виде

$$\begin{cases} \max_{c, d \in CD} (c - d) \\ \min_{a, b \in AB} (b - a) \end{cases} \quad (15)$$

Соотношения (4) - (8) записаны для данного иерархического уровня.

У4. Формализация данного условия требует уже информации о виде и структуре шума ξ_t (или η_t). Для белого шума это условие можно записать так:

$$\max_{\sigma^2 \in P} \sigma^2 \quad (16)$$

где $P = [0, \infty)$.

У5. Условие для уменьшения T может быть записано как

$$\min_{a,b \in AB, c,d \in CD} \left(\frac{d^{a-1}}{c^{b-1}} \right)^{\frac{1}{b-a}} \quad (17)$$

Представленная задача оптимального управления должна решаться каждый раз при переводе СЭС в новое состояние.

Выводы

Проведенное рассмотрение позволяет сделать следующие выводы.



На вопрос: а что же следует представлять в качестве *результатов* исследования социального или экономического объекта в рамках экономической кибернетики, ответ может быть только следующим. В качестве *отчета* представляется: 1) краткое описание поставленной перед вами задачи, и 2) *общие* выводы, полученные вами при ее рассмотрении. К отчету – может быть приложен *весь* представленный выше материал (или же – можно написать в отчете, что этот материал может быть представлен в ответ на специальный запрос со стороны руководства).

1. Рассмотренный класс моделей позволяет формализовать описание многих сторон социально - экономических процессов и состояний, ранее выражавшихся лишь вербально. На основе проведенной формализации возникает возможность синтеза математических критериев для оптимизации управления СЭС разного уровня иерархии.

2. Представленные модели позволяют свести к сравнительно небольшому количеству параметров многие аспекты законодательного порядка, регулирующие широкий круг социально - экономического отношений (прежде всего - налоговых), уровень социально - экономического состояния общества (государства), образования, степень развитости экономики (в том числе - наличия необходимых инфраструктур), и т.п.

3. Введение “медленных” переменных τ (с характерным временем изменчивости много больше $T_0 = \{(1-a)c\}^{-1} m_0^{1-a}$) позволяет использовать полученные результаты путем введения зависимостей вида $a(\tau)$, $b(\tau)$, $c(\tau)$, $d(\tau)$, $\sigma^2(\tau)$ и т.п.

4. Полученный способ описания допускает распространение на нестационарные случаи, но исследование может быть проведено, как правило, лишь численными методами или путем компьютерного моделирования.

5. Сформированный класс моделей позволяет как непосредственно произвести их количественную экспериментальную верификация, так и получить на их основе прогноз поведения числовых параметров, характеризующих СЭС.

Способ распознавания иерархического строения системы СЭС.

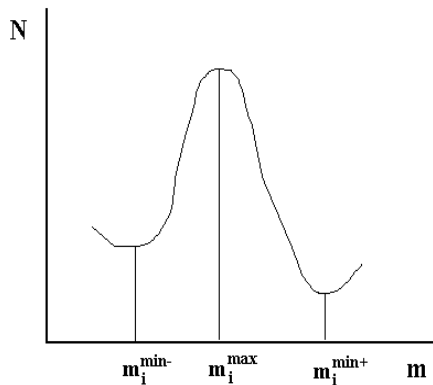
Выше был описан математический аппарат, с помощью которого может быть количественно описано распределение по массе финансов для однородных социально - экономических объектов. При этом под массой финансов необходимо понимать все имущество данного объекта - как движимое, так и недвижимое, - выраженное в финансовом (денежном) измерении.



В этом разделе описаны элементы методики для проведения анализа экспериментальных данных, основанные на развитой выше системе моделей и математической формализме для их описания. Такие материалы позволяют экономистам успешно применять *результаты и выводы*, полученные специалистами в области экономической кибернетики. При этом *пользователи* таких результатов могут обойтись *без* знания как математического аппарата, так и положений, которые специалистом были положены в основу модели. Поэтому завершение каждой работы в области математического моделирования социальных и экономических систем – это формирование и описание такой *процедуры использования* полученных результатов, которая бы не требовала большого количества *специальных знаний*. Чем ниже требования к будущему пользователю, чем меньше ему требуется подготовки – тем большее распространение получают плоды вашего труда. Собственно, это все является *аксиомами рынка*.

Поскольку каждый уровень для социальных иерархических систем состоит из однородных объектов, то такие распределения, построенные для каждого из таких уровней, будут различаться

между собой. прежде всего по 1) общей (суммарной) массе финансов, аккумулированной в объектах данного уровня иерархии, 2) средней массе финансов, приходящейся на один единичный структурный элемент данного уровня иерархии, и 3) уровнем вариабельности (изменчивости) массы финансов между отдельными объектами. Это - основные параметры, по которым может иметь место такое различие между разными уровнями.

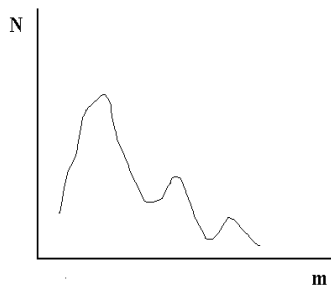


В общем случае распределение СЭС по массе финансов (по общей стоимости их имущества) внутри каждого иерархического уровня будет *одномодалым*: наличие многомодалности означает наличие нескольких (по числу мод) видов объектов, - что, в общем случае, приводит к *нестабильности* экономики (см. выше).

Таким образом, построив график (гистограмму) зависимости **$N(m)$** (где **N** - число объектов (уже произвольного уровня иерархии - от отдельного человека и до транснациональной корпорации), а **m** - масса финансов, принадлежащих этим объектам), по числу мод данного графика можно найти иерархическое строение данной социальной структуры для социально - экономических иерархических систем произвольной природы - от фирм и до государства (даже - для всей Планеты в целом).

Опишем алгоритм анализа таких графиков.

Прежде всего - определим саму степень выраженности иерархии по степени выраженности максимумов распределения **$N(m)$** . Например, для количественного выражения этой величины можно предложить формулу

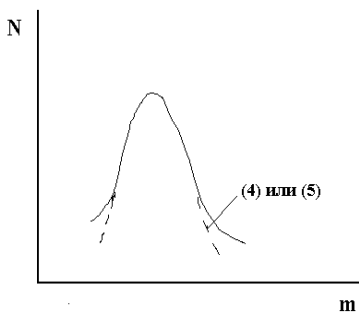


$$P_i = \frac{2N(m_i^{\max}) - N(m_i^{\min-}) - N(m_i^{mi+})}{2N(m_i^{\max})} \quad (1)$$

Обозначения см. на Рис. 5.5.

Введенная таким образом величина **P_i** изменяется от **$P_i=0$** для полного отсутствия иерархического уровня и до **$P_i=1$** для максимально полной отделенности данного иерархического уровня от других.

Далее - из **$N(m)$** находим количество иерархических уровней, которые проявляются в функционировании данной социально - экономической структуры. Например, на Рис. 5.6 изображена трехуровневая иерархическая система.



Наконец - область вблизи максимума описываем при помощи блока функций (4) - (5), вследствие чего каждый из уровней описывается 3-мя числами. *Первое* - значение **$N_i^{\max}$** - наиболее вероятное количество объектов для данного иерархического уровня (количество объектов, которые имеют массу финансов в количестве **$m_i^{\max}$**). *Второе* - детерминистическое значение массы финансов **m_0** для объектов данного уровня иерархии (то значение массы финансов, которым обладали бы все объекты в случае, если бы 1) все они были абсолютно одинаковыми и 2) все они находились в абсолютно одинаковых условиях). *Третье* число - **σ^2** ,

которое описывает уровень вариабельности (разнообразия) либо самих объектов данного уровня иерархии, либо условий, в которых они находятся (более подробно это описано в предыдущем параграфе.)

Интересно также то обстоятельство, что данные экономической статистики позволяют определить уровень развитости также и пирамиды управления в данной стране!

Для такого анализа нужно построить график (гистограмму) **$N(n)$** , где **n** - количество людей, работающих в данном объекте, а **N** - количество объектов с таким количественным составом сотрудников - безотносительно к их уровню иерархии.

Анализ этого графика следует производить совершенно аналогично описанному выше. Спектр чисел **$\{n_i^{\max}\}$** даст тогда количественный состав пирамиды управления.

Также совершенно аналогично описанному выше находятся для каждого иерархического уровня свои тройки чисел **$N_i^{\max}$** , **n_i^0** и **σ_n^2** , а также - степень **$P_i^{(n)}$** выраженности иерархической структуры

данного социального объекта (включая и государство в целом). Интересно, что мы можем решать как прямую задачу об оптимальной аппроксимации $N(n)$ - если известен вид зависимости $m \sim n^s$ между массой финансов и количеством сотрудников (для всех уровней иерархии одновременно или же для каждого из уровней в отдельности - соответствующие $s_{общ}$ или спектр значений $\{s_i\}$ могут быть найдены из статистических данных).

Но мы можем решать и обратную задачу: сделав в (4) и (5) замену переменных $m \rightarrow n$, мы можем искать те параметры a_n , b_n и σ_n^2 , которые наиболее хорошо описывают экспериментальные кривые - а уже после этого, из сравнения найденных значений a_n , b_n , σ_n^2 и a_m , b_m , σ_m^2 найти зависимость (зависимости) $m \sim n^s$.

Отметим, что в математическом плане задача о выборе наилучшей аппроксимации заданной кривой с использованием данного класса функций достаточно хорошо разработана и имеется большое количество уже готовых алгоритмов и программ для ее реализации (см., например [12]), и поэтому конкретные методы реализации таких задач здесь мы не описываем.

В заключение этого параграфа сделаем замечание о виде представления экспериментальных (статистических) данных: свести их воедино на одном графике возможно только в дважды логарифмических координатах - то есть когда вдоль осей отложены $\lg N$ и $\lg m$ (или же $\lg n$; - впрочем, можно использовать и натуральные логарифмы - это не принципиально)

Вопросы.

1. Перечислите трудности, которые возникают, по Вашему мнению, при построении моделей социальных и экономических систем, в которых необходимо производить явный учет управленческой деятельности человека. сравните полученное Вами с описанным в тексте и прокомментируйте.
2. Сформулируйте Вашу собственную систему предположений, которую Вы бы положили в основу моделирования функционирования «единичного объекта» а) социальной и б) экономической деятельности. Есть ли различия при моделировании социальных и экономических систем? Могут ли Ваши предположения быть представлены в формализованном виде?
3. Каковы причины, по которым степенные формы зависимости широко распространены в социальных и экономических науках? Чем это обусловлено: наличием теоретических предпосылок или же способом обработки экспериментальных фактов?
4. Каковы причины, по которым рассматриваются только «модель А» и «модель В»? По каким причинам не рассмотрена «смешанная» модель? Описаны ли в тексте классы социальных и экономических задач, которым соответствуют модели А и Б? Предложите Ваши собственные модели социальных и экономических задач, которые могут быть описаны моделями А и Б.
5. Перечислите причины, побудившие *подробно* рассматривать случай «белого шума» в рамках моделей А и Б. Каков характер этих причин, и какую природу они имеют: например, обусловлены ли они спецификой социальных/экономических задач, имеют ли они математическое происхождение, можно ли было бы продвинуться в решении этой задачи каким-либо другим способом (и каким именно). Какие а) социальные и б) экономические задачи соответствуют этой модели? (Приведите примеры и обоснуйте свое мнение.)
6. Выделите основные моменты процесса перехода от общего обсуждения (на уровне вербальный и логических моделей) к постановке задач на оптимальное управление для модельного примера (уровень математической модели).
7. Приведите примеры использования полученных в рамках модельного примера «белого шума» результатов для постановки *разных* задач на оптимальное управление. Приведите несколько примеров таких задач, отвечающих *разным* целям управления.
8. Опишите процедуру для осуществления экспериментального обнаружения иерархической структуры объектов экономики на уровне региона. Выделите те этапы, где предполагается использовать изложенные в тексте результаты.

Задачи.

1. Докажите, что уравнения моделей А и Б не изменяют своего вида (в математике это называется - *являются инвариантными*) при замене переменной m на переменную L вида $m = kL^s$. Здесь k и s – некоторые постоянные. Как изменятся при этом постоянные a и b ?
2. Используя формулы (4.14) и (4.17), получить для моделей А и Б соотношения (4) и (5).

Глава 6. Математический аппарат для описания кибернетического управления: концепция "обратной связи".

Принципы кибернетического управления: положительная и отрицательная обратная связь ("кнут и пряник"). - Линейный случай - модель Мальтуса. - Нелинейная обратная связь - модель Ферхюльста. - Интерпретация и обобщение модели Ферхюльста: "квота вылова" как модель оптимального управления. - Двухкомпонентная модель социально-экономической системы с обратной связью: математическое исследование, экономическая и социальная интерпретации. – Вопросы и задания.

Принципы кибернетического управления: положительная и отрицательная обратная связь ("кнут и пряник").

Итак, управление системой мы можем рассматривать как осуществление *переходов* между ее состояниями. Но что такое *состояние*? Это, по определению, нечто *устойчивое*, - то есть имеется в виду, что параметры, которые его характеризуют, принимают некие стационарные, неизменные во времени значения. Однако каждая система подвергается *случайным (или целенаправленным) воздействиям* со стороны окружающей среды. В этом случае мы ожидаем, что система, будучи выведенной из определенного (например, равновесного или стационарного) состояния, обладает способностью «самопроизвольно» вернуться к *стационарным* характеристикам, то есть в рассматриваемое состояние.

А что делать, если система не обладает этим свойством? Чтобы ответить на этот вопрос, зададим встречный: а как же тогда мы можем говорить о «состоянии»? Таким образом, приходим к выводу, что говорить о состоянии для системы имеет смысл только в том случае, когда это состояние является *устойчивым*. Иными словами, мы ожидаем, что состояние системы должно обладать некими *границами устойчивости*, то есть что при *малом* изменении своих параметров (оставаясь все еще *внутри* границы устойчивости) система *останется* все в том же состоянии.

Но ведь могут быть ситуации, когда такие границы устойчивости для системы являются «слишком узкими», и нам очень хотелось бы их *расширить*. Можно ли это сделать, и если можно, то каким образом?

Для того, чтобы ответить на этот вопрос, нужно ввести понятие об «управляющем воздействии». Для того, чтобы описать его, произведем разбиение всего множества параметров, характеризующих систему, на два класса. Первый класс: параметры, на которые мы не можем оказать влияния. Второй класс – это параметры, которые мы можем – в тех или иных пределах – изменять. Вот такие параметры, которые мы можем изменять, и называются *управляющими*.



Управляющими параметрами называются такие характеристики системы, которые обладают двумя свойствами: во-первых, они могут быть изменены в нужную для нас сторону (например, по величине и знаку) путем внешних по отношению к исследуемой системе воздействий, и, во-вторых, они определяют границы устойчивости системы (в частности – скорость стремления *других* характеристик системы к своему стационарному значению, которое характеризует данное *состояние системы*). В общем случае для каждого состояния управляющие параметры будут разными.



Отметим, что мы не связываем управляющие параметры исключительно только с процессом *возврата* системы к данному состоянию. Определение дано в таком виде, что оно допускает и управление *переходом* системы к новому состоянию. Например, это возможно, когда границы устойчивости системы (в данном состоянии!) под воздействием внешнего управления *сужаются* до величины, когда внешние случайные воздействия (факторы) уже выводят систему за эти границы.

Как следует из сделанного выше примечания, мы можем, в общем случае, все способы управления системой разделить на два альтернативных класса.

- Управление, призванное обеспечить *устойчивость системы в данном состоянии*. Это обеспечивается за счет так называемой *отрицательной обратной связи*.

- Управление, призванное обеспечить *перевод системы из одного состояния в другое*. Это достигается за счет *положительной обратной связи*.

Как организована вообще *обратная связь*?

Представим себе систему. Пусть она *отклонилась* от своего текущего состояния. Об этом мы можем судить по *изменению* значений ряда параметров, которые ее характеризуют. Теперь мы вынуждены принимать решение – то есть определять *цель* своего управления: способствовать ли *возвращению* системы в свое первоначальное состояние (отрицательная обратная связь – прилагательное «отрицательная» имеет не только *буквальный* смысл (это мы увидим ниже!), но и подчеркивает, что мы стремимся *уменьшить* те изменения, которые внесены окружающей средой), или же наоборот, *увеличить* это отклонение с тем, чтобы система перешла к *новому* состоянию (положительная обратная связь: опять прилагательное «положительная» имеет не только *буквальный* смысл, но также и символический, подчеркивающий наше стремление *увеличить* имеющиеся место отклонения в системе).

По сути, *положительная* и *отрицательная* обратные связи образуют тем самым **контур управления**, имеющий замкнутый вид за счет появления возможности дозирования управляющих воздействий и анализа их результатов.



Известно всего два эффективных – и взаимодополняющих! – способа управления людьми в социальных и экономических структурах: это методы «кнута» и «пряника». По сути – они часто трансформируются в методы *поощрения* и *наказания*. Это – осуществление все той же самой положительной или отрицательной обратной связи. Поощрение соответствует отрицательной обратной связи, *фиксирующей* те или иные действия сотрудника, то есть – *поощряющие* его к *продолжению* текущей своей деятельности. Теперь мы можем сказать – поощрение *стимулирует* его нахождение в данном состоянии. Наказание – наоборот: поощряет его *изменить* свое текущее состояние на другое. Кстати: теперь нам становятся ясными также и причины наличия *именно этих двух* систем управления отдельным человеком, – это оптимальный набор, позволяющий осуществлять эффективное управление его деятельностью и поведением. Использование *только одного* из этих методов означает, тем самым, *неэффективность* управления. В эффективно работающей фирме должны быть четко зафиксированы как способы поощрения, так и способы наказания сотрудников. Конечно, при этом и поощрения, и наказания должны относиться *исключительно только* к той области, результаты которой зависят от *личной* деятельности данного сотрудника, – то есть определяются тем состоянием, в котором находится *данный* сотрудник. Непонимание этого обстоятельства – когда сотрудник наказывается/поощряется не за *свои личные* действия, приводит к неэффективности управления социальными и экономическими системами.

Линейный случай - модель Мальтуса.

Перейдем теперь к математической форме описания сказанного выше.

Рассмотрим систему, которая характеризуется всего *одной* характеристикой x – такие системы называются *однокомпонентными*. Пусть состояние системы характеризуется ее значением x_0 . Из-за внешних воздействий характеристика системы изменилась и стала равна x_1 . Наиболее простой случай управления – когда мы реализовали такие условия, что скорость изменения координаты оказывается пропорциональной ее отклонению от ее равновесного (стационарного) положения x_0 .

Математически это можно записать так:

$$\frac{dx}{dt} = k(x - x_0), \frac{d\Delta x}{dt} = k\Delta x, \Delta x = x - x_0 \quad (6.1)$$

Удобнее записывать уравнение сразу относительно изменения характеристики – то есть изменения «координаты» системы Δx .

В уравнении (6.1) k – это так называемый *управляющий параметр*, – в нашем случае число, характеризующее систему и которое мы можем изменять как по величине, так и по знаку – например, сделать его либо положительным, либо отрицательным – при помощи внешних (управляющих) воздействий.

Решение уравнения (6.1) записывается в виде

$$\begin{aligned}\Delta x &= (x_1 - x_0) \exp(kt) \\ x &= x_0 + (x_1 - x_0) \exp(kt)\end{aligned}\quad (6.2)$$

Здесь x_1 – значение характеристики x (отклонение от равновесия) при $t=0$, то есть – в начальный момент времени.

Из (6.2) видно, что при $k>0$ система будет все более удаляться от своего *равновесного* состояния, характеризуемого значением x_0 . Наоборот, при $k<0$ система будет *возвращаться* к своему *равновесному* состоянию. Таким образом, в первом случае – при $k>0$ – имеет место *положительная* обратная связь, а при $k<0$ – *отрицательная* обратная связь.

Скорость, с которой будет осуществляться это удаление/приближение, зависит от абсолютной величины управляющего параметра – от $|k|$. Чем больше эта величина, тем быстрее система удаляется/возвращается к равновесному состоянию.

Итак, в рамках этой математической модели мы получаем возможность регулировать – то есть управлять системой посредством:

1. Создания положительной/отрицательной обратной связи.
2. Изменения *силы* этой обратной связи (величины модуля управляющего параметра $|k|$).



Примером уравнения (6.1), описывающего *реальную* социально-экономическую ситуацию, является так называемая *модель Мальтуса* для численности населения. В ее основу заложено «простое и естественное» предположение: прирост количества людей пропорционален их имеющемуся количеству. В этом случае дифференциальное уравнение, описывающее *отклонение* системы от некоторого *начального* количества людей N_0 , может быть записано так: $dN/dt=kN$. Конечно, здесь $k>0$, чтобы имел место именно *прирост*, а не убыль населения. Решение этого уравнения имеет вид $N(t)=N_0 \exp(kt)$, – полагается, что при $t=0$ численность населения становила N_0 . Как видно из решения, численность населения в такой модели стремительно нарастает, – период *удвоения* количества населения может быть рассчитан по формуле $T=\ln 2/k$: по демографическим статистическим данным этот период времени сегодня составляет 40 лет. В модели Мальтуса мы получили рост населения в *геометрической* прогрессии. Вместе с тем известно, что ресурсы, которыми обладает та или иная страна (да и вся планета в целом!) возрастают в прогрессии *арифметической*. Но тогда приходим к выводу, что, по мере истечения времени, рост населения происходит *быстрее*, чем прирост ресурсов! Другими словами, *относительное* количество ресурсов – количество ресурсов, приходящихся на одного человека – с течением времени будет *уменьшаться*. В этом, собственно, и состоит вывод теории Мальтуса. Этот вывод был им сделан в начале XIX века, а в конце XX века к этому же выводу пришли и ученые, сформировавшие неформальную организацию под названием «Римский клуб». Конечно, пришли они к нему, используя гораздо более «изошренные» теоретические и математические модели. Собственно, именно в такой простой модели, которая оказалась на удивление *мало чувствительной* к последующим уточнениям, и кроются причины все учащающихся призывов к ограничению рождаемости (то есть к уменьшению управляющего параметра k). Конечно, это не решит проблемы – но хотя-бы даст время на принятие решений. Может быть, добиться, чтобы $k=0$ – хотя бы в масштабах всей планеты? Однако, как легко видеть, это значение является *неустойчивым*: чуть только k станет положительным – начнется опять рост населения, а чуть только оно станет отрицательным – количество населения начнет уменьшаться. Конечно, это произойдет не сразу – но такая организация управления затрагивает уже *все население Земли*, и поэтому требует совершенно *новых способов управления и координации в масштабах всей планеты*. Осуществить это сегодня *невозможно*. Так что же делать?! Прежде всего – *изучать* эту проблему, строить новые модели, рассматривать *новые* возможные сценарии развития событий.

Нелинейная обратная связь - модель Ферхюльста.

Выше был описан случай, когда система *отклонялась* от своего первоначального положения и стремительно удалялась от него, в рамках этой модели, сколь угодно далеко. Однако мы ожидаем – во всяком случае, модели систем строятся как раз из расчета на это – что, рано или поздно, наша система перейдет в *новое* состояние. Иными словами, теперь перед нами стоит задача о математическом описании *перехода* системы из одного состояния в другое.

Для построения такой модели зададимся вопросом: а почему вообще возможно «торможение» изменения характеристики системы? Например, это можно сделать следующим образом: как только

значение характеристики системы x начнет приближаться к *нужному* нам *новому* значению x_2 , значение управляющего параметра k должно уменьшаться и достигать нулевого значения при $x = x_2$.

Другими словами, для описания управления *перевода* системы в новое состояние, мы должны рассмотреть случай, когда имеется зависимости управляющего параметра от текущих характеристик системы. Как правило, мы получаем при этом *нелинейные* дифференциальные уравнения.

Например, для уравнения (6.1) его модификация выглядит так:

$$\frac{dx}{dt} = k(x)x \quad (6.3)$$

Простейший случай – это когда $k(x) = I - x$, и мы получаем уравнение, называемое уравнением Ферхюльста или *логистическим* уравнением (к такому виду можно привести при помощи преобразования координат любую линейную зависимости управляющего параметра от характеристики системы)

$$\frac{dx}{dt} = (1 - x)x \quad (6.4)$$

Нетрудно видеть, что это уравнение описывает *переход* системы из «неустойчивого» состояния $x=0$ в *устойчивое* состояние $x=1$ – рассматриваются только *положительные* значения x .

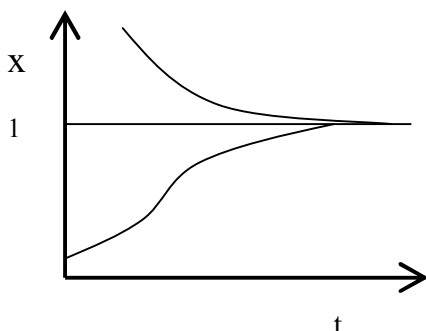
М В самом общем случае, *отклонения* от равновесного – то есть от *устойчивого* состояния – описываются чаще всего в рамках *линейного* подхода. Если даже и рассматриваются **М** *нелинейные* добавки, то они полагаются, в определенном смысле, «малыми» по сравнению с линейными членами. Поэтому можно сделать вывод: для управления посредством *отрицательной* обратной связи достаточно, как правило, *линейного* описания. Поскольку линейные методы в математике хорошо развиты, поэтому и неудивительно, что основные успехи в кибернетике (особенно – в кибернетике технической) достигнуты именно в области управления системами с целью *сохранения* их текущего состояния. Вместе с тем в области кибернетики *экономической* огромное множество задач носит совершенно противоположный характер: необходимо управлять *процессом перевода* исследуемой системы в то состояние, которое нам нужно. Следовательно, основным объектом изучения в экономической кибернетике являются *нелинейные* математические модели. Математический аппарат для их исследования весьма сложен, по этой причине и результатов достигнуто не так много. Впрочем, в рамках технической кибернетики для нелинейных задач результатов также достигнуто весьма мало.

Решение уравнения Ферхюльста (6.4) можно записать в виде

$$x(t) = \frac{x_0 e^t}{1 + x_0 e^t} \quad (6.5)$$

Здесь через x_0 обозначено значение характеристики системы в начальный момент времени, при $t=0$.

Соответствующие решения – называемые *интегральными кривыми* этого уравнения – изображены на Рис.6.1





Возникает вопрос: а можем ли мы говорить в этом случае о наличии *обратной связи* вообще? Может быть, было бы более корректно говорить о *модели* системы? Многое зависит от того, какую задачу мы решаем, то есть *от цели* нашего исследования. Как правило, вопрос о построении модели системы – это не более чем *этап* в подготовке и выборе системы управления данным социальным или экономическим объектом. Эта мысль станет более понятной в том случае, когда уравнение Ферхюльста запишется в *размерной* форме, – то есть так, как оно обычно и получается при моделировании: $dx/dt = ax - bx^2 = ax(1 - bx/a)$. В такой форме записи явно введены *управляющие параметры* a и b , посредством изменения которых мы можем управлять как *конечным* состоянием системы, так и процессом его достижения.

Интерпретация и обобщение модели Ферхюльста: "квота вылова" как модель оптимального управления.

Модель Ферхюльста появилась как простейшее обобщение модели Мальтуса на наличие «естественных ограничений» на рождаемость, приводящих к гибели индивидов. Этой моделью часто описывают размножение биологических объектов разного рода – от бактерий и до высших организмов – таких, как рыбы.

В связи с последним и рассмотрим на примере рыб *организацию системы управления* их численностью с учетом вылова. Такая задача отражает наше естественное желание использовать ресурс – в данном случае рыбу – для своих нужд. При этом, однако, мы хотим осуществить *управление количеством рыб* таким образом, чтобы достичь максимально возможного вылова без того, чтобы рыбы исчезли. Таким образом, мы будем рассматривать задачу об оптимальном использовании природного ресурса. При этом под термином *оптимальность* понимается, что 1) рыбы нужно вылавливать как можно больше, но 2) ресурс не должен истощаться.

Поскольку наше вмешательство является *внешним* по отношению к системе, уравнение (6.4) нужно модифицировать.

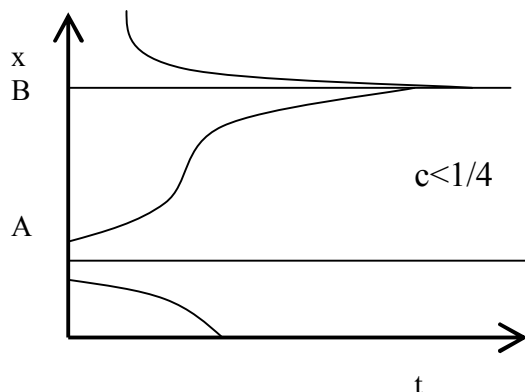
Рассмотрим две простейшие возможности для модификации.

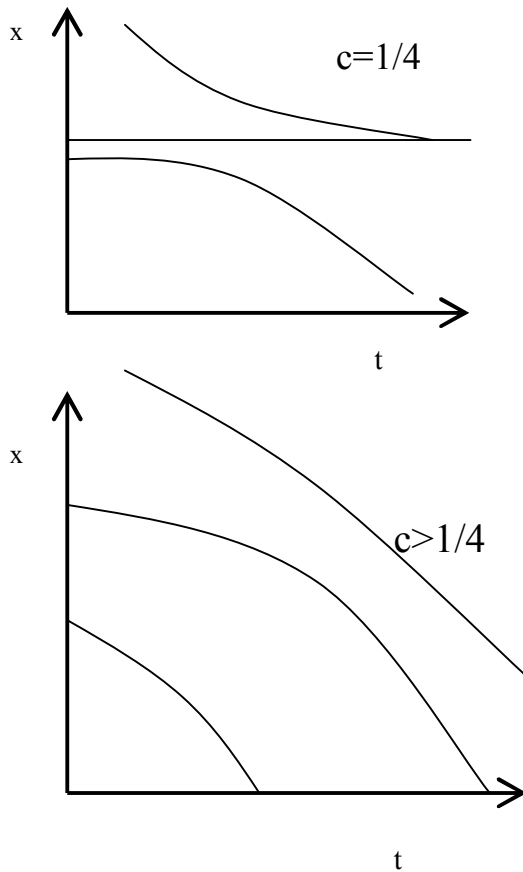
Прежде всего – мы можем отлавливать рыбу с *постоянной скоростью*, обозначенной c (количество рыб, вылавливаемых в единицу времени, – например, ежегодно). В этом случае уравнение (6.4) примет вид

$$\frac{dx}{dt} = (1 - x)x - c = -\left(x - \frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{4} - c\right) \quad (6.6)$$

Из уравнения (6.6) следует, что при $c > 1/4$ количество рыб может только уменьшаться, ибо при этом производная будет всегда отрицательна. Другими словами, если мы отлавливаем *ежегодно* (в качестве естественного промежутка времени удобно выбрать 1 год – время репродуктивного цикла рыб) более чем 25% от *стационарно* возможного количества рыб (то есть тех, которые были бы без вылова, – в наших обозначениях их количество равно 1), то рыбный ресурс будет истощен, то есть количество рыб устремится к нулю. При $0 < c < 1/4$ – рыбный ресурс установится на некотором уровне, составляющем какую-то *часть* от максимально возможного $x=1$. При этом, однако *максимальная квота* отлова $c=1/4$ является неустойчивой (любое ее сколь угодно малое превышение приведет к исчезновению системы – рыб), и поэтому должна быть признана *недопустимой*.

Интегральные кривые уравнения (6.6) показаны на рисунке 6.2.



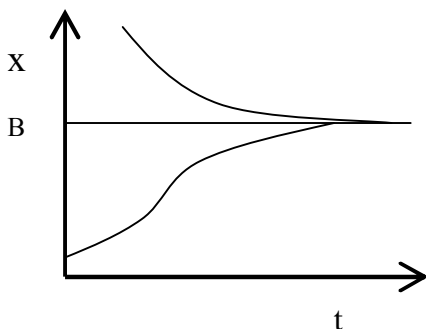


Может быть, попробуем организовать вылов рыбы по-другому? Например, будем задавать квоту вылова как величину, пропорциональную уже имеющемуся количеству рыбы? Тогда получим уравнение

$$\frac{dx}{dt} = (1-x)x - px = (1-p)x - x^2 \quad (6.7)$$

Здесь величина px задает скорость отлова рыбы. Из (6.7) очевидно, что имеют место неравенства $0 < p < 1$. При этих условиях в *стационарное* количество рыб устанавливается на уровне $x=B$, где B находится как решение уравнения $(1-x)x=px$. Скорость вылова тогда может быть рассчитана по формуле $c=px$. Зададимся вопросом: когда эта скорость может быть *максимальной*? Ответ на этот вопрос легче всего найти из геометрических соображений. Точка B находится как *пересечение* графика квадратичной параболы $(1-x)x$ и прямой px . Наибольшее значение скорости вылова $c=px$ равно наибольшей ординате графика функции $(1-x)x$, а это достигается при $x=1/2$. При этом значение $p=1/2$ (необходимо, чтобы значение px было равно $1/4$ - максимальному значению функции $(1-x)x$, которое достигается при $x=1/2$). А это достигается, в свою очередь, при $p=1/2$.

Таким образом, для задачи (6.7) максимальная скорость отлова рыбы устанавливается на уровне $c=1/4$, - однако теперь, как легко видеть из (6.7), при этом устанавливается *устойчивое* количество рыбы.





Вот мы и привели пример ситуации, когда рассмотрение *разных* сценариев управления системой – в нашем случае это были разные сценарии отлова рыбы – позволяет достичь *устойчивого* перевода системы в новое состояние. Конечно, важные для практики задачи не будут, скорее всего, иметь такой простой вид – однако *общая методология* их решений будет такой же: сначала подбираем подходящую *модель системы* и формулируем для нее *базовую* математическую модель. А потом – исследуем разные *способы управления*, которые могут быть осуществлены в рамках этой модели. Часто для этого приходится явно выделять те допущения, которые были положены в основу базовой модели и исследовать, можем ли мы от них отказаться – и как при этом изменится математическая модель как системы, так и управления этой системой.

Двухкомпонентная модель социально-экономической системы с обратной связью (обобщение модели Лоттк-Вольтерра): математическое исследование, экономическая и социальная интерпретации.

Выше были рассмотрены примеры *однокомпонентных* моделей, задающие обратную связи и допускающие внешнее управление. Теперь перейдем к рассмотрению *двухкомпонентной* модели.



Изложение данной модели ведется на достаточно высоком математическом уровне. Однако именно вследствие этого оно является весьма поучительным примером проведения кибернетического моделирования, которое допускает свое применение к большому количеству самых разных систем. Нас, однако, интересуют прежде всего приложения этой математической модели к социальным и экономическим объектам, и проведение социального и экономического анализа с целью управления такими системами. Весьма важным *методологическим* обстоятельством является вывод исходной системы уравнений «из общесистемных требований», что как раз наглядно демонстрирует весьма широкий круг возможных приложений полученных результатов. Нелишне также подчеркнуть, что полученные результаты описывают *общий случай взаимодействия двух социальных или экономических объектов одного уровня иерархии*. Другими словами, если нас интересует задача об описании взаимного влияния двух однородных объектов, или же задача взаимодействия двух компонент, описывающих один и тот же объект – во всех таких случаях мы в качестве *базовой* придем именно к описанной ниже модели.

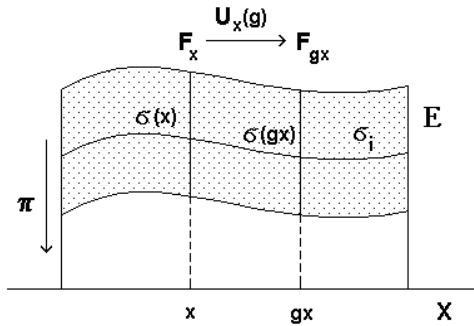
Классификация состояний системы.

Вначале рассмотрим общую проблему классификации множества возможных состояний социально-экономических систем – СЭС. Оптимальным языком для такого описания является язык теории множеств и топологии: действительно, каждое состояние есть класс характеристик, который характерен относительно некоторого множества внешних воздействий (например, множества изменений управляющих параметров).



Проведенное ниже описание имеет гораздо более широкие рамки применимости и выходит далеко за рамки задач описания и классификации социальных или экономических систем. В частности, подобные модели широко используются в экологии для описания оптимального управления количеством тех или иных животных или для описания влияния воздействия ядохимикатов на систему связанных между собой трофическими (пищевыми) цепями популяций.

Ниже описана математическая структура, которая является адекватной для проблемы нахождения и классификации всех возможных состояний СЭС. В качестве примера реализации общего подхода рассмотрен случай простейшей для описания динамики СЭС на макроэкономическом уровне. Изложение ведется на "физическом" уровне строгости, однако восстановление точного "математического" уровня описания не представляет, как правило, затруднений.



Рассмотрим следующую математическую структуру (Рис.6.3).

Введем в рассмотрение пространство E всех возможных текущих значений параметров, характеризующих СЭС во всех точках пространства - времени $x \in X$ (город, страна, континент и т.п.). Тогда множество X можно рассматривать как базу, над точками которой при помощи отображения π^1 восстанавливается некий слой $F_x \subset E$ возможных значений параметров СЭС. Переход к иной точке пространства - времени осуществляется при помощи (группового или полугруппового) преобразования $g \in G$ на точках базы g :

$x \rightarrow gx \in X$. Слой F_x при таком преобразовании переводится в слой F_{gx} с помощью отображения $U_x(g): F_x \rightarrow F_{gx} \subset E$. Заданная конкретная реализация СЭС выделяется некоторой точкой $F_i \in F_x$ и при преобразованиях $g \in G$ на точках базы задает сечение $\sigma_i(x)$.

В математическом смысле описанная структура являет собой пример главного расслоения над базой X , – см., например, книги 1) Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия.- М.:Наука,1979.-760с. и 2) Рохлин В.А., Фукс Д.Б. Начальный курс топологии.- М.:Наука,1977.-488с.

Введем теперь операцию e установления соотношения социально - экономической эквивалентности в пространстве E_σ всех орбит сечений $\sigma(x)$. Тогда все возможные состояния СЭС могут быть классифицированы при помощи (частично - упорядоченного) множества - "спектра состояний СЭС", которое эквивалентно фактор - множеству $S = E_\sigma / e$.

С учетом вышесказанного моделирование социально - экономических явлений можно производить по следующей схеме:

- Задать пространство E . Его определение должно быть единым (универсальным) и пригодным для широкого класса задач моделирования СЭС.
- Задать оператор π проектирования на базу X (выбор базы, как правило, диктуется спецификой задачи), с помощью которого выделяется слой F_x над данной точкой базы $x \in X$ (это производится с учетом возможности практического определения необходимых параметров).
- Задать группу G , которая будет отражать необходимый уровень пространственно - временного рассмотрения.
- Установить вид отображения $U_x(g): F_x \rightarrow F_{gx}$, где $g \in G$ (в некотором смысле $U_x(g)$ можно назвать оператором "допустимых сценариев").
- Найти оператор выделения сечений $\sigma(x)$ и построить пространство E_σ орбит сечений (этот этап по своей сути является чисто математическим и может быть сведен к некоей алгоритмической вычислительной процедуре).
- Ввести соотношение e эквивалентности орбит в пространстве орбит E_σ (некоторые предпосылки для выбора соотношения эквивалентности могут быть взяты даже из самой структуры пространства E_σ).
- Классификация всех возможных состояний СЭС производится с помощью фактор - множества $S = E_\sigma / e$.

В рамках приведенной математической структуры, ориентированной на нахождение спектра состояний СЭС S и на его классификацию однозначный смысл приобретает и термин "процесс" применительно к СЭС, который понимается как переход СЭС от одного состояния к другому.



Рассмотрим пример реализации описанной выше процедуры, который можно назвать моделью взаимодействия "связанных" и "свободных" финансов в замкнутой СЭС. Как уже отмечалось выше, описанные в этом разделе результаты имеют гораздо более широкую область применимости, - однако в целях определенности мы будем вести изложение применительно к СЭС.

Вначале необходимо рассмотреть те особенности, которые связаны с информационной динамикой в СЭС, ибо только в социальной компоненте может произойти "рождение - синтез" новой информации, важной в экономическом плане.

ММ В финансовом отношении проблема "ценности" информации имеет два измерения. *Во-первых*, в данное количество информации вложено количество финансов, затраченных на ее получение. Конечно, это количество финансов является различным для разных состояний и структур СЭС. *Во-вторых*, и это главное, эта синтезированная, "экономически - значимая" информация имеет также и *независимое* финансовое измерение, которое может быть выражено посредством "прибыли" от ее внедрения. Это последнее финансовое измерение также не является инвариантным и зависит от возможностей СЭС по адаптации данной информации и определяется как социальными особенностями (например, наличием специалистов), так и экономическими (например, наличием инфраструктуры, способной перевести эту информацию на технологический уровень, то есть "внедрить" ее). Напомним, что частично эти вопросы были рассмотрены ранее в этой книге, - приложение к экономической ситуации см., например, в главе 5.

Таким образом, финансы имеют также и *информационное измерение* – «информационную» компоненту, которая сильно связана со спецификой переработки и синтеза информации Человеком, и которая *не подчиняется* законам сохранения.

В общем случае всю совокупность финансов (ресурсов, денег и т.п. – для краткости будем далее использовать для всего этого комплекса термин «финансы») можно разделить на два основных класса - на "связанные" и "свободные" финансы. Через *связанные финансы* обозначим ту часть финансов, которая вложена в производство новых финансов (например, в технологии, обучение, создание соответствующих инфраструктур и т.п.) и поэтому уже неспособных к движению. Иными словами, связанные финансы уже "овеществлены" и привязаны к неким материальным объектам и структурам. То есть - эта компонента связана с той информацией, которая как раз сейчас проходит социализацию, - то есть именно с той, которая как раз сейчас переводится в социальный или экономический норматив. Под *свободными финансами* понимается та их часть, которая подвижна и может быть переведена в связанное состояние (например, путем вложения их в новые технологии). В свободные финансы входит также и "информационная" компонента, которая синтезирована в СЭС вследствие информационной деятельности Человека. Можно сказать и так: свободные финансы это то, что может быть вложено в координаторов (см. главу 10). В качестве ее "финансового измерения" можно взять, например, "среднюю прибыль" при внедрении этой информации с учетом данной структуры СЭС (весьма важным является то обстоятельство, что в разных СЭС (например, в разных государствах) финансовое измерение одной и той же новой синтезированной информации будет разным - например, эта величина возрастает при наличии в СЭС инфраструктур, ориентированных на доводку и внедрение информации).

Вследствие вышесказанного связанные финансы Φ^i и свободные финансы Φ^c являют собой *независимые* компоненты финансового поля в макроэкономике: для них, в частности, отсутствует "закон сохранения", то есть $\Phi_t^i + \Phi_t^c \neq \text{const}$.

Замкнутые СЭС.

Теперь можно перейти к реализации общей математической структуры для описания макроэкономических процессов в *замкнутой* СЭС.

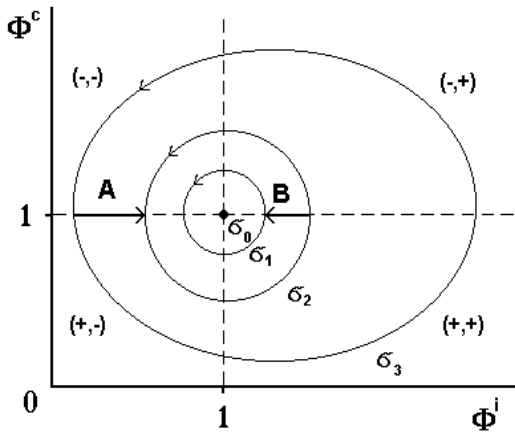
В качестве базы естественным образом выбирается время: $X=T$. На базе T зададим дискретную группу G (дискретную, например, вследствие естественной дискретизации представления социально - экономической статистики), которую можно отождествить с группой целых чисел Z . Так как в главном расслоении производится отождествление базы и группы, то $T=Z$. В качестве слоя F_x выбираем прямое произведение $\Phi_t^i \otimes \Phi_t^c$. Тогда для нашей модели $E = \Phi^i \otimes \Phi^c \otimes T$, а π является оператором проектирования на ось T . Оператор $U_x(g)$, переводящий один слой в другой, для нашей модели будет тождественным, что отвечает неизменным "правилам игры".

Оператор, задающий орбиту сечения по заданному "начальному значению" $\Phi_{t=0}^i$ и $\Phi_{t=0}^c$ в общем виде для замкнутой СЭС записывается так (причем имеют место естественные ограничения $\Phi_t^i > 0$ и $\Phi_t^c > 0$)

$$\begin{cases} \Phi_{t+1}^i = \Phi_t^i + \alpha_i(\Phi_t^c) \cdot \Phi_t^i \\ \Phi_{t+1}^c = \Phi_t^c + \alpha_c(\Phi_t^i) \cdot \Phi_t^c \end{cases} \quad (6.8)$$

М Мы рассматриваем пока что социально-экономическую систему в предположении, что она не обменивается с окружающей средой ресурсами, финансами, информацией и т.п. Это, конечно, идеализация – однако она поможет нам провести классификацию состояний исследуемой системы. Фактически, речь сейчас идет о создании *базовой модели*, которая отражает *основные* черты и закономерности поведения системы. Впоследствии эту модель мы сможем *дополнить* – то есть изменить ее так, чтобы учесть интересующие нас эффекты – например, взаимодействие с окружением.

Учет запрета на неограниченное возрастание значений Φ_t^i и Φ_t^c , а также учет однородности группы $T=Z$ приводит к распределению знаков для (α_i, α_c) , показанному на Рис. 6.4 (нетрудно показать, что любой иной простой случай спрямляем к этому типу - см., например, книги 1) Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия.- М.:Наука,1979.-760с. и 2) Рохлин В.А., Фукс Д.Б. Начальный курс топологии.-М.:Наука,1977.-488с.). В безразмерных переменных простейший выбор есть



$$\begin{cases} \alpha_i(\Phi_t^c) = 1 - \Phi_t^c \\ \alpha_c(\Phi_t^i) = \beta(\Phi_t^i - 1) \end{cases} \quad (6.9)$$

Здесь $\beta = T_i/T_c$ - безразмерный период малых колебаний вблизи точки $\underline{I}=(1,1)$, а T_i и T_c - характерные "времена нарастания" величин соответственно свободных и связанных финансов вблизи точки I .

Тогда орбиты являют собой винтовые линии в пространстве E , а пространство орбит E_σ взаимно - однозначно проецируется на плоскость (Φ^i, Φ^c) - см. Рис.6.4, где оно естественным образом разбивается на прямую сумму пространств

$$\left[\left(\begin{matrix} \Phi^i > 0 \\ \Phi^c > 0 \end{matrix} \right) \setminus \left(\begin{matrix} \Phi^i = 1 \\ \Phi^c = 1 \end{matrix} \right) \right] \oplus \left(\begin{matrix} \Phi^i = 1 \\ \Phi^c = 1 \end{matrix} \right) \quad (6.10)$$

Таким образом, множество S состоит из двух элементов.

Классификацию орбит можно произвести, например, по их минимальному значению на орбите: $\Phi_m^i = \min(\Phi_t^i) < 1$ (для нее одновременно $\Phi_m^c = \min(\Phi_t^c) < 1$), или же - по их периоду (то есть по минимальному времени T такому, что $\Phi_{t+T}^i = \Phi_t^i$ и, соответственно, $\Phi_{t+T}^c = \Phi_t^c$).

Итак, в рамках самой простой модели взаимосвязи свободных и связанных финансов для замкнутой СЭС (то есть в отсутствие ее взаимодействия с окружением) могут реализоваться лишь два ее состояния, причем "типичным" является колебательное состояние. Таким образом, хотя данная модель и крайне огрублена, она тем не менее демонстрирует основные черты динамики макроэкономики СЭС, такие как "периодичность" (то есть - "экономические кризисы") и изменение характеристик состояния СЭС (амплитуды, периода колебаний) в результате как внутренней перестройки (когда "сдвигается" точка I - см. ниже), так и при внешних воздействиях (когда происходит перевод системы на иную орбиту - см. Рис.6.4).

Необходимо также отметить, что учет социальных факторов приводит к выделению орбит с $\Phi_m^i < \Phi_{cr}^i < 1$ (где Φ_{cr}^i - некое критическое значение Φ^i), которые являются "социально опасными" в том смысле, что оставляют слишком малый резерв запаса свободных финансов для парирования внешних воздействий. Интересно, что данный подход позволяет выделить такие "опасные" орбиты

еще далеко в "благоприятной области", когда $\Phi^i \gg 1$ и (или) $\Phi^c \gg 1$, что дает время на принятие предупредительных мер.

Данная модель легко обобщается на более сложные зависимости вторых слагаемых в правой части (6.8). Однако важность этой простой модели состоит в том, что она справедлива **всегда** для любой замкнутой макроэкономики в "опасной области" - то есть для орбит, далеких от "равновесной точки I " (см. Рис.6.4) и поэтому представляет несомненный практический интерес.



Поскольку на "каждом обороте" происходит "прибавление" финансов за счет вновь синтезированных, происходит своеобразная "раскрутка" системы - переход ее на "удаленные" орбиты. Настоящая модель дает возможность построить управление СЭС таким образом, чтобы удерживать ее все время в "неопасных" состояниях. Отметим, что связанные и свободные финансы в сумме не дают всей финансовой мощи государства: связанные финансы есть просто часть денег, которые вложены в *новые* (!) - лишь только в новые - технологии. Кроме того, в дальнейшем следует учесть наличие "разного времени оборачивается" - то есть того обстоятельства, что "разные задачи лежат на разных орбитах" (и имеют разные времена социализации). однако все это можно сделать в рамках развитого здесь подхода.

Перейдем к рассмотрению незамкнутых СЭС.

В общем случае внешнее воздействие на СЭС распадается на два предельных класса: когда $\tau \gg T_0$ и когда $\tau \ll T_0$, где τ - характерное время внешнего воздействия, а T_0 - период для данной орбиты СЭС.

Рассмотрим случай *постоянных* внешних воздействий - $\tau \gg T_0$ (противоположный случай рассмотрен в следующем пункте). Перейдем также к непрерывным координатам, что позволит применять при исследовании методы качественной теории динамических систем на плоскости (см., например Баутин Н.Н., Леонтович Е.Л. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости.-М.:Наука,1976.-496с.).

Итак, уравнения (6.8) - (6.9) для открытой СЭС при постоянном внешнем воздействии примут вид

$$\begin{cases} \frac{d\Phi^i}{dt} = \Phi^i(1 - \Phi^c) - a \\ \frac{d\Phi^c}{dt} = \beta \cdot \Phi^c(\Phi^i - 1) + d \end{cases} \quad (6.11)$$

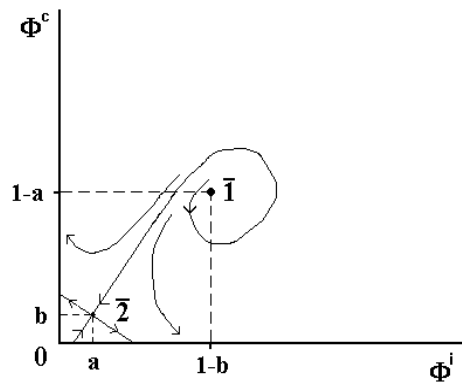
Особые точки получаются приравниванием к нулю правой части (4), и для них находим

$$\begin{cases} \Phi_0^c = \frac{(1-a+b)}{2} \cdot \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{4b}{(1-a+b)^2}} \right) \\ \Phi_0^i = \Phi_0^c + a - b \end{cases} \quad (6.12)$$

Здесь обозначено $b=d/\beta$.

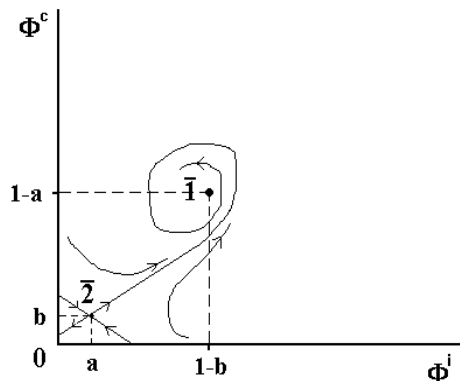
Чтобы проследить тенденцию, рассмотрим случай, когда $|a|, |b| \ll 1$. Тогда в первом порядке

$$\begin{cases} {}_1\Phi_0^i \approx 1 - b \\ {}_1\Phi_0^c \approx 1 - a \end{cases} ; \quad \begin{cases} {}_2\Phi_0^i \approx a \\ {}_2\Phi_0^c \approx b \end{cases} \quad (6.13)$$



Исследование точек 1 и 2 свидетельствует о следующем:

- при $a > b$ точка 1 есть неустойчивый фокус, а 2 - седло; поведение фазовых траекторий (проекций орбит) показано на Рис. 6.5.



- при $a < b$ точка 1 есть устойчивый фокус, а 2 - седло, см. Рис. 6.6.

Социально - экономическая интерпретация.

Значения $a > 0$ соответствуют постоянному оттоку свободных финансов из СЭС, что может выражаться, например, в виде так называемой "утечки мозгов" или же вывозу свободного капитала (или же - невывозу капиталов, полученных за экспорт). Значения $b > 0$ соответствуют притоку сторонних связанных финансов - например, товаров или вклада сторонних капиталов в связанное состояние в данной СЭС.

Таким образом, случай $a > 0$ и $b > 0$ соответствует "экономически слабый" СЭС. Для нее точка 1 сдвигается в сторону меньших средних уровней как свободных, так и связанных финансов по сравнению с замкнутой СЭС. (Здесь, конечно, следует рассмотреть вопрос о том, а "стоит ли открываться" - следует ли данной стране сейчас "открывать" свою экономику?) Однако при внешнем воздействии изменяется и устойчивость поведения СЭС: "нейтральный" центр переходит в устойчивый или неустойчивый фокус.

Поведение же СЭС при этом распадается на два сценария.

Первый сценарий реализуется при условии, когда ввоз связанных финансов превышает вывоз свободных, то есть когда внешние капиталовложения в экономику страны и ввоз товаров превышают финансовый эквивалент "утечки мозгов" из страны и вывоз капиталов. Тогда СЭС почти из всех начальных состояний приходит к устойчивому состоянию 1 , причем с течением времени "амплитуда кризисов" уменьшается - см. Рис. 6.6. Итак, связанные финансы (капиталы) = вложенные "в дело" (в социализацию информации), а свободные финансы - это уже синтезированная информация, готовая к социализации - ждущая своей "очереди" на социализацию.

К сожалению, чаще реализуется *второй сценарий*, при противоположном соотношении между величинами вывоза свободных финансов и ввоза связанных финансов, когда почти для всех начальных условий наступает полная деградация и уничтожение СЭС путем полного исчезновения либо связанных, либо свободных финансов (см. Рис. 6.5). В реальном случае, конечно, при таком сценарии СЭС либо распадается, либо ее распаду помешают такие социальные явления, как диктатуры и войны.

Интересно отметить, что "утечка мозгов" уменьшает средний уровень связанных финансов, что согласуется с "наивной" точкой зрения - "меньше специалистов для внедрения новых технологий". А

ввоз чужих капиталов уменьшает средний уровень свободных финансов - ибо "уменьшается выпуск специалистов, способных придумать новые технологии".

Фактически, проанализированный выше случай соответствует внешней экспансии, социально - экономической "атаке" на "слаборазвитую" СЭС. Однако эти же два сценария поведения могут быть реализованы и для "экономически развитых" СЭС, практикующих "ввоз мозгов" и вывоз связанных финансов. В рамках модели (6.11) этому случаю соответствуют отрицательные значения a и b . Случай превышения притока свободных финансов (например, при "ввозе мозгов") над вывозом связанных финансов стабилизирует "развитые" СЭС (см. Рис.6.6). В противном случае СЭС деградирует - и это несмотря на то, что по "внешним признакам" она еще некоторое время может считаться "развитой".

Случай $a > 0$ и $b < 0$ наиболее трагичен - он всегда ведет к деградации СЭС (см. Рис.6.5).

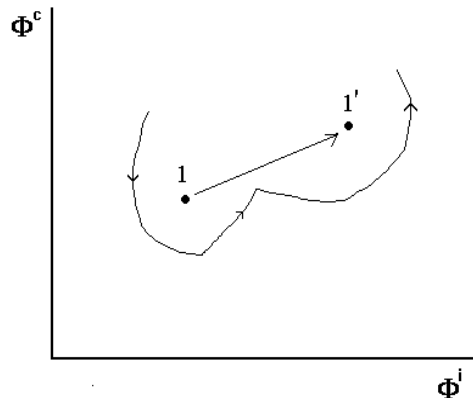
Наконец отметим, что для характерного времени "стабилизации" с состоянием I (или же - для характерного времени деградации СЭС) может быть получена оценка как $T_c \sim |a-b|^{-1}$.

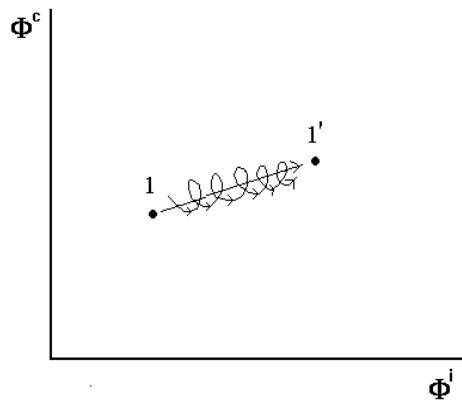
Следствия для посткоммунистических стран (Украина, Россия).

Остановимся на некоторых следствиях для посткоммунистических СЭС. Для них характерно, что средний уровень свободных финансов много меньше среднего уровня связанных финансов, или в размерном виде $\Phi^i \ll \Phi^c$. Это является следствием того обстоятельства, что в коммунистических режимах практически полностью отсутствовала инфраструктура для внедрения новой экономической - значимой информации. Поэтому для коммунистического режима $a > 0$ и $b < 0$, а динамика СЭС всегда соответствует Рис.6.5. Относительную стабильность таким СЭС мог придать лишь все увеличивающийся вывоз связанных финансов - чаще всего в виде сырья.

Таким образом, главной задачей посткоммунистических СЭС на макроэкономическом уровне является проблема увеличения среднего уровня Φ^i и уменьшение амплитуды колебаний, то есть сдвиг "вправо" точки I (см. Рис.6.4-6.6). Осуществить это лишь путем постоянного воздействия со стороны окружающего мира не представляется возможным: как видно из (6.13), для этого необходимо увеличение вывоза связанных финансов (например, товаров), то есть $b < 0$, что затруднено в силу экономической отсталости страны. Но к тому же при наступлении открытости таких обществ возникает интенсивная "утечка мозгов" (в виде либо физическом, либо информационном), и становится $a > 0$, а тогда деструктивные процессы лишь усиливаются.

Поэтому остается лишь одна возможность: путем перестройки внутренней структуры СЭС, прежде всего в направлении создания инфраструктуры для создания (синтеза) и внедрения новой экономической - значимой информации. Даже внешняя финансовая помощь должна идти не на увеличение доли свободных или связанных финансов (соответственно "без условная" помощь и "целевое финансирование" программ), а лишь на структурную перестройку СЭС. Действительно, "кратковременная" внешняя финансовая поддержка может лишь перевести СЭС на иную орбиту (лучший вариант показан на Рис.6.4: переход $\sigma_3 \rightarrow \sigma_2$, когда СЭС находится в состоянии A ; страна - "донор" при этом должна находиться в состоянии B и осуществить указанный стрелкой переход, чтобы не усугубить свое собственное положение).





Перестройку структуры СЭС можно производить по двум сценариям (Рис.6.7а,б). Либо "быстрым рывком" (Рис.6.7а), либо медленным "дрейфом" (Рис.6.7б) осуществлять перевод средних уровней $I \rightarrow I'$. Первый сценарий соответствует так называемой "шоковой терапии" (и требует существенных кратковременных финансовых вливаний в экономику страны), второй - "китайскому варианту". Отметим при этом, что "шоковый" сценарий требует быстрой структурной перестройки СЭС.



Математически изоморфные модели. Рассмотренная здесь модель макроэкономики СЭС изоморфна известной в популяционной экологии модели "хищник - жертва" для взаимодействующих популяций. Эта модель довольно подробно исследована в математическом плане (см, например, Свирижев Ю.М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии.-М.:Наука,1987.-368с.), и многие математические выводы сохраняются также и для СЭС. Аналогия между процессами в социально - экономических и экологических системах имеет ярко выраженный практический интерес: она позволяет производить *экспериментальное* моделирование макроэкономических процессов посредством интерпретации экологических данных.

Некоторые итоги.

Подведем основные выводы из приведенного выше:

- А) Предложена математическая структура, ориентированная на нахождение спектра всех возможных состояний социально - экономической системы, а также позволяющая корректно определить сам термин "состояние СЭС".
- В) Способность Человека производить - синтезировать новую экономически - значимую информацию делает возможным придать ей финансовое выражение, а также разделить всю массу финансов на "связанные" и "свободные", причем информационная компонента включена в последнюю.
- С) Простейший вариант взаимодействия связанных и свободных финансов в замкнутой СЭС задается соотношениями (6.8) - (6.9) безотносительно к конкретной природе и свойствам этих понятий. В этом смысле такое взаимодействие является универсальным и "единственно возможным".
- Д) Модели (6.8) - (6.9) и (6.11) корректно описывают основные макроэкономические явления в СЭС, включая проблемы, связанные с устойчивостью СЭС, а также выходом СЭС из посткоммунистического состояния.
- Е) Важнейшее значение для динамики и устойчивости СЭС имеет наличие и особенности функционирования социально - экономических структур, направленных на появление (синтез) новой экономически - значимой информации и на ее адаптацию и "внедрение" на уровне практики экономической деятельности СЭС. Для посткоммунистических СЭС формирование такой инфраструктуры имеет *критическое* значение.



Наконец, отметим следующее:

- *Трех - и более компонентные* модели (например, - несколько отраслей экономики, несколько объектов социально - экономического процесса, несколько партий) с запретом на "инфинитные траектории" могут уже демонстрировать поведение типа так называемого "странный аттрактор", то есть - обладать стохастическими свойствами, что резко снижает уровень прогнозируемости развития таких систем (см., например, книгу Пригожин И., Николис Г. Познание сложного. Введение.-М.:Мир,1990.-344с.).

- *Управление* такими системами состоит либо в сохранении, либо в изменении *шумовых* свойств таких "траекторий" (соответствующих распределений вероятности, размерности аттрактора, корреляционных функций, показателей Ляпунова, f^B - шума и т.п.).
- *Моделирование* такого "рынка" - это создание (или изменение существующих) таких аналоговых (например, - электронных) систем, которые проявляют те же самые *шумовые* свойства.

Область применения изложенной базовой модели.

Описанная выше модель имеет значительно более широкую область приложений, чем описание связанных и свободных финансов.

Этой моделью - или ее вариантами - описывается взаимодействие вообще между любыми двумя КС, принадлежащими к одному и тому же уровню иерархии. Действительно: пусть одна КС характеризуется параметром Φ^i , а другая - параметром Φ^c . Тогда математическая модель для взаимодействия этих параметров имеет вид (6.8), а ее простейшая реализация - (6.8) и (7.9) (или (6.10) - при учете взаимодействия этих двух КС с окружающей средой).

Таким образом, моделями (6.8) - (6.10) могут быть описаны многие из сторон социальной и экономической активности Человека. В частности, - взаимодействие между двумя партиями или же двумя "общественными мнениями" (и тогда Φ^i и Φ^c - это, например, количество людей, придерживающихся соответствующих взглядов или точек зрения) - явление, известное в политологии как "эффект маятника".

Интересно, что наличие в стране 3-х или более "влиятельных" социальных групп (партий, социальных движений и т.п.), как следует из предыдущего пункта, уже не позволяет осуществить надежный политический прогноз и организовать "упорядоченную" передачу власти от одной партии к другой. Вероятно, что это может служить объяснением того, по какой причине в большинстве экономически развитых - и прогнозируемых! - стран мира имеется всего *две основные* социальные или политические силы ("правящая" и "оппозиционная" группировки), которые периодически сменяют друг друга у власти - по мере того, как они полностью реализуют свою социальную и/или экономическую Программу (или же - по мере того, как будет самой жизнью доказана ее бесперспективность).

Вопросы.

1. Сформулируйте Ваше собственное определение управляющих параметров. Приведите примеры управляющих параметров для разных а) социальных и б) экономических систем.
2. Что такое положительная и отрицательная обратная связи? Сформулируйте Ваше собственное определение этих понятий. Приведите примеры этих связей для а) социальных и б) экономических систем.
3. Приведите примеры социальных и экономических задач, где необходимо при помощи управления обеспечить а) устойчивость системы (объекта, процесса, и т.п.) и б) перевод системы (объекта, процесса, и т.п.) в новое состояние. Опишите, как бы Вы добивались поставленной цели.
4. Приведите примеры а) социальных и б) экономических систем (объектов, процессов, и т.п.), для которых справедлива модель линейной обратной связи (модель Мальтуса). Каким образом Вы предлагаете в рамках приведенных Вами примеров осуществлять управление параметром k ?
5. Приведите примеры а) социальных и б) экономических систем (объектов, процессов, и т.п.), для которых будет справедлива нелинейная обратная связь (модель Ферхюльста). Опишите, как Вы предлагаете осуществлять изменение управляющих параметров.
6. Приведите примеры а) социальных и б) экономических систем (объектов, процессов, задач и т.п.), для которых характерны *двухкомпонентные* модели. Опишите, какие именно характеристики являются компонентами для каждого из случаев.
7. Опишите в рамках двухкомпонентной модели процесс взаимодействия двух политических партий. Проведите интерпретацию полученных в тексте результатов для этого случая.
8. Опишите в рамках двухкомпонентной модели процесс «борьбы за рынок» двух конкурирующих между собой фирм. Проведите интерпретацию полученных в тексте результатов для этого случая.

Задачи.

1. Решите уравнения (6.1), (6.4), (6.6) и (6.7) методом разделения переменных. Объясните, почему для последних трех уравнений применить операторный метод не представляется возможным.
2. Получите стационарное решение уравнения (6.11) – то есть получите соотношения (6.12). покажите, что при малых значениях управляющих параметров a и b справедливы соотношения (6.13).
3. Опишите процесс взаимодействия банка и производственного предприятия в рамках двухкомпонентной модели. Проведите интерпретацию полученных в тексте результатов для этого конкретного случая. Вы получите не только *инновационную* модель развития региона, но также и объяснение природы *инновационных циклов* развития той или иной отрасли.

Глава 7. Управление в иерархических системах.

Иерархические системы - описание и примеры применительно к экономике и обществу. - Самоорганизация: понятие, описания, примеры. - Логические уровни понятий и терминов. - Термины описательные и вербальные. - Термины житейские и научные. – Вопросы и задания.

Иерархические системы - описание и примеры применительно к экономике и обществу.

Концепция иерархического строения мира – и, как ее отражение, иерархического строения систем – укоренилась в самых глубинных представлениях человека об окружающем мире. В области социальной и экономической трудно даже вспомнить, где можно было бы обойтись без этой концепции. Вместе с тем, ситуация сложилась парадоксальная в том смысле, что именно в этих областях, где роль, влияние и место иерархических систем безоговорочно признаны всеми исследователями важнейшими, именно в этих областях описание иерархических систем на уровне моделей и, особенно, на уровне математических моделей, развито крайне недостаточно.

Вместе с тем, в области естественных научных дисциплин такие методы успешно развиваются и применяются уже не одно десятилетие.

По этой причине ниже будут описаны принципиальные особенности развитых способов описания иерархических систем с тем, чтобы в дальнейшем они могли быть использованы для моделирования социальных и экономических систем, а также для разработки схем эффективных управления ими.

Упорядоченные образования (объекты) как состояние на фоне потоков энергии и/или вещества

Упорядочение развивается на фоне неравновесия. В физике в последние десятилетия XX столетия это стало уже аксиомой, а после известных работ И Пригожина и Г. Хакена и созданных ими научных школ эта новая парадигма уже вошла в арсенал методологии современной науки [1-4].

Неравновесие приводит к возникновению потоков энергии и/или вещества. Ниже для описания этого обстоятельства будет использоваться термин "поток энергии", так как потоки энергии и вещества в физике объединены в едином векторе - векторе Умова-Пойнтинга.

М Мы могли теперь добавить: а также и потоков финансов и потоков информации, так как для социальных и экономических систем эти потоки являются специфическими, и они **М** отсутствуют в системах, не содержащих человека. Однако, как мы видели в главах 5 и 6, потоки финансов и потоки информации образуют некое *единое целое*, аналогично потокам энергии и/или вещества. Поэтому в дальнейшем будем говорить просто о *потоках* вообще, безотносительно к их природе. Следующее ниже описание, таким образом, будет выступать действительно как некая весьма мощная парадигма, которая вполне может быть положена в основу моделирования широкого круга объектов, процессов и явлений – в системах как живой, так и неживой природы. По этой же причине сохранены многочисленные ссылки на оригинальные статьи, опубликованные в рамках разных научных дисциплин: все они объединены на уровне *используемой парадигмы* – то есть на уровне *общности взглядов* на окружающий нас мир. И, как видно из публикаций, такой взгляд оказывается весьма плодотворным, позволяя объяснить большое количество явлений в самых разных областях – от физики и до социальных и экономических объектов. В главах 9 и 10 будет показано, как такая парадигма позволяет описать также и деятельность человека, что позволяет развить новый класс как моделей, так и способов управления в социальных и экономических системах.

Итак, рассмотрим поток (энергии, вещества, финансов, информации...) сквозь некую среду (напомним, что для социальных и экономических систем понятие «среда» включает в себя множество людей). Пусть интенсивность этого потока медленно увеличивается. Как свидетельствуют многочисленные наблюдения и экспериментальные наблюдения, проведенные в рамках самых разных научных дисциплин (таких как физика, химия, биология, экология, социология, экономика и др.), вначале в среде ничего не происходит. Затем, когда интенсивность потока превышает некоторый *критический* (для данной среды!) уровень, в среде возникает некий новый объект. Он занимает ограниченную область пространства и существует, как правило, ограниченное время. Когда интенсивность потока сквозь среду близка к "критическому" значению, эти новые объекты то

появляются (формируются), то распадаются снова – получается своего рода «пульсирующая» картина.

С точки зрения математики описываются эти явления нелинейными уравнениями, примеры которых весьма многочисленны: для физики физике см., напр., [1-4], а для социальных и экономических систем – описания приведены в главах 5 и 6.

Важно подчеркнуть, что, с возникновением такого нового объекта, диссипативные свойства среды возрастают – то есть возрастает способность среды «рассеивать» этот проходящий сквозь среду поток (как это похоже на то, что наблюдается в экономике: возле крупных фирм «кормится» очень много мелких, а возле самых мелких – очень много бедняков, бродяжек и т.п. – такая ситуация характерна особенно для развитых стран мира, и даже нашла отражение во многих фильмах, особенно снятых в США в последние годы). Другими словами, возникновение такого нового объекта приводит к тому, что энергия более эффективно рассеивается ("усваивается") средой - см. [5,6].

Когда интенсивность потока энергии увеличивается еще более, появляется целая иерархическая система таких объектов. Интересно, что размеры (объем) этих объектов уменьшаются с увеличением интенсивности потока энергии. Далее такие объекты будут называться "Упорядоченными Образованиями" или УО. Система корректных определений дана в [7], - а также описана в главе 3, где они названы *когерентными структурами* – КС: теперь становится понятной и термин «когерентность», означающий *наличие упорядоченности* в изучаемом объекте.

Рассмотрим более подробно свойства таких УО. Так как каждое УО занимает ограниченный объем пространства, движение среды в нем *обязательно* имеет вращательную (циклическую) компоненту. А поскольку любое движение среды связано с некоторой переменной, то образование УО приводит к появлению некоторого спектра частот, сгруппированного вокруг характерных времен вращения среды в данном УО.

М Для социальных и экономических систем возникло даже целое направление, которые рассматривает как причины появления, так и свойства и протекание «экономических циклов» или «социальных циклов». Как правило, при этом выделяются *много* циклов с разными периодами. Часто экономическими циклы называют «экономическими кризисами» - в любом учебнике по *макро*-экономике читатель найдет об этом обязательное упоминание. А в учебниках по *микро*-экономике имеется много упоминаний о так называемых «инновационных циклах» в развитии предприятия – математическое описание этого см. в главе 6. В рамках излагаемой парадигмы появление таких циклов – это есть процесс *обязательный*, так он просто является отражением того, что в системе сформирована *иерархическая* система из неких *упорядоченных* объектов – фирм, секторов экономики, транснациональных корпораций и экономик отдельных государств.

Здесь не будет проведено подробного рассмотрения явлений, связанные с малым числом УО - теоретические, математические и экспериментальные эффекты хорошо описаны в литературе по переходу к турбулентности - см., напр., [1,2].

Наличие же большого количества разных УО автоматически приводит к стохастизации, хаотичности ряда характеристик среды (например, вследствие взаимного влияния друг на друга многих разных УО, - фактически, именно таким образом производится введение понятия стохастичность через нелинейные уравнения). Поэтому, по мере увеличения интенсивности потока энергии спектр шума простирается в сторону более высоких частот.

М Другими словами, состояние экономики, также как состояние социальных систем, будет определяться наличием неких структур (это вполне может иметь детерминистическое, *закономерное* происхождение), деятельность каждой из которых – естественно, «с точки зрения» как более низкого, так и более высокого уровня – будет описываться уже в рамках *стохастического* подхода. Таким образом, управление в таких системах – это управление стохастическими характеристиками таких объектов, то есть – *внешними* по отношению к ним потоками. Например – при помощи изменений национального законодательства, которые как раз и регулирует эти – внешние по отношению к отдельным экономическим объектам – потоки.

Все, что обычно связывается с понятием (термином) "состояние", весь этот комплекс понятий, терминов и характеристик – все это относится к классу характеристик определенных (некоторых)

УО. Все же, что обычно связывается с понятием (термином) "процесс", все это описывается соответствующими характеристиками определенных (некоторых) потоков энергии и/или вещества.

Иерархия.

Как уже говорилось выше, в процессе увеличения интенсивности потока энергии, появляется целый иерархический набор упорядоченных образований – УО. К появлению целой иерархической системы *разных* УО приводит также то, что для разных потоков энергии критические интенсивности, вызывающие появление УО, также будут разными. Поэтому и результирующая иерархия УО зависит не только от интенсивности потока энергии и/или вещества, но и от номенклатуры этих потоков.

Рассмотрим один из "средних" уровней иерархии. То есть такой, который имеет и «соседей сверху», и "соседей снизу". Для УО из этого уровня иерархии "вышележащие" УО будут влиять как низкочастотный шум. Наоборот, "нижележащие" УО будут оказывать влияние как "почти когерентное" (почти-упорядоченное) высокочастотное воздействие.

Идеология иерархической системы УО позволила развивать методы для количественного описания множества явлений, связанных с самоорганизацией (упорядочением) в природе. Например, имеются методы для обнаружения УО в атмосфере и океане [8], в социальных системах [7,9]. Описано изменение диссипативных свойств среды с фрактальной структурой [5,6,10], причем ряд предсказаний для увеличения диссипативных свойств среды количественно совпадает с данными экспериментов - см. [5]. Результаты численных экспериментов по фрактальному упорядочению описаны количественно [11]. Ряд эффектов, связанных с влиянием шума на технологические процессы описан также [12,13].

Активная и полупроницаемая мембрана.

Теперь можно перейти к обсуждению следующего этапа организации иерархических систем и дать такое описание для функционирования "живого" объекта, отражающее его существенные черты (это будет своего рода «функциональное определение живого»).

УО, как правило, распадаются достаточно быстро вследствие той причины, что они имеют размытую границу, состоящую из частиц той же самой среды. Рассмотрим случай, когда на фоне потока энергии, который состоит из многих видов как энергии, так и вещества, образуется некая иерархическая система. Пусть она будет отделена от остальной среды полупроницаемой и активной мембраной. Этим условием определяется то, что сама мембрана является структурой, содержащей УО. Причем эти УО могут перестраиваться. Поскольку каждая УО изменяет ("модулирует") проходящий сквозь нее поток энергии, то система "мембранных" УО может быть рассмотрена как фокусирующая система, которая придает попадающему на внутрь объекта потоку энергии новые свойства.

Опишем, как должен реагировать этот объект на изменение потока энергии и/или вещества. В этом случае внутри рассматриваемого объекта изменяется пространственное распределение потока энергии и его временные характеристики. Это приведет, в свою очередь, к структурной перестройке внутреннего иерархического строения такого объекта.

Теперь допустим наличие возможности перестраивать мембрану "изнутри", - то есть управлять мембранными УО при помощи изменения «внутренних» УО. Причем цель такого управления пусть формулируется так: в результате управления пусть "все вернется к прежнему состоянию". То есть – к некоему состоянию, которое характеризуется неким заданным образом. Для этого внутри мембраны должны функционировать некие определенные структурные образования из УО, которые и будут перестраивать мембрану.

Результирующие свойства такого объекта могут быть описаны в терминах, которыми характеризуются объекты живые. Другими словами, - мы получили "определение Жизни". То есть термин "Жизнь" мы выразили в терминах иерархической системы УО, обладающей специфическими свойствами.

Каждый живой организм ("живую" ИСС) можно рассматривать как единый объект, «живущий» на фоне специфических потоков энергии и вещества, в нем происходят одновременно два процесса: самоорганизации и распада. В рамках масштабно-инвариантного подхода интенсивности этих процессов могут быть выражены в степенной форме, - и мы получаем нелинейное уравнение типа Берталанфи [14]. Учет стохастического окружения приводит к нелинейному уравнению с шумовыми частями, - то есть к спектру размеров биологических организмов.

Эта идеология позволила развить новые методы для описания разных эффектов в биологических и экологических системах. В частности, имеется количественное описание экспериментальных

данных по популяциям клеток [15], связи между массой живых организмов и продолжительностью их жизни [16], влиянию окружающей среды на популяцию живых организмов [17], критической интенсивности для влияния лазерного излучения и миллиметровых электромагнитных волн на живые организмы [18]. Эта идеология использовалась для построения новых устройств с новыми возможностями - см. [19].

Интересно, что имеется прямое экспериментальное подтверждение относительно влияния именно структуры шума на биологические объекты как со стороны более низких уровней иерархии [18], так и от более высоких уровней иерархии [20].



Обращаем внимание, что способность к размножению мы не включили в наше определение понятия "жизнь". Обычно в понятие «жизнь» в обязательном порядке включают способность живого к размножению — однако, как показывают последние научные результаты, каждый живой объект обязательно обменивается участками своего генома с другими живыми объектами (например, осуществляется такой перенос при помощи так называемых плазмид и вирусов). Таким образом, все живое живет как бы в едином «генетическом поле», а внешние условия как бы «выделяют» только некоторые характерные наборы генов, которые являются *устойчивыми* в данной среде, при данных потоках. Совершенно подобные и аналогичные явления имеют место и в социальной и экономической среде. Те или иные советы (например, в области менеджмента), которые сегодня звучат весьма актуально, мы находим уже в древней литературе (например, в китайской, у Конфуция или Сунь-Цзы — известно, какое влияние оказал этот древнекитайский мыслитель на Аллена Даллеса, особенно во время формирования им стратегии создаваемого тогда Центрального разведывательного управления США).

Подытожим: в рамках описанного выше можно дать такой ответ на вопрос "*что есть жизнь?*", - а, точнее: "*какой объект мы можем называть живым?*":

- Объект является живым, если он имеет иерархическое строение, а время его существования много больше времени, которое затрачивается на его самоорганизацию.

Применительно к живым организмам вообще такая точка зрения позволила впервые вывести связь между продолжительностью жизни живых организмов (принадлежащих к разным видам) и их массой, - см. [16].

Другими словами: живой объект должен иметь мембрану - четко выраженную границу, которая описывается своими специфическими характеристиками (обладает свойствами полупроницаемости и активности). Он должен также иметь внутреннюю структуру, которая образована из объектов - УО - более низкого уровня иерархии (и которые определенным образом имеют связь между собой). Собственно - это обобщенное описание живой клетки. Однако такое описание, сформулированное на функциональном уровне, уже пригодно для любых условий и для объектов любой природы. Сегодня вопрос об определении живого уже переходит в практическую плоскость, так как он дает нам общий алгоритм априорной классификации для впервые встречаемых Человечеством объектов: например, для проблемы освоения космоса и планет он является ключевым.

Самоорганизация: понятие, описания, примеры.

Социальные и экономические системы демонстрируют огромное количество примеров самоорганизации. Можно даже сказать, что требование, чтобы социальная или экономическая система формировалась по принципу *самоорганизации* — это есть *непреложный закон*. Только такие системы — образованные по механизму самоорганизации — и являются *устойчивыми*. Мало того — они же, как следует из описанного общего подхода к описанию самоорганизации — являются *оптимальными*, то есть именно при их функционировании достигается *максимальная эффективность*.



Когда мы говорим об *эффективности*, мы всегда — явно или неявно — подразумеваем какую-то цель. Однако цель имеет смысл только тогда, когда она *достижима* — то есть когда она, как минимум, *не противоречит* общим законам природы. Долгое время для систем как социальных, так и экономических, такие *общие законы* не могли быть сформулированы. Вследствие этого общество и экономика развивались «методом проб и ошибок», - однако для этих систем ошибки включали в себя судьбы и страдания часто десятков миллионов людей и многие сотни лет... Изложенная выше парадигма, которая все более завоевывает умы не только исследователей, но и практиков (политиков, бизнесменов, государственных и религиозных деятелей, менеджеров и т.п.),

- эта парадигма позволяет (вероятно, впервые за историю человечества) ввести *измеряемые и проверяемые* экспериментально *предположения* в ткань социальных и экономических наук. Теперь термин «оптимальность» - в рамках изложенной парадигмы – формулируется как способность социальных или экономических объектов наиболее полным образом *рассеивать-социализировать* энергию, ресурсы, вещество, финансы, информацию и т.п. И притом такая социализация «имеет цель», которая может быть *осознана* часто только с учетом всей пирамиды социальных и экономических структур. Другими словами, мы получили *систему отсчета* – не личное желание человека, не желание народа или нации, а *желание всего человечества как целого*. Подчеркнем: это желание должно быть *осознанным*. Но если первое – «общечеловеческий» подход – сегодня заложено в основу практической деятельности многих социальных и экономических структур и тенденций (глобализация экономики, гуманистический подход, транснациональные корпорации и т.п.), то второе обстоятельство – *осознанность* цели управления – пока что не нашло своего отражения. «Подразумевается» только, что такие цели должны быть, да еще «подразумевается» их «очевидность для всех». Однако последнее, по сути, означает простое *перенесение* своих взглядов на мир, своих предрассудков, своих заблуждений – в качестве *нормы* для всех, для всего человечества (этот особенно заметно на примере США). Такое положение чрезвычайно опасно, ибо оно *маскирует* то обстоятельство, что, во-первых, *целевая функция* еще не построена, и, во-вторых, она должна быть разработана на уровне *всего человечества* (включая и «отсталые» – с точки зрения индустриальных стран – народы)... Зачем мы обратили внимание на это обстоятельство? Моделирование социальных и экономических объектов должно опираться на *объективные* закономерности, а не на *субъективные* взгляды.

Характерно, что при введении понятия «самоорганизация» ученые, занимающиеся естественными науками, часто прибегают к социальным или экономическим аналогиям.



Вот, например, как один из «патриархов» вводит этот термин (описание взято из книги Хакен Г. Синергетика.-М.:Мир,1980.-406с., цитировано со с.226):

«В этой главе мы займемся нашей центральной темой, именно организацией и самоорганизацией. Прежде чем перейти к математическому рассмотрению, обсудим кратко, что мы понимаем под этими двумя словами в обыденной жизни.

А) Организация.

Рассмотрим, например, группу рабочих. Об организации говорят в том случае, если каждый рабочий действует точно определенным образом после получения указания извне, например, от руководителя. Под словом организация понимают также, что регулируемое таким образом поведение приводит к объединенным действиям с целью производства определенного продукта.

Б) Самоорганизация.

Тот же самый процесс называется самоорганизацией, если внешнее упорядочивающее воздействие отсутствует, а рабочие трудятся коллективно благодаря взаимопониманию, устанавливаемому между ними самими, причем в производстве продукта каждый рабочий выполняет свою функцию.»

Можно дать определение процессу самоорганизации, используя введенную нами ранее терминологию *когерентных*, или *упорядоченных* структур. А именно:



Процесс образования когерентных структур (упорядоченных образований) называется процессом **самоорганизации**. В таком определении подчеркнуто, что а) процессы самоорганизации развиваются *только* на фоне наличия некоторых потоков (энергии и/или вещества – в системах природных, финансов и информации (кроме энергии и/или вещества) – в системах социальных и экономических), и б) они приводят к появлению *структуры* в ранее «бесструктурной» среде.

Сравнивая с приведенным выше определением Г. Хакена, видим, что, в основных чертах, мы описали то же самое. Однако наше определение является более «конструктивным» и позволяет четко разделить явления *организации* и явления *само-организации*. В частности, образование систем по механизму организации также чрезвычайно широко распространено в социальной и экономической жизни. Более того: за время исторического развития именно примерами организации и обогатилась история и научная практика: государственные механизмы, колонии, диктатуры, фирмы (как большие,

так и маленькие, партии,...). Примеры же *само-организации* часто относили к явлениям «стихийным», «неуправляемым» (естественно, с точки зрения «пострадавшей» стороны!). например, Александр Македонский, нашествие татаро-монголов, Писарро и Кортес, феномены Гитлера или Сталина, - все они так и оставались до конца непонятыми в рамках парадигмы «организации».

И только сегодня, когда механизмы само-организации прочно вошли в социальную и экономическую жизнь, - но, скорее всего, пока что не более чем *дань* моде на математическое моделирование – только сегодня понятие само-организации прокладывает себе путь в социально-экономическое моделирование. Хотя, как мы видели, ученые-«естественники» для определения своих понятий широко пользуются именно *социальными аналогиями*, и не примерами из физики, химии или других «своих», естественных наук!

Логические уровни понятий и терминов.

При моделировании часто приходится использовать *понятия и термины* – слова, которые обозначают некую общность. Необходимость в такого рода абстракциях возникает уже в самом начале моделирования: хотя часто мы и рассматриваем некий *уникальный* объект, тем не менее и систему, и модель для нее мы уже формулируем в *общем* виде, что позволяет говорить о переходе от единичного конкретного объекта к некоему классу однородных (в том или ином смысле) объектов. Поскольку модели разного рода являют собой иерархическую систему (см. главу 2), поэтому происходит *углубление* смысла и для абстракций, которые используются при их описании.

Таким образом, система понятий и терминов, отражая специфику и роль при построении моделей реальности, также имеет иерархическое строение. Как правило, такое строение рассматривается как *углубление смысла*, то есть в плане логического сжатия информации, данных и характеристик.



Каждая научная дисциплина может быть задана (описана) посредством тех терминов, которые она использует. Например, когда мы используем термины «квант», «материальная точка», «система отсчета» – сразу же понятно, что мы говорим о физике. А вот когда слышим «валентность», «моль», «элемент» – ясное дело, что речь идет о химии! «Менеджмент», «маркетинг», «фирма», «ресурсы» – это уже экономика. Однако, иногда бывает и так, что в рамках одного текста появляется все это вместе: термины *нескольких* разных научных дисциплин, - например, на страницах нашей книги, посвященной моделированию социально-экономических систем. В этих случаях вспоминаются слова великого ученого и исследователя В.И. Вернадского: «Мы специализируемся не по наукам, а по проблемам»: как правило, речь идет о *системном* исследовании вопроса, и часто – даже о *новом* взгляде на него.



Приведем примеры терминов, которые имеют *разную* смысловую глубину. Для этого обратимся к физике – как к науке, в рамках которой имеется на сегодня наиболее глубокое и методологически корректное использование научной терминологии. Рассмотрим понятия: «квант», «волна» и «частица». Квант – это термин уже более высокого логического уровня, чем волна и частица. Если последние два термина могут быть использованы в качестве «первичных» – то есть можно *привести примеры* реальных объектов, которые могут обладать такими свойствами, то для кванта такого уже сделать невозможно. Квант – это совершенно особый объект, который выступает уже как *обобщение* свойств волн и частиц, - но, конечно же, не сводим к ним! Например, квант вполне способен проявлять свойства и волны, и частицы – но в разных экспериментальных ситуациях, интерьерах и контекстах, - чего о волне или о частице не скажешь. Таким образом, в смысловом наполнении имеет место «смысловое» неравенство: «квант» > «волна» + «частица».

Термины остенсивные и вербальные.

В рамках научной методологии различают два рода терминов.



Термины *остенсивные* определяются исходя из обобщения реально существующих объектов, явлений, процессов. Фактически, они часто являются просто наименованиями для классов таких объектов, явлений и процессов. Например, термины «волна», «фирма», «руководитель» описываются как обобщение известных слушателю из опыта примеров. А если таких примеров у него нет – тогда вначале следует описание примера, а уж потом переход «совершенно аналогично...», - как, например, в приведенном выше определении самоорганизации у Г. Хакена. Можно сказать и так: термины остенсивные возникают на этапе сжатия информации о

реальном мире с целью трансляции (передачи) информации и фиксации в виде знаков эмпирических (то есть – экспериментальных) данных.



Термины **вербальные** определяются уже только в словесном виде, как своего рода *логическая надстройка* над терминами остенсивными. Таким образом, описывают они уже не столько реальный мир, сколько наш способ его объяснения, понимания и интерпретации. Чаще всего – вербальные термины появляются на уровне моделирования, и выражают собой определенные теоретические подходы, то есть – способы решения определенных классов проблем, сформулированных на языке остенсивных терминов. Это и рассмотренное выше понятие «квант», и понятие «редкие ресурсы» (ключевое в микроэкономике), и «менеджмент» (управление бизнесом, организацией и кадрами), и многие, многие другие.



Вспоминая описание научного метода, приведенное в главе 1, можем сказать следующее. Остенсивные термины возникают на уровне *постановки задачи*, то есть на уровне сжатия информации об интересующей нас конкретной ситуации, объекте или явлении к некоей общности, – что позволяет воспользоваться накопленным опытом предыдущих исследователей (да, собственно, и всех достижений человечества). С практической точки зрения, *перевод* поставленной перед вами задачи на уровень остенсивных терминов – это уже *начало моделирования*! Как правило, либо вы получаете задачу уже в таком виде, либо *совместно с заказчиком* формулируете ее. (Совет: *никогда* не приступайте к моделированию *сами*: слова, которые использовал ваш заказчик, он может понимать в совершенно ином смысле! В курсе «Исследование операций», или в рамках любой аналитической дисциплины это обстоятельство всегда подчеркивается и выделяется.) Использование вербальной терминологии – это уже и есть собственно моделирование, разные уровни его смысловой глубины. В процессе моделирования может быть задействовано, вообще говоря, несколько пластов вербальной терминологии (организованных как иерархически, так и гетерархически). Однако затем, в качестве вашего отчета – например, разработанных вами рекомендаций – опять нужно вернуться к терминам остенсивным. Ибо только на таком языке и могут быть описаны те выводы из модели, которые могут быть *проверены (измерены, обнаружены)* на эксперименте. (Это значит, что отчет, передаваемый заказчику, должен быть сформулирован в терминах остенсивных. В ряде случаев – должны быть также предложены методики *конкретизации* этих терминов для ситуаций, интересующих заказчика.) Таким образом, работа на уровне вербальной терминологии – это, как правило, «черный ящик» для заказчика: это и есть, собственно, «кухня» специалиста в области экономической кибернетики. А для нас, как для специалистов-аналитиков, наша деятельность может быть описана следующей цепочкой: реальный мир → термины остенсивные → термины вербальные → термины остенсивные → реальный мир.

Термины житейские и научные.

Наконец, следует отметить, что все понятия, используемые человеком, мы можем разделить на 2 класса: понятия *научные* и понятия *житейские*.

О понятии *научном*, или о *термине*, – мы уже говорили выше.

А понятие *житейское* – это просто слово, ярлык, который человек использует для обозначения некоей нечеткой конструкции. Для обозначения того, смысл чего часто ему самому четко не ясен.



Особую опасность использование житейских понятий приобретает при работе с человеком. Часто создается обманчивая иллюзия, что, используя какое-то название, какой-то «ярлык» для описания того или иного проявления человеческой деятельности, мы можем приобрести «новое знание». Особенно часто сегодня происходит подмена одного термина на другой, заимствованный из другой науки. При этом совершенно забывается, что *вне* «своей» области науки строгий научный термин немедленно превращается в расплывчатое «житейское понятие». Проще говоря – в «пустое» слово, которое ничего не значит. Причины же такого явления практически очевидны: междисциплинарная разобщенность современной науки и отсутствие форумов, где над изучением какого-то одного явления работали бы бок-о-бок специалисты из нескольких разных областей науки.

Вопросы и задания.

1. Приведите примеры упорядоченных образований – когерентных структур – для области а) социальной и б) экономической жизни. Обоснуйте Ваше мнение.
2. Приведите примеры а) социальных и б) экономических циклов. Результаты функционирования каких упорядоченных структур, по Вашему мнению, они могут являться? Обоснуйте Ваше мнение.
3. Опишите, в чем, по Вашему мнению, состоит *различие* между «организацией» и «самоорганизацией» для а) социальных и б) экономических объектов и систем. Приведите примеры как для организации, так и для самоорганизации. Обоснуйте Ваше мнение.
4. Приведите примеры иерархических а) социальных и б) экономических объектов. Опишите потоки (ресурсов, финансов, информации и т.д.), на фоне которых образуются такие объекты, выделяя разные уровни иерархии. Опишите, что, по Вашему мнению, служит *критическим* потоком для появления а) отдельного объекта, б) для уровня иерархии.
5. Опишите а) социальную и б) экономическую систему (объект) как «живой» объект. Что именно, какие именно образования или структуры могут для социальных и экономических объектов рассматриваться как «полупроницаемая активная мембрана»? Что Вы понимаете под «полупроницаемой», под «активной»? Что, по Вашему мнению, может выполнять роль «генома» для социальных и экономических систем?
6. Рассматривая реалии политической, социальной и экономической жизни стран мира, приведите примеры «общечеловеческого» подхода на уровне планетарной политике, социальной жизни и экономики.
7. Предложите Ваш собственный сценарий (план организационных мероприятий) для выработки *осознанной* – на уровне всей планеты – цели управления на уровне всей планеты. Выделите, что, по Вашему мнению, способствует установлению такой цели и что мешает, препятствует ее достижению.
8. Сформируйте *логическую иерархию* терминов и понятий для какой-либо из изученных Вами учебных дисциплин. Приведите ее описание и обоснование Вашего выбора.
9. Приведите примеры ситуаций, когда одно и то же слово используется в виде понятия житейского и понятия научного. Рассмотрите область социальных и экономических наук в качестве примера. *Подсказка:* используйте СМИ – газеты, журналы, политические, социальные или экономические телепрограммы в качестве источника *подмены* смысла «хлестким» словом-термином.

Глава 8. Человек как управляющий объект в кибернетике и его моделирование.

Человек как главное действующее лицо в кибернетике. - В технической кибернетике - человек часто "спрятан за кадром", моделируется определенной управляющей функцией. - В экономической кибернетике человек выходит на первый план - прежде всего, как объект для моделирования. - User modelling как направление описания человека в социальных и экономических системах. - Главная проблема: каким образом адекватно "задать человека" в его важных для моделирования проявлениях в том или ином интерьере (контексте). - Определение понятия "интерьер" (контекст управления, деятельности, управленческой ситуации). – Вопросы и задания.

Человек как главное действующее лицо в кибернетике.

При определении понятия «управление» мы использовали прилагательное «целенаправленная», когда давали характеристику такой специфической деятельности. Сейчас пришло время задаться вопросом: как отличить ту деятельность, которую можно назвать управлением, от обычного рода деятельности человека. Да и, собственно, кто же является субъектом, осуществляющим эту деятельность.

С подобной ситуацией мы столкнулись в главе 3, когда рассматривали понятие «информация». Тогда нам пришлось признать, что информация – по крайней мере в своем социальном и экономическом приложении – может возникнуть только благодаря деятельности человека, и может быть понята тоже только им.

Может ли управление быть осуществлено *без* человека? Вообще говоря – конечно! Однако мы имеем в виду, что может только без реально существующего *сейчас* физического присутствия человека. Управление *имеет цель*: а кто, кроме человека, способен поставить цель?!

М Нужно тщательно различать контекст, в рамках которого используются слова «управление» и «целенаправленность». Очень часто мы используем их в контексте *переносном*, когда переносим на другие объекты специфические только для человека особенности, своего рода «очеловечиваем» их. Например, очень часто мы, описывая *рациональное* (читай – оптимальное) поведение животного употребляем термины «управление» или «цель». Здесь налицо смешение понятий, - о чем хорошо знают физиологи, четко различая рефлексy врожденные и приобретенные. Знают это и психологи, четко различая *сознательную* и *бессознательную*, часто *подражательную*, «запрограммированную» (очень часто – запрограммированную социальным окружением) деятельность человека. Однако все это вряд ли можно назвать управлением: управлением *целенаправленным* – подчеркивая то обстоятельство, что оно осуществляется в рамках *сознательного* усилия человека – мы можем назвать только принятие решений в условиях *нового*. Более подробно об этом будет в следующей главе.

Таким образом, привнести «цель» в управление может только человек.

Но тогда он – и только он! – должен являться и *главным* действующим лицом в кибернетике!

Собственно, так оно и есть. Чтобы задать управление, в кибернетике часто используют понятие «целевая функция», - задавая некую функцию, зависящую как от характеристик изучаемой системы, так и от управляющих параметров, для которой мы должны добиваться неких условий (например, их минимума или максимума). В этой целевой функции как раз и выражен весь опыт людей относительно того класса задач, к которому эта функция относится.

Наличие задачи в *такой* постановке уже тем самым означает, что *процедура решения* задач такого класса четко определена и задана. И если человек ей следует – то осуществляет ли он управление? Если говорить по сути – то *нет*! И все же – мы должны согласиться, что он *управляет*. Налицо – противоречие! Как же быть?

Мы забыли о том, что человек, чтобы *управлять* чем-то или кем-то, чтобы *управлять* какой-то ситуацией, он вначале должен *сжать* информацию, свести ее к какой-то вполне определенной системе терминов-понятий. И только уже для такой *модельной* системы он и может применить стандартные методы. Но все дело в том, что для одной и той же ситуации или объекта человек может построить *много разных* моделей! Другими словами, - здесь сам собственно *процесс управления* переносится на этап моделирования ситуации (объекта). Именно здесь человек *должен принять решение*, - именно на этом этапе он *задает цель*. А дальше – а дальше уже следует однозначно

заданная процедура – собственно алгоритм решения (например, математического), разработанный и апробированный *ранее* для этого класса *моделей*. Подчеркнем – не ситуаций или объектов, а именно моделей: как правило, алгоритмы решений сформулированы в терминах *вербальных*!



Так что же такое представляет собой *процесс обучения* – например, в вузе и, конкретно – специальности «менеджмент»? По сути, это не более чем ознакомление с существующими *нормативными* способами, методами, алгоритмами и методиками решения *стандартных* для данной научной дисциплины задач. Это подготовка человека, который способен решать *стандартный* набор задач, и притом решать их *стандартными* методами. Такое положение отражено даже в Государственном стандарте подготовки специалистов: там введен набор так называемый *нормативных* дисциплин, и описан (зафиксирован) набор знаний, умений и навыков, которыми должен обладать выпускник по каждому из образовательных уровней – бакалавр, специалист и магистр. Какова же задача высшего образования с этой точки зрения? Подготовить человека, который может быть *встроен* в цепочку принятия решений, но *встроен* в качестве своего рода «запрограммированного процессора», решающего только *стандартные* задачи и притом *стандартным* же способом. Но ведь кто-то же *должен ставить* такие задачи и разрабатывать такие методы их решения, которые впоследствии будут названы «стандартными»! Где этому учат? Об этом мы поговорим в главе 10 нашей книги.

Место человека в технической кибернетике.

Как мы знаем, кибернетика долгое время развивалась в рамках кибернетики *технической*. Где же в ней – в этом огромном наборе мощных математических методов, систем и моделей разного уровня – где же здесь «спрятан» человек? На первый взгляд, техническая кибернетика вполне «обходится» и без него!

Мы уже говорили, что *моделировать* окружающий мир способен только человек. Таким образом, человек «спрятан» на этапе моделирования: он изучает интересующий нас объект или событие, сжимает информацию о нем (них) до уровня моделей, проводит апробацию этих моделей, формирует *кибернетическую* постановку задачи, находит соответствующие целевые функции и проводит апробацию уже их. Специфически для рамок кибернетики технической – человек часто даже создает технические аппараты и приспособления, которые являются своего рода «посредниками» между ним и реальностью, и которые выполняют те или иные нужные ему функции по осуществлению управления.

Есть еще один участок кибернетики технической, в который человек, хоть и на словах входит явно, тем не менее, «спрятан» за некими математическими моделями и конструкциями.

В кибернетике вводится понятие «человек-оператор», которое часто применяется в сокращенном виде – просто как «оператор». Из контекста всегда ясно, что имеется в виду не математический термин, а именно *функциональные обязанности*.

Такие задачи возникают всегда, когда в контур управления необходимо ввести человека – ибо многие вещи может осуществить только человек. Чем же характеризуются эти задачи? Прежде всего тем, что для осуществления деятельности на этом этапе управления необходимо умение «работать» с моделями, которые заданы в вербальном, лингвистическом или в логическом виде. И еще одна характерная особенность: на этих этапах управления не удастся четко и однозначно *свести* информацию – сжать ее к строго определенной совокупности характеристик. Имеется некий *произвол* – вот его и заполняет человек.

Но, тем не менее, процесс управления *должен* приводить к результату *прогнозируемому*. А это значит, что человека – участника процесса управления и звено в управленческой цепочке – нужно все же каким-то образом *промоделировать*. В системах технических – за человеком оставляли, как правило, *выбор* целевой функции (или значений некоторых ее параметров) из некоторой, строго определенной совокупности.

Сегодня, когда задачи моделирования социальных и экономических явлений выходят на передний план, возникает необходимость в несколько ином виде моделирования человека – к рассмотрению этих вопросов мы и переходим.

Человек – главный объект для моделирования в экономический кибернетике.

Социальные и экономические системы, по самому своему определению, имеют *главное* отличие от всех других систем: они содержат человека и должны явным образом отражать его характерные особенности и специфику проявлений. Таким образом,

- в экономической кибернетике на передний план выходит, по существу, задача *моделирования человека*.

Успех научной методологии и системного анализа подсказывает, что для того, чтобы успешно моделировать систему, нужно иметь «хорошую» модель для ее «типичного элемента». Для наших систем – это значит, что нам нужно иметь весьма мощную *модель человека*.



Как только мы высказали слова «модель человека» – сразу же приходит на ум, что построение такой модели – это дело *психологии*. И возникает желание – обратиться к этой науке с целью взять у нее знания о человеке. Но вот здесь-то сразу же и возникает целый класс ограничений и неожиданностей (для непрофессионала в этой области, разумеется). Во-первых, сразу же оказывается, что в психологии существует не «одна хороша» – как в физике, например, – а *много* разных моделей, называемых «теориями личности». Так, в книге Хьелл Л., Зиглер Д. Теории личности. – СПб: Питер, 2001. – 608с. их описано почти *полтора десятка*. И это – только самых распространенных! Во-вторых, оказывается, что эти модели в основном отражают не *объективные* характеристики человека-личности, а... «субъективную точку зрения их автора» (психологи об этом пишут прямо – см. цитированную книгу Л. Хьелла и Д. Зиглера). Наконец, в-третьих, – хотя это, пожалуй, является для нас *главным!* – в психологии описываются *внутренние* характеристики человека, по сути своей практически «непроверяемые». По этой причине *психологические* модели человека не подходят – во всяком случае, «сразу», без весьма существенной адаптации – для использования в рамках экономической кибернетики в качестве «базовых моделей для человека».



В маркетинге и менеджменте часто используется заимствованная из психологии так называемая «пирамида мотиваций А. Маслоу». В экономике на нее ссылаются как на весьма мощный результат, полагая, что он «доказан» в рамках психологии. Однако дадим слово самим психологам – приведем цитату из книги Хьелла Л. и Зиглера Д., являющейся учебником для психологов, и выдержавшей в США уже 3 издания: «К сожалению, другим [помимо самоактуализации, самого высшего аспекта] аспектам теории Маслоу было посвящено крайне мало эмпирических исследований [эмпирические – это *экспериментальные!*], во многом вследствие недостаточной строгости теоретических формулировок, затрудняющих проверку ее валидности. Например, отсутствует точный критерий того, насколько должны быть удовлетворены потребности определенного уровня, прежде, чем проявит себя следующая, более высокая потребность. К тому же, Маслоу допускает так много исключений из своей иерархической схемы мотивации человека (например, возможное проявление высшей потребности, несмотря на депривацию низшей), что это становится недостатком в его теории. Также следует отметить отсутствие четких доказательств того, что различные метапотребности возникают или становятся доминирующими, если удовлетворены основные потребности.» Как видим, имеется скорее только точка зрения Маслоу, но отнюдь не теория, которой можно пользоваться на практике. И, тем не менее, мы встретим соответствующие ссылки практически в любом учебнике! Можно ли использовать пирамиду мотиваций Маслоу при моделировании социальных и экономических систем? Вероятно, можно, но с достаточной степенью осторожности: например, для начала нужно доказать (в конечном счете – на основании специально проведенных экспериментов или имеющихся экспериментальных данных) ее применимость *именно для исследуемой системы*. К сожалению, подобным аспектам практической деятельности специалиста-аналитика уделяется чрезвычайно мало внимания в учебной литературе, – хотя это, пожалуй, и является основным методологическим принципом его профессиональной деятельности.

Наконец, имеется еще одна, также весьма важная особенность: даже имея «хорошую» модель человека, нужно еще иметь *механизм* для перехода от «модели для *одного* человека» к «модели для *многих* людей». Эта задача также пока что остается *нерешенной* в рамках как экономической кибернетики, так и моделирования социальных и экономических систем (в главе 10 представлен возможный подход к решению этой проблемы для ряда социальных и экономических задач).

User modelling как направление для описания человека в социальных и экономических системах.

Начиная с 1990-х, интенсивно развивается направление, которое на английском языке получило название *User Modelling* – то есть «моделирование пользователя». Оно используется как название для двух *разных* направлений научной и прикладной деятельности.

Во-первых, это действительно моделирование *единичного* пользователя. При этом используется большое количество моделей самого разного уровня – от вербально-лингвистических, распространенных преимущественно в области менеджмента и, особенно, маркетинга (см., например, Энджел Д., Блэкуэлл Р.Д., Миниард П.У. Поведение потребителей.-СПб:Питер,1999.-864с, или соответствующие разделы в книге Котлер Ф. Маркетинг менеджмент.-СПб:Питер,1999.-896с), и до математических, например, тем, которые используются для описания взаимодействия человека и компьютера или программного продукта (см., например, журнал, который издается с 1991 года – *User Modeling and User-Adapted Interaction*).

В частности в десятом, юбилейном выпуске журнала *User Modeling and User-Adapted Interaction* имеется хороший обзор положения, который существует в этой области.

Во-вторых, в 1998 году образован новый научный журнал *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, который доступен в Интернете по адресу <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS>. Это журнал нового типа по способу доступа – однако в нем соблюдены все основные требования к научному журналу, - в частности он подвергается реферированию. В этом, а также во многих других изданиях, производится компьютерное моделирование сети пользователей с целью получить некие характеристики, которые характеризуют уже всю совокупную систему. В частности, в начале 2000-х годов появились статьи, в которых *количественно* исследуются такие задачи становления общественного мнения, которые могут быть отнесены к задачам маркетинга.

Как правило, направление *User Modelling* развивается пока что на уровне научных статей, - книги на эту тему изданы пока что только на английском языке, да и то в *специализированном* виде, доступном, как правило, только подготовленным специалистам. Однако положение чрезвычайно быстро исправляется – появляется все большее количество текстов, которые становятся доступными уже для широкого круга интересующихся.

Главная проблема: адекватное для данного интерьера задание «модели человека».

Таким образом, главная проблема при моделировании социальных и экономических систем может быть сформулирована таким образом:

- синтезировать адекватную интересующему нас интерьеру (контексту) *модель человека*, понимая под человеком как отдельного индивида, так и их совокупности.

Конечно, при этом необходимо еще разработать методики и технологии для перехода от характеристик индивида к характеристикам их совокупности.

Определение понятия "интерьер" (контекст).

Нам встретился новый термин – «интерьер». Дадим его определение: это необходимо, так как, как мы уже знаем, модель человека зависит от той задачи, которую мы решаем.

 Деятельность реального индивида осуществляется в некоторых характерных условиях, определяемых 1) социальным окружением, 2) природными условиями, и 3) фрагментом знания. Будем называть эти характерные условия **интерьером (контекстом деятельности)**, в котором существует знак и в котором он начинает "действовать" - когда человек прикладывает к нему свою энергию, цель, инициативу.

Знание оформляется в виде *знаков*. Знак сам по себе не имеет стремления и цели. Он служит просто для 1) оформления знания и 2) для сколь угодно долгого хранения этого знания. Этот термин мы понимаем в обобщенном смысле: для нас знаком является любой текст, в котором зафиксировано знание. Это и рисунок, и действительно текст из книги, и веб-страница, и научная статья...

В этом смысле вообще вся система знаний, которой обладает данный социум, представляет собой единый "текст", разбитый на фрагменты и связанный в единое целое системой перекрестных ссылок.

Текст знания по необходимости разбит на систему фрагментов, каждый из которых *не превышает информационной емкости отдельного индивида*. Только при таком условии это знание может быть сохранено в социуме и передано следующему поколению. Для осуществления такой разбивки на фрагменты нужны специальные социальные институты и механизмы.

В массиве знания, в "общем тексте", которым обладает данный социум, хранятся значимые для общества программы деятельности, нормы и модели поведения, взаимодействия между индивидами. Целью такого хранения является обеспечение преемственности социальной жизни. То есть - поддержание и сохранение гомеостаза социума.

Но сам по себе текст - знак - не способен этого обеспечить. Поэтому этот текст обрастает специфическими социальными институтами и механизмами передачи (отчуждения) знаний от живущего поколения к новому поколению. И осуществляет все это тот же смертный индивид из ныне живущего поколения.

Вся эта совокупность социальных институтов и механизмов, обеспечивающих 1) преемственность знания (представленного в виде текста) между поколениями и 2) дробление знания (текста) на фрагменты, соответствующие информационной вместимости отдельного индивида, не принадлежит к самому знанию. Она является как бы *отдельным* "механизмом трансляции знания".

Пользуясь компьютерной аналогией, можно сказать, что общество представляет собой некий "распределенный процессор" для решения определенных задач (общее знание разбито на фрагменты, носителями которого являются смертные индивиды), и который снабжен "системой перезаписи" знаний на "новые носители" - новые индивиды.

При моделировании социальных и экономических систем нас часто будут интересовать ситуации управленческие – то есть интерьеры управления, управленческой деятельности человека, управленческой ситуации.

Вопросы и задания.

1. Приведите несколько примеров ситуаций, когда слово «управление» употребляется в *житейском* смысле, а не как научный термин. Опишите, что именно при этом имеется в виду (то есть что имеется в виду в том контексте, в котором это слово применено).
2. В чем, по Вашему мнению, заключается *необходимость* участия человека в процессе управления? Опишите, когда это участие *явно* выделено, а когда оно осуществляется в *неявном* виде, завуалировано, через социальных нормативы, управленческие нормы или правила.
3. Сформулируйте перечень знаний, умений и навыков, которыми, по Вашему мнению, должны обладать Вы как специалист в области экономической кибернетики. Постарайтесь написать в этот перечень в *развернутом* виде, максимально подробно описывая все, что, как Вы считаете, Вам понадобится в Вашей практической деятельности. Сравните полученный Вами перечень с Государственным нормативом по данной специальности. Прокомментируйте различия (как показывает практика, они всегда есть).
4. Опишите несколько примеров включения человека в контуры управления в рамках *технической* кибернетики (для этого познакомьтесь с несколькими книгами, или статьями в журналах «Проблемы управления и информатики» или «Кибернетика и системный анализ», выпускаемыми НАН Украины).
5. Приведите несколько примеров *разных* «психологических моделей человека» из психологической литературы. Прокомментируйте их основные различия относительно описания процесса принятия решений и осуществления управления человеком. Составьте Вашу собственную «модель человека», опираясь на психологическую литературу, и опишите круг задач, для которых она может быть применимой в рамках моделирования социальных и экономических систем.
6. Дайте Ваше собственное определение понятия «интерьер» (или «контекст деятельности») применительно к участию и роли человека в социальных и экономических системах. Для каких задач оно может быть применимо?
7. Сформулируйте Ваш собственный метод для осуществления перехода от «модели одного человека» к «модели *совокупности* людей» применительно к а) социальным и б) экономическим системам или задачам.

Глава 9. Пример моделирования управленческой деятельности человека с помощью модели информационного автомата.

Человек как объект и как субъект управления. - Описание интерьера, в котором происходит управление - иерархические системы. - Связь управления с европейским способом социального кодирования индивида. - Разбиение информации о событии на компоненты - "наивный" взгляд и напоминание о 8 ранее введенных компонентах информации. - Определение термина "управление" через компоненты информации. - Введение понятия "информационный автомат" и "двухкомпонентных абстрактный информационный автомат" (2АИА) как простейшего примера. - 2АИА как оператор в пространстве компонент информации. - 16 типов 2АИА - минимальный набор, который способен осуществить оптимальное управление. - Человек как 2АИА. – Вопросы и задания.

Человек как объект и как субъект управления.

В этой главе мы переходим к построению модели для человека. такой модели, которая описывает именно управленческую функцию человека. Однако прежде рассмотрим, в качестве кого человек может выступать в системах управления.

Во-первых, человек есть субъект управления. То есть он является именно тем активным элементом системы, который, в конечном счете, и осуществляет управление. Следовательно, в этом смысле человек должен обладать способностью активно искать (новую) информацию, эффективно ее обрабатывать, формировать свои выводы, фиксировать свои желания и, наконец, обладать способностями и возможностями для собственно осуществления управления.

Во-вторых, человек есть также одновременно и объект управления. То есть он является как раз тем элементом, которым как раз и управляют. В этом смысле он – пассивный элемент, исполняющий и исполнительный. Для этого он должен обладать способностью воспринимать команды, обладать способностью к коммуникации с «ему подобными» элементами системы управления, уметь соразмерять свои собственные желания с необходимыми их ограничениями (возникающими вследствие его участия как элемента *исполнительной части* системы управления), подчиняться, оказывать неповиновение, - но, главное, он должен обладать способностью к активному вмешательству в окружающий мир с целью его изменения.



Мы специально выделили при описании человека как объекта управления необходимость наличия у него способности оказывать неповиновение – то есть отказываться от исполнения тех или иных управляющих команд, если они, по его мнению, не соответствуют его представлениям, мотивам, целям, жизненным установкам, картине мира и т.п. Чаше всего эта способность человека полностью *игнорируется* в управленческих схемах, а если и учитывается, то считается «негативной»: именно наличие у человека этой черты часто подчеркивают, называя этого человека «неуправляемым». Однако исключительно только как раз эта черта и дает возможность функционировать социальным и экономическим системам по механизму *самоорганизации*. Более того: при отсутствии такой черты у «механизма управления» система управления теряет способности к адаптации – эффективной подстройке и даже перестройке при изменении внешних условий. Чрезвычайно интересно, что наличие такой черты – и даже обязанности человека – закреплялось в качестве необходимого элемента в рамках разных культур. Например, в рамках китайской культуры еще со времен Конфуция явно закреплено «право народа на революцию» – в случае, когда правитель управляет неэффективно. В рамках европейской культуры такое же право связано с нарушением «заповедей Божьих», что позволяет в случае их нарушения «власть предержащими» отнести «руководство» к «проявлениям дьявола» - и получить *обязанность* всемерно бороться против них.

Итак, приходим к выводу: человек является весьма специфическим объектом для моделирования в области социальных и экономических систем, ибо только он один является одновременно и объектом, и субъектом управленческого процесса. Другими словами: человек, функционируя в рамках управленческой системы, является одновременно и элементом, «генерирующим команды», и элементом, «исполняющим команды».

Описание интерьера, в котором происходит управление - иерархические системы.

Итак, рассмотрим описание *деятельности* человека. Этот подход позволяет избежать рассмотрения *внутреннего* мира человека, - и, вместе с этим, избежать введения понятий, которые каждым человеком воспринимаются неодинаково.

Но деятельность человека происходит в *интерьерах* - своего рода "обобщенных рабочих местах". Таким образом, для решения поставленной задачи необходимо вначале описать – и притом описать в самой общей форме! – те характерные условия, в которых происходит такая деятельность.

Интерьер определяется социальным окружением индивида. Это – иерархические социальные системы, в которые интегрирован индивид: уже само разделение на «программирующую» к деятельности социальную функцию и «исполнительную» социальную функцию требует этого.

Интерьер определяется также природными условиями, в которых действует индивид. Это – опять-таки иерархические природные системы.

Наконец, интерьер определяется фрагментом знания, который "помещен" в индивида. А это – иерархическое соотнесение уровней «символ – знак» («маркер»), то есть иерархической упорядочение терминов и понятий *по глубине* (например, по глубине формализации описания реальности).

Таким образом, обобщенное "рабочее место" индивида - это иерархическая система. Подчеркнем, что мы должны описать интерьер самым общим образом, так как для индивида в современном обществе характерна постоянная смена профессий (интерьера) и даже совмещение разных профессий.

- Итак, чтобы описать интерьер, в котором происходит деятельность человека, мы должны выработать некий универсальный способ описания для *одного* (и одновременно – для каждого) *иерархического уровня* в иерархической системе.

Собственно, это уже было сделано в главах 2 и 3 этой книги.

Связь управления с европейским способом социального кодирования индивида.

М На первый взгляд может показаться, что рассматриваемые в книге вопросы являются иногда достаточно отвлеченными от собственно описаний социальных и экономических систем. **М** Теперь, ниже, будет изложена – в весьма кратком варианте – общая методология моделирования таких систем исходя из концепции организации в них информационных потоков. А поскольку мы уже знаем, что информационные и финансовые потоки являются тесно связанными – мы, тем самым, получаем мощный аппарат для описания не только социальных, но, одновременно, и экономических задач. Детальное изложение см. в монографии Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с., культурологические и, частично, социальные аспекты см. в монографии Петров М.К. Язык, знак, культура.-М.: Наука, 1991. - 328с., описание применения этих результатов в аналитике см. в книге Курносов Ю.В., Конотопов П.Ю. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. – М.:РУСАКИ,2004.-512с.

Пользуясь компьютерной аналогией, можно сказать, что общество представляет собой своего рода "распределенный процессор" для решения определенных задач (общее знание разбито на фрагменты, носителями которого являются смертные индивиды), который снабжен "системой перезаписи" знаний на "новые носители" - новые индивиды.

Строение и само функционирование такой системы задается неким специфическим компонентом – своего рода «информационным геномом» для сообществ людей.

def Назовем **социокодом** имеющуюся в данном обществе совокупность знаний, механизмов операций с ними и социальных институтов для их социализации.

def Итак, в социокод входят:

1. *Вся совокупность массива знаний* - то есть значимые для общества программы деятельности, нормы и модели поведения, взаимодействия между индивидами.
2. *Способ расчленения мира на "интерьеры"* - своего рода обобщенное, вычлененное из социального окружения "рабочее место" смертного индивида, которое определено данным фрагментом знания.

3. Социальные институты и механизмы, обеспечивающие преемственность знания и дробление знания на фрагменты.

Напомним, что деятельность реального человека - смертного индивида - осуществляется в некоторых характерных условиях, определяемых 1) социальным окружением, 2) природными условиями, и 3) фрагментом знания. Ранее мы называли эти характерные условия *интерьером*, в котором существует знак и в котором он начинает "действовать" – конечно, только тогда, когда человек прикладывает к нему свою энергию, цель, инициативу.

Определим ряд терминов, описывающих информационные процессы в обществе и детализирующие термин "социокод".

Прежде всего, это *коммуникация*, понимаемая как координация деятельности тех людей, которые уже стали носителями соответствующих фрагментов уже социализированного знания. Таким образом, коммуникация всегда функционирует в режиме отрицательной обратной связи, фиксируя, закрепляя существующее знание в обществе. Она возникает тогда, когда имеет место рассогласование, нарушение норм и правил, принятых и зафиксированных в социокоде. При коммуникации предполагается, что "информационное подобие" сторон близко.

Назовем общение, направленное на социализацию входящих в жизнь поколений, на их уподобление старшим поколениям - *трансляцией*. Этот процесс производится средствами соответствующих социальных институтов и механизмов, о которых мы уже говорили выше.

Основной режим трансляции - *обучение* (подчеркнем, что сюда включается также и *воспитание!*), то есть общение, при которой степень информационного подобия сторон заведомо низка. Подчеркнем, что в процессе трансляции передается уже *социализированное* знание. Передается оно от существующего поколения к вступающему в жизнь - своего рода как некая "эстафетная палочка".

Наконец, возможен еще один режим общения. Назовем термином *трансмутация* все разновидности общения, в результате которого в социокоде, в одном из фрагментов и в соответствующем канале трансляции появляются новые элементы знания или же модифицируются наличные знания, или одновременно происходит и то, и другое. Основной режим трансмутации - *объяснение*. Оно, на первый взгляд, может напоминать обучение, - однако отличается от него двумя важными особенностями. *Во-первых*, объяснение - акт *разовый*: если он удастся, к нему уже не имеет смысла обращаться, а если нет - тогда нужно все начинать сначала. *Во-вторых*, трансмутационное объяснение *всегда* содержит уникальное и новое, которое известно только одному индивиду - объясняющему новатору.

Кратко различия между актом трансляции знаний и актом трансмутации знаний могут быть охарактеризованы так:

- В *акте трансляции* учитель передает будущему носителю не им созданный фрагмент знания, который может содержать самые разные по времени появления и пребывания в социокоде элементы знания.
- В *акте трансмутации* новатор пытается *изменить* сам фрагмент знания, - и, тем самым, он пытается *изменить* социокод.

Для этого ему приходится наращивать текст фрагмента знания, - и тем самым в каждом акте объяснения создавать угрозу выхода текста за пределы информационной вместимости отдельного индивида. Тем самым в каждом акте трансмутации знания новатор ставит перед учителем задачу о сжатии текста, фрагмента знания, для дальнейшего его репродуктивного перемещения в акте трансляции.

Таким образом, в информационном смысле роль учителя и роль новатора не только различны, но и способны приводить в конфликт.

И еще одно важное различие: в процессе трансмутации - изменения знания - *акты уникальны*, тогда как в процессе трансляции - передачи, перемещения знания - *акты подобны*.



Итак, подведем итоги. Теперь мы можем теперь построить классификацию обществ - социумов, основанную на специфических особенностях протекания в них информационных процессов. При этом в качестве объектов для классификации входят а) знание, понимаемое как совокупность значимых для общества программ деятельности, норм и моделей поведения, взаимодействия между индивидами, б) способ расчленения мира на интерьеры - для осуществления деятельности человека, и в) социальные институты и механизмы, обеспечивающие трансляцию и трансмутацию знания.

Обратимся теперь к наиболее интересной для всех теме - к европейскому способу социального кодирования индивида. Его можно также назвать *универсально-понятийным* типом социального кодирования.

- Он обусловлен возникновением *дифференциации* (различия, расщепления) единого прежде субъекта деятельности (коллективного или индивидуального) на *программирующую* и *исполнительскую* составляющие, каждая из которых становится социально значимой и социально допустимой ролью индивида.

Другими словами, этот социокод возник в результате дифференциации умственного и физического труда.

В результате возникает *субъект - объектное отношение*, которое впервые процесс *целеполагания* переносит на уровень человека. Если ранее, в других типах культур и обществ, определение цели деятельности индивида либо не рассматривалось вообще (лично-именной социокод), либо допускалось "только для Бога" (профессионально-именной социокод), то теперь, с появлением субъект - объектных отношений, постановка задачи по выбору цели стала не просто возможностью, но даже *обязанностью* каждого человека.



Особенность *европейского* субъект - объектное отношения состоит не в новизне самого отношения, а в использовании его в качестве ключевой составляющей, ключевой структуры социального кодирования.

Эта новизна заключена в следующем:

1. Используются как простые (двухсубъектные), так и сложные (многосубъектные) отношения для выстраивания знаковых иерархий целостности. При этом всегда имеет место *асимметричность* высшего и низшего: любой средний член цепочки будет исполнителем по отношению к предыдущему (высшему) и повелителем-программатором по отношению к последующему (низшему).
2. Процесс социального кодирования ориентирует *начальный* член цепочки, и именно поэтому ориентирует на "всеобщее". Так что, "поднимаясь" вверх, к началу цепочек, мы поднимаемся тем самым к "началу всех начал", к символу, к вечному (личному или безличному, Богу, "началу", "истине", и т.п.).

Таким образом, только на этом этапе впервые идея иерархичности получает возможность реализоваться на социальном уровне.



Чрезвычайно интересно, что такой информационный канал может функционировать как в трансляционном, так и в трансмутационном режимах. Более того, как раз наиболее характерной чертой его функционирования является именно *смешанный* трансляционно-трансмутационный режим. Субъект - объектное отношение не только передает "сверху-вниз" (или "слева-направо") некую "мудрость" или "знание" от субъекта к объекту, но и преобразует это знание в процессе передачи в "более конкретные" знания или указания. То есть, этот информационный канал всегда работает в режиме от абстрактного к конкретному. Таким образом, "формула" европейца приобретает устойчивый двухсоставной характер: всеобщее (абстрактное) + частное (конкретное). И, естественно, наличие механизма для перехода ("перевода") как "сверху-вниз", так и "снизу-вверх" (каналы обратной связи, "отчетности о выполненном").

Конечно, наиболее силен такой канал в "нестандартных" ситуациях, которые не поддаются полной типизации и поэтому не могут иметь установившейся полной программы решения. Поэтому эти ситуации остаются как бы "за бортом" социокода.

Наличие разделения между умственным и физическим трудом, наличие иерархических субъект-объектных (управленческих) цепочек приводит к тому, что каждый индивид должен обладать группой определенных универсальных навыков. Это, прежде всего, навыки, связанные с "умением жить сообща".

Необходимость коммуникации в таких условиях ("вертикаль" переноса знаний, всеобщность неких знаний) привела к тому, что возникла необходимость в *сжатии* смысла - в *сжатии* знания, в результате чего в европейском кодировании присутствует постоянное тяготение к универсалиям любой природы.

Как же сформировался европейский социокод? Об этом подробно описано в монографиях Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с., и Петров М.К. Язык, знак, культура.-М.: Наука, 1991. - 328с.

Разбиение информации о событии на компоненты.

Рассмотрим совокупность сведений о некотором вполне определенном *событии* (описание, данные, параметры, характеристики – в общем, все то, что составляет понятие «информация»). Опишем, на какие классы мы можем разложить эти сведения.

def Под термином *событие* мы понимаем здесь любое явление, факт, процесс, объект, и т.п. в условиях, когда производится его описание. Например, - с целью осуществления в дальнейшем управления им или с целью использования его в управленческой системе. Для этого выделяются данные, сведения, параметры, характеристики и т.п., благодаря которым данное событие полагается *заданным* (или фиксированным, зафиксированным) с требуемой степенью точности.

Прежде всего – мы сможем в описании этого *данного конкретного* события выделить те характеристики, которые относятся к описанию *целого класса* событий, которые подобны рассматриваемому. Они, по сути, характеризуют не это само событие, а целый класс, и относятся они к целому классу «подобных» – в том или ином смысле – событий.

Мы можем выделить также и совокупность характеристик, которые относятся *именно к этому* событию – фактически, все они будут являться своего рода маркерами-ярлыками *именно для этого*, исследуемого нами события. Вот они-то и будут характеризовать именно исключительно только рассматриваемое нами событие.

MI И один, и другой класс характеристик – в общем случае распределение данных (сведений) по ним зависит от «точки зрения», которая имеется у исследователя. Однако, как только мы **MI** *зафиксировали* эту точку зрения – разделение сведений по классам производится уже на *альтернативной* основе. Это значит, что каждая характеристика объекта (события) может быть отнесена нами только к одному классу – либо к классу «общих» характеристик, либо к классу «конкретных» характеристик о данном объекте. Поэтому в практической деятельности вот эта, «изначальная» установка исследователя должна быть обязательно объективизирована, - ибо именно ею и определяется результат. Последнее обстоятельство чрезвычайно важно при осуществлении *практической* деятельности, когда приходится моделировать деятельность конкретных людей. Сказанное здесь относится не только к рассмотренной выше дихотомии – оно относится также и к рассматриваемым ниже дихотомиям.

Теперь можем дать такое определение:

def Класс сведений (данных, характеристик, параметров и т.п.), которые характеризуют рассматриваемое событие при помощи описания класса «ему подобных» событий, называется *обобщающими* характеристиками, или *обобщающими компонентами информации*.

def Класс сведений (данных, характеристик, параметров и т.п.), которые характеризуют рассматриваемое событие при помощи описания отличительных черт, благодаря которым данное конкретное событие может быть дифференцировано от остальных «ему подобных» событий, называется *детализирующими* характеристиками, или *детализирующими компонентами информации*.

Внутри класса обобщающих компонент информации может быть произведено разделение еще на два *альтернативных* класса. а именно: рассмотрим строение каждой классификационной системы. Во-первых, она содержит описание своих «опорных элементов», которые являются своего рода «эталоны для сравнения» или «наиболее типичными представителями» данного класса. фактически, такими опорными элементами задается *структура* всего рассматриваемого класса описаний событий.

Во-вторых, рассматриваемый класс событий должен быть описан при помощи задания *границ* его применимости. Как правило, для этого задаются описания элементов (а также сведений, характеристик, и т.п.), которые являются *разграничивающими* для данного класса, которые *отделяют* его от других классов из этой же или иной классификации.

Таким образом, приходим к следующим определениям для выделения компонент *внутри* класса обобщающих компонент информации.

def Класс сведений (данных, характеристик, параметров и т.п.), которые являются описаниями «опорных элементов», своего рода «эталоны для сравнения» или «наиболее типичными представителями» данного класса событий, которыми задается *структура* всего рассматриваемого класса описаний событий, называются **структурными компонентами информации**. Часто такие компоненты информации отражают своего рода «топологические» характеристики – то есть они являются инвариантами при сравнительно существенных преобразованиях данного класса.

def Класс сведений (данных, характеристик, параметров и т.п.), с использованием которых рассматриваемый класс событий могут быть описаны *границы* его применимости, которые *разграничивают* данный класс, которые *отделяют* его от других классов из этой же или иной системы классификации, называются **граничными компонентами информации**. Часто такое разделение является своего рода «мембраной», которая «пропускает» внутрь класса только вполне определенные характеристики, параметры, данные.

Среди класса детализирующих компонент информации также может быть произведено разбиение еще на две *альтернативные* группы. К первой группе будут отнесены сведения, которые описывают *исключительно только* данное конкретное событие, безотносительно его связей с другими, аналогичными ему событиями. Ко второй группе будут отнесены лишь те сведения, которые описывают собственно связи *именно этого* события с другими, ему подобными событиями.

Таким образом, получаем еще два определения:

def Класс сведений (данных, характеристик, параметров и т.п.) о событии, который характеризует именно это событие и относится исключительно только к этому данному событию (безотносительно его связей с другими, аналогичными ему событиями), называется **объектными компонентами информации**.

def Класс сведений (данных, характеристик, параметров и т.п.) о событии, который характеризует описание собственно связи (отношения данного события к другим, взаимоотношения между данным событием и другими) *именно этого* события с другими, ему подобными событиями (безотносительно к описанию самого события, называется **связующими компонентами информации**.

Наконец, описание исследуемого события может быть разделено еще на два класса, которые охватывают и которые характерны для каждого из четырех перечисленных выше классов компонент информации. Внутри каждого из таких классов могут быть выделены сведения о *процессах* и *состояниях*.

Таким образом, необходимы еще два определения:

def Класс сведений (данных, характеристик, параметров и т.п.) о событии, который характеризует рассматриваемое событие как *инвариантное* во времени («застывшее», стационарное, неизменное, статическое), называется **статическими компонентами информации**.

def Класс сведений (данных, характеристик, параметров и т.п.) о событии, который характеризует рассматриваемое событие как *изменяющееся* во времени (динамическое, «текущее», нестационарное, неинвариантное во времени), называется **динамическими компонентами информации**.

В результате проведения такой процедуры приходим к тому, что, окончательно, сведения о произвольном событии могут быть разделены на восемь непересекающихся между собой классов. Другими словами, каждое из данных о событии может быть отнесено *только к одному* из выделенных выше классов информации.



Полезно сравнить данные здесь определения, представляющие собой по сути процедуру разбиения массива сведений (базы данных) на классы, с системой строгих определений, данных для произвольной иерархической системы в главе 3. Фактически, здесь описано то же самое, однако ориентированное на практическую деятельность – своего рода алгоритм для выделения таких компонент информации. Это и не удивительно: сама процедура классификации являет собой процедуру упорядочения сведений в иерархическую систему, и нет ничего удивительного в том, что она описывается 8-ю компонентами, характерными как раз для иерархических систем.

Схематически описанную выше технологию разбиения базы данных на классы-компоненты информации (процедуру выделения компонент информации из данного общего описания) можно представить такой таблицей:

Данные о событии	данные о классе подобных событий (обобщающие компоненты информации)	опорные элементы класса (структура, топология)	Статичность, неизменность,	Ст-С
			Динамичность, изменчивость	СТ-Д
		граница между данным классом и другими	Статичность, неизменность	Гр-С
			Динамичность, изменчивость	Гр-Д
	данные об именно этом событии (детализирующие компоненты информации)	само событие как единичное и уникальное	Статичность, неизменность	Об-С
			Динамичность, изменчивость	Об-Д
		связи этого события с другими конкретными, подобными ему	Статичность, неизменность	Св-С
			Динамичность, изменчивость	Св-Д



Подчеркнем еще раз: для данного конкретного случая разбиение базы данных – выделение 8-ми компонент информации – вообще говоря может быть произведено, в ряде случаев, *неоднозначно*. То есть одни и те же данные могут быть отнесены к *разным* компонентам информации. Способ разбиения данной базы данных на компоненты информации задается *целью* исследователя – то есть изначальной точкой зрения конкретного человека. Иногда это может быть даже связано с моделью мира, присущей данному индивиду. А иногда – такое разделение задается целью исследования. В практической деятельности это обстоятельство должно обязательно учитываться: часто анализ именно этой стороны деятельности человека позволяет чрезвычайно точно прогнозировать его дальнейшее поведение. Вначале такой анализ осуществляет с трудом, - однако в дальнейшем, по мере накопления практики, он становится привычным способом экспериментального изучения мира.

Определение термина "управление" через компоненты информации.

Теперь, когда введено пространство информации и выделен *базис* из 8-ми его компонент, можно перейти к строгому определению понятия «управление».



Преобразование (изменение) компонент информации будем называть *управлением*. Такое определение соответствует данному в главе 3. Это определение является *алгоритмическим*, так как в явном виде задает процедуру для определения *наличия* управления.

Как можно, пользуясь введенным определением, ответить на вопрос: а было ли в системе произведено *управление*? Для этого необходимо осуществить 3 последовательных этапа. Во-первых, выделяем 8 характеристик системы, разбивая базу данных на 8 классов, описывающих *наполненность* компонент информации (для нашей системы, конечно). Таким образом, получаем описание системы в какой-то определенный момент времени. Во-вторых, производим ту же самую процедуру *некоторое время спустя*. В-третьих, сравниваем описания нашей системы «до» и «после», - то есть в начальный и конечный момент времени. Если в рамках каждой из компонент информации характеристики системы не изменились – значит, у управление над системой не осуществлялось.

Если же такое изменение наблюдается – то зафиксирован сам *факт осуществления управленческого воздействия*. При этом мы получили возможность даже описать, а в чем, собственно, и проявилось это управленческое воздействие.

ММ Сравнивая с совокупностью определений, которые даны для понятия «система» в главе 2, можно заключить, что при помощи такого алгоритма можно определить управление, которое имеет целью *изменение системы*. последнее обстоятельство чрезвычайно важно как раз для социальных и экономических объектов, цель управление которыми как раз и состоит в их изменении!

Введение понятия "информационный автомат" и "двухкомпонентных абстрактный информационный автомат" (2АИА) как простейшего примера.

Рассмотрим объект, который способен осуществить управление в том смысле, которое описано выше. Для него можно дать такое определение:

def Объект, который воспринимает (усваивает) информационные компоненты о состояниях и или процессах в рассматриваемой ИСС, и который способен трансформировать (изменять) состояния и/или процессах в ней (на том же самом и/или других иерархических уровнях) называется *абстрактным информационным автоматом* (АИА).

Такое определение сформулировано для иерархических самоорганизованных систем, - однако, как мы видели, те же самые конструкции для компонент информации получаются и в рамках системного анализа, - то есть это определение оказывается пригодным для произвольной системы.

В приведенном определении явно выделена способность нашего объекта-АИА к изменению состояний и/или процессов в ИСС - то есть к управлению ними. Фактически, АИА рассматривается как отдельная ИСС (некий отдельный объект), который способен в ответ на влияние внешних условий соответствующим образом изменять социальные или экономические системы.

Таким образом, АИА мы можем рассматривать как имеющие такое строение

< блок восприятия / блок активности >

Сконструированные таким образом АИА своим первым блоком воспринимают (усваивают) определенные компоненты информации и трансформируют их в (вообще говоря - другие) компоненты информации, в рамках которых и происходит активность ("творчество", "управление") данного АИА.

Другими словами АИА, который построен согласно такому правилу, может быть рассмотрен как объект, реализующий набор методов (алгоритмов, режимов) управления на данном уровне иерархии в ИСС.

NB АИА являются преобразователями именно в информационном смысле: их активность должна пониматься в плане изменения характеристик ИСС. Но для реализации такой активности АИА не обязательно должен манипулировать некими объектами самостоятельно: например, для социальных систем "слово" (идея, лозунг, подпись, и т.п.) часто вполне достаточно для управления. Другими словами, вполне достаточно только способности АИА к *программированию активности* других АИА.

Построенные выше АИА могут формировать самоорганизованные системы в случае, если они имеют способность обмениваться информацией между собой. Такую способность к информационному обмену мы будем называть *социализацией* или "*вербализацией*" информации, а символы, которые необходимы для такой социализации, мы будем называть "*языком*". Символы любого такого языка являются нечеткими многозначными переменными, - необходимость этого следует, например, из того факта, что АИА, которые реализуют различные режимы управления (например, творят по различным компонентам информации), должны общаться между собой.

Следовательно, в те же самые языковые формы (например, высказывания) различные АИА могут вкладывать различный смысл - эти эффекты хорошо известны при коммуникации людей.



В качестве такого языка Человечеством используется весь пласт *культуры и науки*, так как некоторые проявления его деятельности (например, описывающие социальные процессы или индивидуальное состояние человека) очень трудно выразить словами (так, многое в функционировании человека определяется "неписаными законами" или "общепринятыми обычаями"). Кроме того, некоторые виды активности человека (например, жестикуляция, поведение, эмоция) часто сами служат в качестве неких "языковых символов".

Таким образом, полученную систему АИА можно рассматривать как совокупность *самопрограммируемых* объектов, когда один АИА может программировать деятельность другого, так как коммуникация между этими АИА может происходить как по первой (программной), так и по второй (творческой) компоненте информации (мы будем использовать также термины "*программная и творческая функция (компонента, блок)*").

Двухкомпонентные АИА: определение.

В качестве примера рассмотрим класс двухкомпонентных АИА (2АИА), определенных следующим образом:

- I. Каждый АИА воспринимает только *одну* компоненту информации и творит тоже только по *одной* информационной компоненте.
- II. Для каждого АИА одна компонента описывает *статичность*, а другая - *динамичность*.
- III. Для каждого АИА одна компонента является *обобщающей*, а другая - *детализирующей*.

Как следует из вышесказанного, этот класс АИА является простейшим из возможных. Будем обозначать такие АИА как 2АИА.

Корректное определение 2АИА именно как объекта, реализующего те или иные режимы (способы, алгоритмы, методы, пути - далее в этой книге для всего этого мы часто будем использовать одно название - "режимы") управления на данном уровне иерархии в иерархической природной или социальной системе, возможно лишь только так, как описано выше.

Действительно.

Первым условием определяется то, что 2АИА имеет лишь только две компоненты.

Ну а если определить 2АИА так, чтобы одни из них реализовывали управление (то есть и программировались, и творили) только по детализирующим компонентам, а другие только по обобщающим, - то придется вводить *специальный тип 2АИА*, который бы «анализировал» ситуацию на всем иерархическом уровне, а раздавал бы задания уже для «детализирующих 2АИА». Зачем это делать? Поэтому *третье условие* также следует из требования оптимальности управления ("бритва Оккама": не умножать сущностей без необходимости!), реализуемого системой 2АИА.

А если принять, например, что 2АИА и программируются процессом и творят также процесс, то также не получим оптимального управления. Например, рассмотрим 2АИА <Ст-П/Об-П> (обозначения для компонент информации приведены выше в таблице), который программируется процессами на всем иерархическом уровне и творит процессы же, изменяя отдельные объекты. В этом случае "результатом труда" такого 2АИА было бы непрерывное и безостановочное изменение в отдельном (отдельных) объектах, - так что получаем кольцо *положительной* обратной связи: 2АИА "видит" процесс - но никогда сам не сумеет его остановить! Аналогично если бы 2АИА строился только лишь "на состояниях", то он никогда не сумел бы "запустить" ни одного процесса. Конечно, можно рассмотреть и такие классы 2АИА - может быть, есть задачи, для решения которых они были бы необходимы. Но оптимального управления мы при этом явно не получим! Поэтому-то *второе условие* мы и представили именно в таком виде!

По сути, здесь также подойдет принцип "бритвы Оккама": все равно ведь придется вводить 2АИА вида <состояние|процесс> - также как и <процесс|состояние>, чтобы позволить организовать "общение" в среде таких 2АИА! Действительно, если мы введем в рассмотрение такие АИА, которые

и программируются, и творят только процессы, то все равно придется вводить в рассмотрение такие АИА, у которых есть и процесс, и состояние (все та же "бритва Оккама"!)). Например, это необходимо для того, чтобы "ставить задания" перед такими АИА.

Отметим также, что при любом другом определении 2АИА их количество будет больше: таким образом, образом, введенный нами класс 2АИА является в этом смысле "минимальным".



С точки зрения математического моделирования человека при универсально-понятийном (европейском) способе социального кодирования индивида (см. выше в этой главе), вследствие наличия в деятельности человека субъект-объектного разделения и стандартного для этого общества интерьера - участия человека в "вертикальных" цепочках передачи информации - данное выше определение для 2АИА является необходимым. Оно, например, сразу же задает наличие необходимости наличия условия III для того, чтобы данный "агент" - 2АИА - мог трансформировать информацию "от общего к частному" (то есть "сверху вниз") и наоборот. ("Совместить" эти 2 разнонаправленные" процессы в одном 2АИА просто невозможно: для этого требуется, как минимум, 4АИА!) А условие II тогда вследствие необходимости допустить участие задаваемых "агентов" в коррекции ситуации, когда требуется "изменить ситуацию".

Таким образом, 2АИА преобразует одну компоненту информации (посредством своей "воспринимающей функции") в другую (посредством своей "творческой функцией").

Другими словами, 2АИА устроены так, что одна из их компонент (будем для нее также использовать название "функция") соответствует рассматриваемому уровню иерархии в ИСС как целом, а вторая ее компонента соответствует конкретным КС, из которых этот уровень состоит. Схематически это показано на рисунке, где через *Обоб* и *Дет* обозначены иррациональная и рациональная компоненты информации, соответственно. Из рисунка видно, что класс 2АИА вследствие условия III формирует кольца обратной связи.



2АИА как оператор в пространстве компонент информации.

Мы можем ввести 2АИА и другим способом, опираясь на стандартные, принятые в математике, способы. Для этого, пользуясь введенным выше базисом в пространстве информации, запишем произвольную информацию об иерархической системе – точнее, об одном из ее уровней – в следующем виде:

$$I = \sum_{k=1}^8 I_k \cdot i_k$$

где i_k - базисные векторы для пространства компонент информации;
 I_k - характеристики, которые могут быть отнесены к этой компоненте информации (для рассматриваемого уровня).

Таким образом, управление может быть представлено в виде линейного оператора G , преобразующего информацию о данном уровне, которая имела место перед осуществлением акта управления I_{before} , в информацию об этом же уровне, которая имеет место после осуществления акта управления I_{after} . Это можно записать следующим образом:

$$I_{after} = G \cdot I_{before}$$

Легко видеть, рассматривая вектор информации как вектор-столбец, что для этого случая оператор G в матричной форме может быть записан следующим образом:

$$G_{kn} = P_{kn} \cdot \langle k | n \rangle$$

Здесь оператор $\langle k | n \rangle$ переводит один базисный вектор i_k в другой базисный вектор i_n , а оператор P_{kn} действует уже только на характеристики (описания) соответствующих компоненты информации, «переводя» их из одного вида в другой.

Рассмотрим простейший из возможных случаев, а именно, когда линейный оператор G преобразует одну компоненту информации в другую. Тогда для его матричных элементов получаем:

$$G_{kn} = \langle k | n \rangle \cdot P_{kn} \cdot \delta_{k,k_0} \cdot \delta_{n,n_0}$$

где $\delta_{x,y}$ - символ Кронекера, принимающий значение 1 при условии, что $x = y$ и значение 0 в противном случае.

Таким образом, этот оператор преобразует компоненту информации $I_{k_0} i_{k_0}$ в компоненту информации $I_{n_0} i_{n_0}$. Схематически это может быть записано в виде

$$G_{k_0 n_0} = \langle I_{k_0} | I_{n_0} \rangle.$$

В функциональном виде такой оператор, описывающий управление на определенном уровне в иерархической системе может быть записан как

$$\langle \text{вход} | \text{выход} \rangle$$

То есть, в виде, характерном для описания кибернетического «черного ящика», на входе и на выходе которого присутствует по одной компоненте информации.

В качестве этого «черного ящика» выступает некий объект, способный осуществлять управление в иерархической системе, далее именуемый *двухкомпонентным абстрактным информационным автоматом (2АИА)*. Этот объект, согласно нашему определению, способен воспринимать одну компоненту информации о данном иерархическом уровне ИСС, а результаты его деятельности на этой иерархическом уровне могут быть описаны также в рамках всего одной компоненты информации.

Мы можем определить, в общем случае, набор из 64 возможных операторов – схем управления из 64 разных типов 2АИА. Сюда включается также и управление по схеме «регулятор с обратной связью», который задается условием «вход» = «выход» для компонент информации. Здесь следует учитывать, что в последнем условии знак равенства применяется в нетрадиционной трактовке, поскольку состояния на входе и на выходе, строго говоря, относятся к различным моментам времени, а обратная связь возникает, как результат реакции среды на управляющее воздействие.



В качестве естественного обобщения можно для описания управления ввести операторы, которые имеют на входе и выходе по несколько компонент информации (в общем случае, эти количества не равны). Будут ли таким операторам соответствовать *реальные* объекты – это уже вопрос экспериментальной техники.

Каким условиям должны удовлетворять компоненты информации «на входе» в наш оператор G_{kono} , чтобы он мог быть использован для моделирования управления в реальных ситуациях? Каков должен быть минимальный набор из таких операторов, чтобы с помощью этого набора удалось описать реальные схемы управления?

Как мы видели выше, для этого нужно определить введенный нами оператор G как 2АИА.

16 типов 2АИА - минимальный набор, который способен осуществить оптимальное управление.

Итак, нами дано определение 2АИА. Описание объектов, которые могут осуществлять управление в пространстве компонент информации, определено.

Зададимся вопросом: сколько же всего может быть *разных типов* 2АИА? Подсчитать это количество довольно просто. Во-первых, в качестве «входящей» компоненты может быть выбрана любая компонента информации. Значит – имеется 8 разных возможностей. А вот в качестве второй – здесь уже нужно отбросить ряд вариантов выбора для компонент информации. Во-первых, нужно отбросить все те, которые описывают ту же самую *временную* динамику – то есть 4 компоненты информации (например, если входная компонента является статической, то выходная компонента информации не может быть статической). Далее – должны быть отброшены компоненты информации того же иерархического уровня, что и для входной информации (например, если входная информация обобщающая – то выходная обобщающей быть не может). Более ограничений в определении 2АИА не имеется. Итого – остаются 2 компоненты информации, которые мы можем взять в качестве выходящей – для *заданной* входной компоненты. Например, если входная компонента обобщающая и динамическая, то в качестве выходной можно взять любую компоненту из двух: статической и детализирующей (то есть либо Об-С или Св-С).

Итого: 8 возможных вариантов входа помножить на 2 возможных вариантов выхода = 16 разных типов 2АИА.

Все 16 возможных типов 2АИА могут быть перечислены следующим образом:

<Ст-С|Св-Д>, <Ст-С|Об-Д>,
 <Ст-Д|Св-С>, <Ст-Д|Об-С>,
 <Гр-С|Св-Д>, <Гр-С|Об-Д>,
 <Гр-Д|Св-С>, <Гр-Д|Об-С>,
 <Об-С|Ст-Д>, <Об-С|Гр-Д>,
 <Об-Д|Ст-С>, <Об-Д|Гр-С>,
 <Св-С|Ст-Д>, <Св-С|Гр-Д>,
 <Св-Д|Ст-С>, <Св-Д|Гр-С>.

При записи типов 2АИА использованы наименования компонентов информации, приведенные в таблице выше по тексту. Первая компонента информации соответствует входу в 2АИА, то есть описанию той компоненты информации, которую данный 2АИА воспринимает, а вторая компонента – описанию той компоненты информации, в рамках которой может быть выражена его деятельность.

Напомним, что эти компоненты информации берутся в *разные моменты* времени.

Человек как 2АИА.

Итак, выше описан тот "идеальный (абстрактный) объект", который способен осуществлять оптимальное управление в природных системах. Точнее - в *упорядоченной* части Природы, имеющей иерархическое строение. Однако все сделанное выше имеет смысл только тогда, когда мы действительно найдем в реальном мире (или же – построим искусственным образом) такие объекты, которые действительно могут реализовать именно такие, описанные выше, способы управления.

Конечно же, первым кандидатом на приложение типологии 2АИА будет Человек. Для этого необходимо построить процедуру "распознавания" в деятельности реального человека "черт и свойств, характерных для 2АИА".

В самом начале – определимся с тем, что именно мы будем искать в многогранных проявлениях активности человека. Наша задача может быть сформулирована так:

- определить, реализует ли человек такой класс способов управления, который можно было бы отнести к какому-то определенному типу 2АИА.

Мы не будем приводить полное и подробное описание методик для определения "типа управления (менеджмента) для человека", "типа 2АИА для человека", или, сокращенно, "типа

личности". Эти методики подробно изложены, например, в главе 12 книги Шиян А.А. «Руководства по Социальным Технологиям» – см. Интернет-ресурс <http://soctech.narod.ru>.

Перечислим допущения, которые приходится применять при "поиске 2АИА в человеке". Они следующие:

1. Человек осуществляет управление,
2. Человек в качестве объекта строения иерархического уровня - то есть в качестве КС - рассматривает вообще *любой* объект (оптимально ли при этом управление - это уже другой вопрос),
3. Человек *всегда* реализует лишь один тип управления,
4. На всех уровнях управления - то есть при управлении *любыми* системами - человек реализует тот же самый тип управления.

Следует сказать, что эти допущения могут быть достаточно строго обоснованы теоретически. Однако главное в том, что они могут быть также *проверены экспериментально* (см. главу 12 книги Шиян А.А. «Руководства по Социальным Технологиям» – Интернет-ресурс <http://soctech.narod.ru>). Например, - в процессе определения типа человека (то есть в ходе "типирования" реального индивида).



Мы не описываем методологию и практические технологии экспериментальной работы в социальных и экономических системах с использованием типологии 2АИА для человека – это является темой отдельных курсов. В рамках настоящего курса наша цель – познакомить читателя с эффективными способами *моделирования* человека, то есть – научить его *использовать* знания о типе 2АИА для реального человека (типов 2АИА для группы людей) при моделировании социальных и экономических систем.



В качестве примера применения теории 2АИА рассмотрим осуществление конкретной практической деятельности – а именно: способов осуществления *информационно-аналитической работы* конкретным человеком. В конечном счете, и деятельность специалиста в области экономической кибернетики является не более чем *составной частью* такой деятельности.

В современных аналитических структурах функции аналитика определены двойственно: с одной стороны, он должен осуществить процесс эффективного сжатия информации, а с другой стороны – он же должен осуществить и апробацию созданной им в результате аналитической работы «картины мира», либо предложить систему способов для ее проверки в будущем.

То есть, в рамках выполнения первой функции, он должен «отбросить» лишнюю информацию, выделить только те главные закономерности, которые проявляются на тех уровнях иерархии, которые интересуют заказчика. Другими словами, аналитик должен повысить уровень абстракции описаний («подняться вверх»), выйти на более высокий (и именно поэтому – «сжатый») логический уровень в иерархии описаний рассматриваемого им фрагмента мира.

При реализации же второго направления своей деятельности - аналитик должен быть в состоянии критически оценить результаты своей работы, выполненной на первом этапе. Это требование означает, что на определенном этапе своей работы аналитик должен суметь осуществить детализацию, перейти от высших уровней абстракции к более конкретным описаниям теории - "спуститься" по иерархии способов описания рассматриваемого фрагмента мира. Другими словами, требуется, чтобы он смог «опускаться» от теоретических описаний (в результате аналитической деятельности аналитик всегда синтезирует теорию - сжатое описание реальности) на уровень конкретных решений и применений.

Подчеркнем, что необходимость восстановления первичной информации (тех данных, которые использовались для синтеза теории в процессе информационно-аналитической работы) требует периодического возврата на более низкий уровень абстракции на всем протяжении осуществления информационно-аналитической деятельности - в том числе и на этапе, предшествующем синтезу завершенной теории («сжатия» материала).

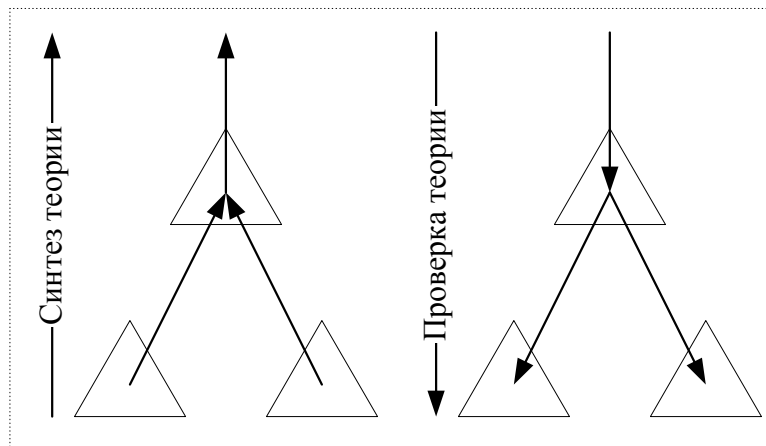


Рисунок. Символическое представление смены уровня абстракции.

Схематическое представление приведенных рассуждений приведено на рисунке, где схематически отражено, что аналитик должен уметь «работать» как в направлении «движения вверх» по лестнице иерархических уровней смыслового содержания материала, так и в направлении «движения вниз», к конкретизации смысла. В определенном смысле, это описывает два *противоположных* направления работы.

В рамках развитого выше способа описания иерархических систем это можно описать как переход от конкретных компонент информации к абстрактным компонентам («движение вверх», обобщение, сжатие информации), и наоборот – переход от абстрактных компонент информации к конкретным («движение вниз», детализация, конкретизация информации).

Если суммировать и выразить на языке теории 2АИА, то получим следующий вывод:

М Одни аналитики «настроены» на формирование модельной картины мира в терминах *обобщающих* компонент информации, тогда как другие аналитики формируют модельную **М** картину мира в терминах *детализирующих* компонент информации.

Наконец, есть еще одна сторона работы аналитика.

Отслеживая процессы (то есть временную развертку событий), он восстанавливает информацию о состояниях рассматриваемого объекта, ибо синтезировать прогноз возможно лишь на основе знаний о состоянии объекта, в отношении которого осуществляется прогностическая деятельность. То есть, для того, чтобы определить параметры будущего процесса, необходимо исходить из характеристики состояния рассматриваемого объекта или явления. Использование научного подхода требует от аналитика, осуществляющего прогнозирование, знания начального состояния объекта и законов их изменения. Следовательно, для синтеза прогноза аналитику требуется составить гипотезу о временной развертке событий (выдвинуть теорию), исходя из данных о состоянии интересующего объекта.

М Таким образом, одни аналитики «настроены» на использование *статических* компонент информации в формируемой ими модельной картине мира, тогда как другие – на **М** использование *динамических* компонент информации.

Подчеркнем, что процесс анализа является неотъемлемой составляющей управленческой деятельности, что должно быть учтено при детализации определения «черного ящика», моделирующего управленческую деятельность человека.

 Зададимся вопросом: если теория 2АИА может быть применима к человеку, то ее результаты должны найти свое отражение в некоторых характерных для его деятельности специфических элементах. А поскольку теория 2АИА описывает процесс обработки человеком новой информации, процесс его аналитической деятельности, процесс принятия им решения – то и искать такие *экспериментальные апробации* нужно в этой области.

Рассмотрим широко известные из инженерно-психологических исследований экспериментальные данные по *скорости забывания нового материала*, проверенные на большом количестве учащихся, включая и студентов. (Одновременно читатель может познакомиться с такими

технологиями, которые он может использовать в своей деятельности – особенно это важно для студентов!).

В курсах психологии, а, особенно, инженерной психологии, обязательно упоминается о так называемом «эффекте Эббингауза» (Эббингауз (1850-1909) – немецкий психолог). Об этом можно прочитать, например, в учебнике «Общая психология» /Под ред. А.В. Петровского. – М.:Просвещение, 1986. – 464с. – на с. 319. В описании этого эффекта мы следуем этому учебнику.

Суть этого эффекта заключается в том, что

- Забывание особенно интенсивно протекает *непосредственно сразу* после заучивания, а затем замедляется.

Эббингауз констатировал эту закономерность при изучении процесса забывания заученных отдельных бессмысленных слов. Многочисленные исследования, проведенные после него, показали, что темп забывания зависит и от содержания материала, и от его осознанности. Чем более осознан материал, тем медленнее он забывается. Однако и относительно осознанный материал забывается сначала быстрее, а затем – медленнее. В общем, количество «сохраненного» материала убывает примерно по спадающей логарифмической кривой с течением времени, причем за первые 9 часов остается в памяти всего около 35% от нового материала, а спустя сутки – всего 25-20%. Чрезвычайно важно, что *далее* забывание практически прекращается! При этом забывание протекает быстрее во время интеллектуальной работы – то есть как раз во время других занятий. См. книгу Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.:Машиностроение, 1982. – 368с. – на с.88.

- Таким образом, экспериментальные сведения гласят, что в памяти человека *способно закрепиться* не более чем 25% сведений о произвольно взятом событии.

Однако мы знаем, что компонент информации есть 8, а 2АИА способен *активно оперировать* только 2-мя из них. Другими словами, моделируя человека при помощи 2АИА мы делаем *теоретический вывод*: индивид способен «запоминать» не более чем 25% сведений о событии, с которыми его знакомят. Конечно, мы неявно использовали предположение, что информация распределена *равномерно* по всем возможным восьми компонентам. Однако если мы будем проводить *массовые* исследования, описывая самые разные события самым разным людям – в силу закона больших чисел такое положение будет выполнено.

Но именно так и проводились исследования эффекта Эббингауза!

Таким образом, мы получили *первое в науке теоретическое* доказательство *экспериментально обнаруженного* факта, который касается человека! ранее на вопрос: «А почему это так?» – ответ мог быть дан только в виде «так получилось». И только теория 2АИА позволила дать первый в науке ответ на этот вопрос.

Одновременно – это обстоятельство явилось и экспериментальным подтверждением того, что теория 2АИА *правильно и адекватно* отражает основные закономерности управленческой деятельности человека!



Из приведенных экспериментальных данных можно сделать несколько важных рекомендаций для организации процесса обучения.

Во-первых: повторять новый материал следует *сразу же* после того, как с ним познакомился. Вот для этого-то и нужны самостоятельные занятия.

Во-вторых: учить по учебникам нужно в гораздо большем объеме, чем читается преподавателем на занятиях. Именно по той причине, что, хотя «эффективными» для запоминания *конкретным читателем* окажутся всего 25% представленных в книге сведений, в учебниках содержится большое количество *разносторонних* описаний событий! Ведь учебники – ориентированы на широкий круг студентов, - то есть на *разные типы 2АИА*. По этой же причине в учебнике содержится гораздо большее количество материала, чем дается, например, на лекциях: ведь преподаватель – тоже имеет свой собственный тип 2АИА, и выделяет из всей возможной совокупности сведений – «свои» 25%. А они «подходят» далеко не всем студентам!

Как же организовать повторение так, чтобы не было скучно учить одно и то же «по много раз»? Для этого можно воспользоваться – задачами и примерами! Но не любыми, - а такими, которые для

своего решения требуют вовлечения большого количества из только что освоенного материала. Более подробно об этом – в книге Шиян А.А. «Руководства по Социальным Технологиям» – см. Интернет-ресурс <http://soctech.narod.ru>.

Вопросы и задачи.

1. Опишите, как именно Вы понимаете тезис о том, что человек является *субъектом* управления. Приведите примеры из области а) социальных и б) экономических систем.
2. Опишите, как именно Вы понимаете тезис о том, что человек является *объектом* управления. Приведите примеры из области а) социальных и б) экономических систем.
3. Опишите способы, механизмы и технологии, которые используются для того, чтобы «удержать индивида в повиновении». Как Вы считаете, какие из этих способов являются приемлемыми в современном бизнесе? А в современных социальных условиях? Какие из перечисленных способов являются приемлемыми для Вас лично?
4. Выделите несколько видов деятельности человека в социальных и экономических системах и опишите *типичные интерьеры* для этой деятельности. Являются ли они иерархическими? Ответ обоснуйте.
5. Дайте определение социокода – типа социального кодирования индивида. Что Вы сами понимаете под «социальным кодированием»? Зачем нужно социальное кодирование, какую функцию оно выполняет? Приведите примеры социального кодирования, характерных для а) Вашей страны, б) индустриальных (развитых) стран, в) стран индустриально неразвитых (арабские, африканские, азиатские, латиноамериканские).
6. Опишите специфику функционирования механизма *трансляции* знаний в Вашей стране. Какие социальные институты задействованы в механизме трансляции? Как они функционировали ранее, и как изменилось их функционирование сегодня? Охарактеризуйте уровень доступности каналов трансляции знаний для индивида и тенденции, которые здесь имеют место.
7. Опишите специфику функционирования механизма *трансмутации* знаний в Вашей стране. Какие социальные институты задействованы в механизме трансмутации? Как они функционировали ранее, и как изменилось их функционирование сегодня?
8. Опишите специфические свойства *универсально-понятийного* типа социального кодирования индивида. Имеет ли место этот тип социального кодирования в Вашей стране? Приведите аргументацию и примеры.
9. Опишите способ разбиения описания событий на 8 компонент информации. Охарактеризуйте каждую из них. Приведите конкретные примеры.
10. Дайте определение АИА и 2АИА. Сформулируйте те свойства, которые позволяют отнести реальный а) социальный и б) экономический объект к АИА и к 2АИА.
11. Перечислите все 16 типов 2АИА. Опишите несколько (по Вашему выбору) типов 2АИА через характеристики компонент информации на их «входе» и на их «выходе» для а) социальных и б) экономических интерьеров.
12. Перечислите условия, при которых реальный человек будет осуществлять деятельность, которую можно рассматривать в рамках теории 2АИА. Всегда ли, по Вашему мнению, деятельность человека может быть описана в рамках теории 2АИА? Ответ аргументируйте.
13. Опишите деятельность аналитика с точки зрения теории 2АИА. Разбейте множество из 16 типов 2АИА на классы, внутри которых имеется *сходство* в осуществлении информационно-аналитической работы этими типами. Опишите, в чем именно состоит это сходство.
14. Попробуйте определить присущий для Вас лично стиль информационно-аналитической работы. Приведите аргументы.
15. Попробуйте определить, к какому типу 2АИА Вы относитесь. Приведите аргументы.
16. Попробуйте определить стили информационно-аналитической работы для Ваших знакомых, друзей или родных. Попробуйте определить, к какому типу 2АИА можно отнести проявления их деятельности. Оцените, для кого легче проводить типирование: для себя самого, для родных, для друзей, для знакомых? Как Вы считаете, возможно ли определение типа 2АИА для человека с использованием только рассказов о нем? Ответ аргументируйте.
17. Попробуйте сформулировать требования к учебнику (например, по какому-то вполне определенному предмету), в котором были бы отражены только те сведения, которые Вы в состоянии запомнить. Попробуйте описать технологии учебного процесса, «настроенного» на специфическое для Вас особенности восприятия и обработки новой информации.

Глава 10. Практическое моделирование социальных и экономических систем.

Совместное управление в системе, состоящей из 2АИА. - Введение понятия "пирамида управления" и ее математическое описание. - Реальные СЭС как примеры пирамид управления. - Социальные технологии - технологии построения оптимальных и эффективных систем управления из людей. - Использование Социальных Технологий в аналитической и управленческой деятельности в экономике и обществе. – Вопросы и задания.

Совместное управление в системе, состоящей из 2АИА.

Рассмотрим совокупность объектов, которые осуществляют функции 2АИА. В этом разделе рассмотрим ситуации, когда нескольким разным типам 2АИА приходится управлять *совместно*. Далее мы будем говорить как о *совместном управлении*, так и об *адекватной передаче информации*, рассматривая эти два термина как синонимы.

В этом случае 16 типов 2АИА структурируются *Теоремой 1*.

Теорема 1. Совокупность всех типов 2АИА самоорганизуется в 4 кольца самопрограммирования (кольца адекватной передачи информации, кольца выработки нового режима управления).

Доказательство. Произвольный тип 2АИА может адекватно воспринять информацию только от того типа 2АИА, у которого вторая (творческая) функция эквивалентна его первой (программной) функции. Таким образом, условие адекватной передачи информации от одного типа 2АИА к другому типу задает отношение упорядочения на множестве типов 2АИА. Поэтому совокупность всех типов 2АИА распадается (структурируется) на 4 непересекающиеся группы: внутри каждой из которых информация движется от одного 2АИА до другого. *Конец доказательства.*

Введенные таким образом 4 кольца самопрограммирования могут быть записаны так:

$$\begin{aligned} <Ст-С / Об-Д> \Rightarrow <Об-Д / Гр-С> \Rightarrow <Гр-С / Св-Д> \Rightarrow <Св-Д / Ст-С> \Rightarrow <Ст-С / Об-Д> \Rightarrow \dots \\ <Гр-Д / Св-С> \Rightarrow <Св-С / Ст-Д> \Rightarrow <Ст-Д / Об-С> \Rightarrow <Об-С / Гр-Д> \Rightarrow <Гр-Д / Св-С> \Rightarrow \dots \\ <Св-С / Гр-Д> \Rightarrow <Гр-Д / Об-С> \Rightarrow <Об-С / Ст-Д> \Rightarrow <Ст-Д / Св-С> \Rightarrow <Св-С / Гр-Д> \Rightarrow \dots \\ <Об-Д / Ст-С> \Rightarrow <Ст-С / Св-Д> \Rightarrow <Св-Д / Гр-С> \Rightarrow <Гр-С / Об-Д> \Rightarrow <Об-Д / Ст-С> \Rightarrow \dots \end{aligned}$$



Ситуация, когда два типа 2АИА, которые имеют вид $<F_1|F_2>$ и $<F_2|F_1>$ соответственно (F_i - информационные компоненты), реализуют *совместное* управление тем же самым объектом (объектами), является конфликтной: так как при этом один 2АИА разрушает ту же самую информационную компоненту, которую только что сотворил другой 2АИА.



Конкретный тип 2АИА может воспринимать не только информацию от "предыдущего" типа 2АИА в соответствующем кольце самопрограммирования, но, в общем случае, также и другую (получаемую от других типов 2АИА) информацию в рамках своей программной функции. А также - интерпретировать деятельность других типов 2АИА в рамках своей творческой функции.

Теорема 2. Совокупность всех типов 2АИА самоорганизуется в 2 спаренных кольца самопрограммирования (кольца адекватной передачи информации, кольца выработки оптимального управления), которые определяются однозначно и в которых и воспринимаются, и творятся все 8 компонент информации.

Доказательство. Рассмотрим кольца индивидуальной передачи информации. Два кольца адекватной передачи информации могут быть объединены в единое кольцо, в котором все "звенья" функционируют совместно, только в том случае, когда два 2АИА, которые находятся в одном и том же звене, реализуют совместно бесконфликтное управление.

Рассмотрим произвольный 2АИА, - например, такой тип 2АИА

$\langle \text{Ст-С} / \text{Об-Д} \rangle$

Этот 2АИА "работает" с двумя компонентами информации. На компоненту *Ст-С* он опирается как на заданность (то есть - программируется ею), а творит он по компоненте информации *Об-Д* (то есть - он изменяет процессы в единичных объектах для рассматриваемого уровня иерархии). Однако активность нашего 2АИА будет возможна лишь только в случае, когда состояние взаимодействия между КС – единичными объектами для данного уровня – являются фиксированными: в противном случае отсутствует "инструмент" как для фиксирования, так и для изменения состояния для рассматриваемого иерархического уровня. Такое состояние взаимодействия между КС как фиксирует тот 2АИА, который имеет *Св-С* как вторую (творческую) функцию. Как видно из приведенных выше колец индивидуального самопрограммирования, требуемый 2АИА находится только во втором кольце. И более того: для объединенных таким способом двух колец - первого и второго - рассмотренная выше "дополнительность" имеет место для всех звеньев в этом спаренном кольце самопрограммирования.

Если рассмотреть программные функции 2АИА, то приходим к тем же самым результатам. Действительно, состояние внутреннего строения для иерархического уровня как целого может быть совместимо только с процессами на мембране: так как если топологическое строение уровня фиксировано, то только процессы на мембране могут иметь место как отклик на внешнее воздействие.

Два последние кольца индивидуального самопрограммирования могут быть объединены аналогично. *Конец доказательства.*

Таким образом, совокупность всех типов 2АИА разбивается на 2 "спаренных" кольца 2АИА, которые связаны между собой отношениями самопрограммирования (будем использовать термин "диадная пара" для двух 2АИА из одного и того же звена из *Теоремы 2*).



Из *Теоремы 2* вытекает следующее следствие.

Два типа 2АИА будут оптимально (бесконфликтно) управлять (то есть - реализовывать адекватное преобразование информации) при выполнении таких условий:

- а) программные функции этих типов 2АИА есть одновременно либо детализирующие, либо любушающие;
- б) программная функция одного типа 2АИА описывается динамической компонентой информации, а другого – описывается статической компонентой информации;
- с) программные функции для обоих типов 2АИА описываются различными компонентами информации.

Для творческих функций вследствие условия II из определения 2АИА будут справедливы те же самые условия.

Интересно, что диадная пара типов 2АИА реализует управление только или по обобщенным, или по детализирующим компонентам информации. Такое управление *в паре* является оптимальным, что следует из *Теоремы 2*.



Интересно, что к совершенно тем же кольцам *диадного* самопрограммирования можно прийти и другим путем - в результате поиска ответа на такой вопрос: «Существуют ли среди типов 2АИА *два* таких, которые при совместной деятельности в составе пары смогут реализовать оптимальное управление?».

Пусть имеется некий тип 2АИА, имеющий строение $\langle K_1 | K_2 \rangle$, где K_1 и K_2 - некоторые (разные!) компоненты информации. Введем понятие "компоненты информации, *сопряженной* данной": так будем называть такую компоненту информации, которая соответствует тому же самому *уровню* описания, что и рассматриваемая (например, если рассматривается обобщающая компонента, то и сопряженная ей также будет обобщающей), но отличается от рассматриваемой по признаку «Статическая-Динамическая», а также отличается *еще* по одному признаку: «Объект-Связи» для

детализирующих компонент информации или «Структура-Граница» для обобщающих. Например, сопряженными являются такие компоненты информации: *Ст-Д* и *Гр-С*, или *Св-Д* и *Об-С*.

- Теперь рассмотрим следующую проблему: каким образом необходимо реализовать управление по компоненте информации *K*, чтобы такое управление способствовало реализации управления по компоненте информации *K₂*, то есть чтобы совместное управление, осуществляемое обоими типами *вместе*, было оптимальным по компоненте информации *K₂*.

Исследуем *все* возможные случаи (то есть просто переберем все возможные варианты).

- Если компонента *K₂* *детализирующая*, то искомая компонента информации *K* также *должна быть детализирующей*: управление по обобщенной компоненте - создание либо процессов, либо состояний над структурой всего уровня или его границей - может, в общем случае, задействовать все детализирующие компоненты информации (то есть - также и *K₂*). Совершенно аналогично, если компонента информации *K₂* обобщающая, то обобщающей должна быть и компонента *K*.
- Если *детализирующая* компонента информации *K₂* описывает *динамику*, то детализирующая же компонента информации *K* должна описывать *статику* (и наоборот). Действительно, *если предположить противное*, то обязательно придем к противоречию: так как тогда могут иметь место два случая. Случай а) - если эти компоненты совпадают, то оба типа 2АИА будут братья за одинаковое (!) управление одним и тем же объектом, - а такое управление конфликтно. И случай б) - если оба компонента информации различны - то два процесса на детализирующем уровне конфликтны, так как они изменяют как свойства конкретного объекта, так и (одновременно!) взаимоотношения его с другими (но тем самым теряется канал для управления детализирующими компонентами: для управления процессом (состоянием) отдельного объекта необходимо фиксировать состояние (процесс) ее взаимодействия с другими объектами, и наоборот).
- Если *обобщающая* компонента информации *K₂* описывает *динамику*, то обобщающая же компонента информации *K* должна описывать *статику* (и наоборот). Действительно, перестраивать границу (создавая процесс на границе) можно только при неизменном строении (состоянии) иерархического уровня - и наоборот, а поддерживать неизменным состояние границы уровня можно только при изменении структуры (процессе) иерархического уровня - и наоборот.
- Если *детализирующая* компонента информации *K₂* описывает *объект*, то компонента *K* должна описывать *взаимодействие* между объектами, то есть *связи* (иначе это будет просто фиксация одновременно и состояния, и процесса в одной и той же КС!), - и наоборот: если компонента информации *K₂* описывает *связи* между объектами, то компонента *K* должна описывать сами объекты.
- Если *обобщающая* компонента информации *K₂* описывает *структуру*, то компонента *K* должна описывать *границу* (иначе это будет просто фиксация и состояния, и процесса для топологического строения данного иерархического уровня), - и наоборот: если обобщающая компонента информации *K₂* описывает *границу*, то компонента *K* должна описывать *строение*.

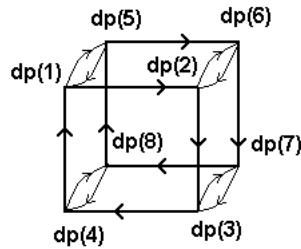
Совершенно аналогично может быть проведено рассмотрение и для *программной* функции рассматриваемого типа 2АИА.

Как видно, в рамках теории 2АИА имеется *несколько* разных путей для доказательства одного и того же соотношения.

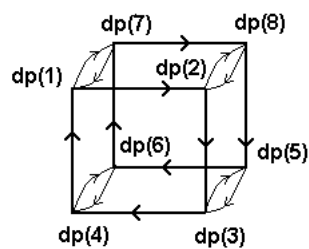
Новая информация может поступать в популяцию 2АИА через произвольный 2АИА, то есть от произвольного 2АИА. (Здесь каждый 2АИА рассматривается уже как некий объект, который маркируется не только типом: такая ситуация часто применяется при моделировании социальных систем при помощи так называемых "агентов", которые имеют заданные свойства.) Максимально полная реализация управления (то есть - изменение всей информации на рассматриваемом уровне ИСС) имеет место только в случае, когда каждый отдельный тип 2АИА будет принимать участие в преобразовании информации (в выработке совместного режима управления). Можно сказать, что только при этих условиях может быть достигнута полная *социализация* новой информации, и вследствие этого будут разработаны "нормативные" (общепринятые) новые алгоритмы управления (информации, которая необходима для управления), при помощи которых действуют 2АИА.

Легко видеть, что такая организация обработки новой информации и социализации ее на иерархический уровень ИСС (то есть - управление этим уровнем ИСС) может быть осуществлено путем самоорганизации всех 16 типов 2АИА в 2 структуры (кольца) самопрограммирования, которые

в общем случае должны работать совместно. В одной такой структуре преобразуются *обобщенные* компоненты информации, а в другой такой структуре трансформируются *детализирующие* компоненты информации: на рисунке а) есть *обобщающее*-, и б) есть *детализирующее* кольца самопрограммирования, соответственно; в вершинах представлены диадные пары.



а).



б).

Обозначения для диадных пар представлены ниже – нумерация может быть осуществлена в произвольном порядке.

Диадная пара	Типы 2АИА
dp(1)	$\langle \text{Ст-Д} \mid \text{Св-С} \rangle$ и $\langle \text{Гр-С} \mid \text{Св-П} \rangle$
dp(2)	$\langle \text{Св-Д} \mid \text{Ст-С} \rangle$ и $\langle \text{Об-С} \mid \text{Гр-Д} \rangle$
dp(3)	$\langle \text{Гр-Д} \mid \text{Св-С} \rangle$ и $\langle \text{Ст-С} \mid \text{Об-Д} \rangle$
dp(4)	$\langle \text{Об-Д} \mid \text{Гр-С} \rangle$ и $\langle \text{Св-С} \mid \text{Ст-Д} \rangle$
dp(5)	$\langle \text{Гр-Д} \mid \text{Об-С} \rangle$ и $\langle \text{Ст-С} \mid \text{Св-Д} \rangle$
dp(6)	$\langle \text{Св-Д} \mid \text{Гр-С} \rangle$ и $\langle \text{Об-С} \mid \text{Ст-Д} \rangle$
dp(7)	$\langle \text{Ст-Д} \mid \text{Св-С} \rangle$ и $\langle \text{Гр-С} \mid \text{Об-Д} \rangle$
dp(8)	$\langle \text{Об-Д} \mid \text{Ст-С} \rangle$ и $\langle \text{Св-С} \mid \text{Гр-Д} \rangle$

В *обобщающем* кольце самопрограммирования происходит социализация обобщающей компоненты информации (например, обогащение языка новыми структурами). В творческом плане в обобщающей структуре самопрограммирования происходит формирование информации об иерархическом уровне как целом, так как для каждого "звена" в такой структуре рациональные компоненты фиксированы. В *детализирующем* кольце самопрограммирования происходит социализация детализирующих компонент информации, соответственно.

Отметим, что только при таком способе построения колец самопрограммирования все 4 типа 2АИА, которые находятся в той же самой "вершине", имеют одновременно или обобщающие, или же детализирующие программные функции. При любых других способах конструирования таких структур будут иметь место случаи, когда в одной и той же вершине как детализирующие, так и обобщающие компоненты информации будут использоваться разными типами 2АИА в качестве программных. Однако такое управление будет конфликтным, так как в этих условиях два типа 2АИА, находящиеся в той же вершине, одновременно должны работать в *противоположных* направлениях: один, базирясь на фиксированных свойствах иерархического уровня как целого, создает КС (состояния или процессы) или отношения между КС, тогда как второй - совершенно наоборот. Другими словами, работая в той же вершине, один 2АИА создает состояния (процессы), тогда как другой *эти же* состояния (процессы) немедленно *разрушает*. Очевидно, что управление, реализуемое таким структурами, является конфликтным.

Таким образом, имеет место следующая теорема.

Теорема 3. Вследствие необходимости социализации новой информации, которая нужна для управления иерархическим уровнем ИСС, во всю совокупность типов 2АИА, все 16 типов 2АИА самоорганизуются в два описанных выше кольца самопрограммирования, в которых происходит социализация всех компонент информации – как обобщающих, так и детализирующих.

Так как два описанных выше кольца самопрограммирования работают одновременно, и так как передача информации в этих структурах однонаправленна, систему из всех 16 различных типов 2АИА в этих двух структур можно рассматривать как объект с нетривиальным топологическим строением.

Рассматривая рисунок как развертку двумерного многообразия, а направление передачи информации (самопрограммирования) как способ задания ориентации многообразия, с использованием стандартных топологических методов получаем следующую теорему (см., например, учебники Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия. Методы теории гомологий.-Москва, Наука:1984. и Рохлин В.А., Фукс Д.Б. Начальный курс топологии. Геометрические главы. Москва, Наука: 1978.):

Теорема 4. Направление самопрограммирования при социализации новой информации, которая необходима для управления иерархическим уровнем ИСС, приводит к самоорганизации всех 16 различных типов 2АИА в единую структуру (объект) нового иерархического уровня управления, - в структуру, топологическое строение которой диффеоморфно двумерной сфере с 7 вклеенными пленками Мебиуса.

Отметим, что из *Теоремы 4* может быть разработан новый математический формализм для описания процессов переработки информации.



Объект, который описывается *Теоремой 4*, мы будем называть **соционом** (подчеркивая тот факт, что управление данным иерархическим уровнем ИСС может быть осуществлено только совместной, кооперативной, *социальной* активностью всех 16 типов 2АИА).



Эйлерово число для социона есть $\chi = -5$. Топологическое строение социона гомотопически эквивалентно букету из 6 окружностей. Таким образом, социон оказался структурой, имеющей совершенно *нетривиальное* топологическое строение. Это означает, что формирование совместного управления в социальных и экономических системах требует совершенно новых, основанных на математических закономерностях, подходов.



Строение социона задает определенные *отношения* между типами 2АИА. Нетрудно видеть, что таких отношений может быть ровно 16 разных типов. Часть из отношений между типами - *интертипных отношений* являются *асимметричными*: это означает, что информация между ними распространяется *только в одну сторону*, то есть от одного типа 2АИА к другому. «Обратное» распространение информации блокировано – второй тип «работает» с теми компонентами информации, которые или «не видны» первому типу, или же которые «разрушают» то, что делает или на что обращает внимание первый. Остальные отношения – *симметричные*. Подробное описание приведено в книге Шиян А.А. «Руководство по Социальным Технологиям», которую можно найти на сайте <http://soctech.narod.ru>. Математические детали введения отношений приведены также в книге Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с.



Рассмотрим те *специфические* способности, которые нужны объекту, рассматриваемому в качестве 2АИА, для того, чтобы он смог участвовать в работе социона. Для этого необходимо обеспечение *его постоянной связи* (постоянного обмена информацией) с несколькими другими типами 2АИА – то есть рассматриваемый 2АИА должен обладать способностью находиться в постоянном контакте одновременно со всеми ними. Оптимально - с 7 другими типами 2АИА: со своим диадным типом 2АИА, еще с 4-мя типами 2АИА из двух диадных пар (с которыми он находится в одном звене в *обобщающем* и в *детализирующем* кольцах самопрограммирования, соответственно), и еще с двумя типами 2АИА (один из которых программирует его, а другого - программирует он: они находятся как предыдущий и последующий типы 2АИА в кольце индивидуального самопрограммирования для рассматриваемого типа 2АИА).

Для того, чтобы рассматриваемый тип 2АИА вообще смог участвовать в работе социона, он должен обладать способностью одновременно удерживать в своем внимании не менее 5 других типов 2АИА (своего диадного типа + 4-х типов из двух диадных пар - по одной из *обобщающего* и в *детализирующего* колец самопрограммирования, соответственно). Максимальное же число коммуникантов, которое без ущерба для оптимальной работы социона сможет удерживать во внимании данный тип 2АИА, есть 9 (к 7 упомянутым ранее необходимо добавить еще 2-х: того, который программирует его диадный тип и того, которого его диадный тип – сам программирует). Итак, доказана справедливость теоремы:

Теорема 6. Для того, чтобы иметь возможность участвовать в работе социона (то есть для того, чтобы данный тип 2АИА мог участвовать в выработке нового режима управления), каждый тип 2АИА должен обладать способностью удерживать в своем внимании одновременно 7 ± 2 своих коммуникантов.

Тем самым получено, вероятно, первое *научное доказательство* того известного из психологии и менеджмента факта, что устойчивая коммуникация человека возможна лишь с 7 ± 2 коммуникантами (большее их количество приводит к структурированию коммуникантов в отдельные группы). Впервые эта закономерность введена в статье Miller G.A. The Magic Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information // Psychology Review, 1956.- March.-PP.81-97, - см. также Хрестоматия по вниманию. М: МГУ, 1976. 296с. и книгу Траут Дж. Новое позиционирование. -СПб: Питер, 2001. -192с. для приложений в области современного менеджмента.

Введение понятия "пирамида управления" и ее математическое описание.

На базе введенных 2АИА может быть построен математический аппарат для описания иерархических управленческих систем – то есть иерархическая система из 2АИА *для осуществления управления* в социальных и экономических системах. В этой «пирамиде управления» каждый *единичный управляющий объект* эквивалентен (в смысле управления) определенному типу 2АИА, а объекты нового иерархического уровня управления возникают путем самоорганизации 16 таких новых типов 2АИА в социон.

Теорема 5. Если соционы удовлетворяют условиям I-III, то каждый такой социон может быть описан как определенный тип 2АИА, с помощью которого реализуется управление на соответствующем иерархическом уровне. Такая управляющая ИСС, которая может быть сконструирована из соответствующих типов 2АИА (реализующих управление на соответствующих иерархических уровнях), есть самоорганизованная ИСС для реализации управления в том смысле, что на каждом ее уровне используются как те же самые единичные конструкции для управления, так и те же самые методы управления.

 Для произвольно сложной социальной или экономической системы может быть сформирована путем самоорганизации иерархическая система управления из типов 2АИА, которые реализуют управление такими ИСС. "Начальные" типы 2АИА (для наиболее низкого уровня управления) могут осуществлять управление на заданном (произвольно низком) уровне иерархии в социальной или экономической системе. Например, эти типы 2АИА могут основываться на достаточно полной системе аксиом, описывающей произвольно низкий «начальный» иерархический уровень в рассматриваемой социальной или экономической системе.

Основным исходным пунктом построения социальных иерархических систем управления является следующее:

- на каждом из уровней иерархии управление осуществляется только при помощи типов 2АИА - то есть конкретными людьми.

Напомним также, что "высшей" структурной единицей на каждом иерархическом уровне являются одновременно работающие *обобщающее* и *детализирующее кольца* самопрограммирования (то есть – *социон*), так как только с их помощью сообщество типов 2АИА (социальная или экономическая структура, состоящая из конкретных людей) способно выработать *любой из*

возможных (!) режимов управления, - возможных, естественно, именно для этого иерархического уровня.

Итак, на каждом отдельном иерархическом уровне "высшей" структурой, способной осуществлять - реализовывать *любой из возможных* режимов управления, является социон, построенный из 2АИА (точнее - из всех 16 типов 2АИА, свернутых в *обобщающее* и *детализирующее кольца* самопрограммирования), которые осуществляют управление на этом иерархическом уровне.

Однако новую информацию может "вводить" на данный иерархический социальный уровень - *только человек* (то есть *тот же самый* - в случае человека - набора типов 2АИА!): на каждом из иерархических уровней социальной *иерархической системы управления* - ИСУ - выработка *нового* режима управления осуществляется только лишь соответствующим (соответствующими) 2АИА (то есть соответствующим человеком).

Таким образом, в отличие от природных систем, в иерархических *социальных и экономических* системах в качестве функциональной единицы, участвующей в самоорганизации информации, может выступать лишь отдельный человек - тип 2АИА! К тому же человек, способный вырабатывать новые режимы управления на *i*-том иерархическом уровне, внешне ничем не отличается от человека, способного реализовывать новое управление лишь только на *i-1* иерархическом уровне.



Отметим, что, говоря о выработке или осуществлении новых режимов управления на *i*-том уровне, мы имеем в виду, в конечном счете, управление именно *природной* системой. Социальные и экономические ИСУ самоорганизуются именно для управления природными системами и поэтому их собственное иерархическое строение просто отражает иерархическое строение природных систем. Однако и сами социальные ИСУ также могут быть рассмотрены совершенно аналогичным образом - поэтому изложенные далее результаты могут быть применены как к построению ИСУ для управления природными системами, так и для построения ИСУ для управления социальными системами.



Итак, "входить" на данный иерархический уровень новая информация может лишь исключительно только через такого человека, который способен "увидеть" иерархический уровень более высокий, чем данный. Будем называть такого человека - **координатором**.

Координатор более высокого уровня на *данном* иерархическом уровне ИСУ выступает как источник нового, как своего рода "лоббист" более высокого уровня управления. Координатор *задает вектор* вербализации-социализации-внедрения *новой* информации, обеспечивающий *подстройку* низшего уровня ИСУ к высшему. Другими словами - он задает *вектор развития* для всего этого иерархического уровня! Фактически, обладая более "высоким кругозором", координатор способен не только производить-синтезировать *новую* (для данного иерархического уровня, конечно!) информацию, но также и достраивать, восстанавливать недостающую на данном иерархическом уровне ее часть.



Остальные люди, осуществляющие управление на данном иерархическом уровне рассматриваемой системы, способны такую новую информацию лишь только распространять (в лучшем случае - без искажения). Будем называть таких людей - **тиражировщиками**. Отметим при этом, что тиражировщик - в некоторых случаях - сам может выступать как *координатор*, но только для *нижележащего* уровня ИСУ!



Мы обращаем внимание, что для Координаторов имеются, фактически, 2 *типа* интертипных отношений! *Первый* - обусловлен проявлениями их типа при общении на уровне тиражировщиков. *Второй* тип интертипных отношений имеет место при общении двух типов - один из которых является Координатором, а другой тиражировщиком - *между собой*.

Вследствие этого, на любого такого координатора - "*активно функционирующего*" координатора - необходимо "навесить" социон уже из тиражировщиков, "работающих" на данном уровне иерархии. И такой социон - будет социализировать-внедрять полученную от координатора новую информацию (новые режимы управления!) для ее использования на данном уровне иерархии. Иными словами, социон из тиражировщиков превращает новую (для данного уровня иерархии!) информацию - в *норматив*, которым могут уже пользоваться "без раздумий" все тиражировщики данного уровня иерархии.

Приведем теперь общие *количественные* закономерности, справедливые для устроенной таким образом ИСУ.

Рассмотрим координатора i -того уровня. Вследствие вышесказанного такой координатор может "обеспечить работой" 16 координаторов уровня $i-1$. Таким образом, приходим к следующей пирамиде - "*пирамиде управления*":

$$\dots \rightarrow K_{i+1} \rightarrow 16 K_i \rightarrow 256 K_{i-1} \rightarrow \dots$$

Иными словами, каждый из координаторов i -того уровня (K_i) способен "потянуть" за собой 16 координаторов нижележащего, $i-1$ -того уровня ($16 K_{i-1}$). Каждый из координаторов "передает вниз" только тот режим управления, который понимает сам. То есть - который соответствует его собственному типу. И именно эту информацию и социализирует соответствующий социон. "Ввод" информации в социон координатор более высокого уровня осуществляет, как правило, через тип, который тождественен его собственному: ведь только тождественные типы могут понимать друг друга "как самого себя". Интересно, что тиражировщики-тождики - это единственный случай, когда информация передается без искажения: при любых *иных* отношениях между типами (интертипных отношениях) всегда имеет место искажение информации!



Количество координаторов первого - считая от тиражировщиков - уровня составляет, как следует из проведенного выше рассмотрения, примерно $1/(16+1) \approx 6\%$: это то количество людей, которых можно назвать "центрами кристаллизации" для социально и экономически активной части населения. Это число совпадает со значением $5 \div 6\%$ от экономически активного населения, которое часто возникает при описании относительной доли тех людей в экономически развитых странах мира, которые способны к активной деятельности в сфере бизнеса. Вероятно, изложенный в этой главе подход является единственным, позволившим объяснить такую экспериментально обнаруженную закономерность и связать ее непосредственно с природой человека (координаторы более высоких уровней, как будет показано далее, составляют пренебрежимо малую долю). Мы опять получили *научное доказательство* известного ранее экспериментального факта!



Чрезвычайно важно, что из приведенного выше вытекает такое следствие: на "наивысшем" (для данной ИСУ) иерархическом уровне управления может находиться всего лишь несколько человек! Это обстоятельство позволяет объяснить многие известные закономерности развития (и падения!) крупных компаний, которые часто оказывались связанными с *личностью* их высших руководителей.

Необходимо отметить, что совсем не обязательно, чтобы 16 K_{i-1} (16 "разнотипных" координаторов $i-1$ -того уровня) составляли *социон* $i-1$ -того уровня в иерархической системе управления: если не будет хотя бы одного координатора K_i для i -того уровня иерархии, то и не будет условий для того, чтобы *новая* информация появилась на этом - $i-1$ уровне иерархии!

Строя иерархические системы управления, "выставляя" при этом K_i "в нужное место" - человечеству становятся доступными для управления все более высокие уровни иерархии природных

систем (например, - все большие территории), а также все большие массы общества количество ресурсов разного рода – включая и финансовые.

Реальные социальные и экономические как примеры пирамид управления.



Мы только ввели в рассмотрение новую абстрактную структуру – 2АИА. Но, тем не менее, уже успели осуществить теоретический вывод для ряда тех свойств человека, которые, хотя и были обнаружены экспериментально, но, тем не менее, так и оставались непонятыми. Отметим, что эти свойства относятся к совершенно разным уровням описания человека: объем запоминаемых сведений – это свойство человека как индивида, оптимальное количество коммуникантов – это свойство коммуникации нескольких индивидов, а количество координаторов в социальной группе – это уже социальный уровень описания человека. Таким образом, построенная теория обладает весьма существенным потенциалом, поскольку позволила правильно и адекватно промоделировать эти, столь разные свойства человека и общества.

Мы не будем останавливаться подробно на описании тех задач по моделированию социальных и экономических систем, которые могут быть решены с использованием развитой в предыдущей и этой главах теории. Области ее приложений многочисленны, а количество полученных результатов стремительно возрастает. Остановимся всего на нескольких примерах, а потом перечислим те возможности, которые открывает перед специалистом полученные результаты.



Рассмотрим применение теории 2АИА к алгоритмизации решения некоторых типичных задач, которые встречаются в практике менеджера. Использование стилей аппарата теории 2АИА позволяет решать широкий класс управленческих задач точно также, как решались задачки по физике в средней школе.

На *первом этапе* – управленческая ситуация (*интерьер* или *контекст* управления) – описывается в терминах теории 2АИА (аналогично как задачка сначала должна быть сформулирована в терминах физики).

На *втором этапе* – сформулированная *абстрактная* задача решается теоретически, то есть опять-таки в терминах теории 2АИА (аналогично как в физике).

Наконец, на *третьем этапе* – осуществляется переход от терминов теории 2АИА к конкретным реалиям поставленной перед нами задачи.

Пример.

Задача «из менеджмента»	Задача «из физики»
Постановка задачи: какие стили менеджмента подходят для продавца?	Постановка задачи: как высушить бутылку от воды?
1-й этап. Вопрос: что делает продавец? Ответ: он устанавливает связь между товаром и покупателем.	1-й этап. Вопрос: что значит, высушить? Ответ: чтобы не было капель внутри бутылки.
2-й этап. Вопрос: люди каких стилей менеджмента умеют управлять связями? Ответ: эти 8 стилей могут быть точно перечислены.	2-й этап. Вопрос: как исчезают капли? Ответ: 1) стекают, 2) испаряются. Чтобы стекли – нужно бутылку поставить горлышком вниз. Чтобы испарились – нужно бутылку поставить горлышком вверх.
3-й этап. Вопрос: как будут действовать эти люди в интересующей меня ситуации (или вообще в той или иной ситуации)? Ответ: это может быть точно перечислено при рассмотрении конкретной ситуации заказчика.	3-й этап. Вопрос: как организовать процесс сушки бутылки? Ответ: вначале – поставить ее горлышком вниз, чтобы стекли капли, а потом – перевернуть горлышком вверх, чтобы пары воды могли выйти из бутылки (молекулы воды – легче молекул воздуха).



Каждый управленец или специалист-аналитик может быть отнесен только к одному типу 2АИА. Следовательно, описание типа 2АИА – это своего рода описание *стандарта* для осуществления управленческих или иных функциональных обязанностей данным человеком. Сегодня имеется уже обширный банк данных с описаниями конкретных людей в рамках теории 2АИА – как правило, выбирались публичные политики, деятельность которых в силу самого факта открыта для исследований и изучений. Например, опубликованы портреты президентов Украины и России Л. Кучмы и В. Путина, а также многих других – см. монографию, книгу и статьи:

1. Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с.
2. Шиян А.А. «Руководство по Социальным Технологиям», которую можно найти на сайте <http://soctech.narod.ru>.
3. Шиян А.А. О способах убеждения в политике: использование межличностных отношений // Политический маркетинг (Москва). - 2000. - № 8. - С. 28-46.
4. Шиян А.А. О роли коммуникантов в обеспечении психологического комфорта: от стресса к суициду // Прикладная психология (Москва). - 2000. - № 4- С.67-79.
5. Шиян А.А. Социально-психологические портреты политиков: А.А. Мороз, Н.М. Витренко и В.И. Горбулин // Новая политика (Киев). - 1998. - №4. - С.24-28.



Теория 2АИА позволяет разработать эффективные способы управления социальными системами, основываясь на социальном моделировании. Например, она с успехом применялась при проведении избирательных кампаний. При этом весьма важно отметить, что избирательная кампания представляет собой также и проект *экономический*: это вкладыванием денег (инвестирование), и требуется максимальный уровень отдачи от вложений. Результаты крупномасштабных экспериментов, проведенных в России (избирательный округ на более чем 400 тысяч избирателей – это соответствует области в Украине) показали более высокую эффективность теории 2АИА применительно к этому кругу задач, чем существующие способы, методы и технологии. Чрезвычайно важно, что в ходе этого крупномасштабного *социального эксперимента* – избирательной кампании – была проведена апробация основанных на теории 2АИА технологий отбора координаторов и построения иерархических социальных систем. Результаты проведенного социального эксперимента и применения описанных в учебнике результатов к избирательным кампаниям опубликованы в монографии, книгах и статьях:

1. Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с.
2. Шиян А.А. «Руководство по Социальным Технологиям», которую можно найти на сайте <http://soctech.narod.ru>.
3. Шиян А.А. Использование сформированного художественной литературой образа "идеального политика" в избирательных кампаниях // Политический маркетинг (Москва). - 2000. - №9. - С.60-64.
4. Шиян А.А. Формирование иерархических социальных структур как способ проведения избирательных кампаний. Теория и результаты апробации. Анализ одной избирательной кампании по одномандатному избирательному округу на выборах в государственную Думу России в 1999 году // Политический маркетинг (Москва). - 2000. - №3. - с.9-42.
5. Баева О.Н., Шиян А.А. Политические убийства как шаг в пропасть // Человек и политика (Киев). - 1999.-№2.-С.2-4.



Теория 2АИА была успешно использована для моделирования так называемой «окружающей среды маркетинга», то есть – для моделирования социально-экономических процессов на уровне государства в целом. В частности, результаты прогнозов, осуществленных на основе теории 2АИА, были успешно подтверждены в ходе теракта в США, который был произведен 11 сентября. Прогноз относился к обнаружению нового канала для управления СМИ, а через этот канал, в конечном счете, – для управления социальным и экономическим положением в *развитой* стране. Прогноз касался именно *развитой* страны – и его результаты были полностью подтверждены. Приходится об этом говорить с сожалением, так как одновременно был предложен и комплекс *мер противодействия*, - но последний, к сожалению, не был осуществлен. К некоторым результатам этого комплекса мер противодействия, пришли уже после теракта. Описание как системы прогнозов, так и анализа глобальной социально-экономической ситуации приведены в публикациях:

1. Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с.
2. Конотопов П., Шиян А. Косово: история или сценарий будущего? //Оперативное прикрытие. Формула безопасности (Санкт-Петербург). - 2001. - № 5(16) - С. 31-34.
3. Публикации аналитических материалов на сайте <http://soctech.narod.ru> .
4. Публикации аналитических материалов на сайте <http://tiara.narod.ru> , - независимого журнала “Технологии информационно-аналитической работы”.



Теория 2АИА была успешно использована моделирования и последующего решения ряда управленческих ситуаций. В частности, было проведено моделирование управленческой ситуации на одной из фирм, в результате чего обнаружено, что имеется своего рода «информационная пробка» между директором фирмы и одним из молодых менеджеров. После анализа соотношения типов на фирме была предложена схема «обходного» пути для донесения до руководителя новой информации, в которой было предложено использовать третьего менеджера. Этот канал успешно используется уже несколько лет: первые результаты он дал уже в течении 1 месяца своего применения. Чрезвычайно интересно, что при этом ни директор, ни третий менеджер не знают, что они являются участниками целенаправленного управления. (Соблюдению этических норм при решении этой задачи было уделено особое внимание.) Эта и подобные ситуации описаны в ряде публикаций:

1. Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с.
2. Шиян А.А. О роли коммуникантов в обеспечении психологического комфорта: от стресса к суициду // Прикладная психология (Москва). - 2000. - № 4- С.67-79.
3. Шиян А.А. О способах убеждения в политике: использование межличностных отношений // Политический маркетинг (Москва). - 2000. - № 8. - С. 28-46.
4. Шиян А.А. «Руководство по Социальным Технологиям», которую можно найти на сайте <http://soctech.narod.ru> .



Чрезвычайно широкое поле применений теории 2АИА к моделированию социальных и экономических систем и управлению ими привело к появлению *Социальных Технологий*. В этом названии подчеркивается, что эти технологии описывают преимущественно социальную – то есть *человеческую* – компоненту как социальных, так и экономических систем. Одновременно Социальные Технологии используются в качестве мощного технологического аппарата для проведения информационно-аналитической работы, а также как технология решения разнообразных организационных аспектов такой деятельности. Фактически, сегодня теория 2АИА и Социальные Технологии рассматриваются в качестве неотъемлемого аппарата для социальной и экономической аналитики – см., например, Курносов Ю.В., Конотопов П.Ю. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. – М.:РУСАКИ,2004.- 512с.

Дадим определение Социальных Технологий:



Социальные Технологии – это совокупность основанных на теории двухкомпонентных абстрактных информационных автоматов (2АИА) эффективных способов управления иерархически организованными социальными и экономическими системами разного уровня сложности (от государства до уровня отдельного индивида)

Вопросы и задания.

1. Опишите, что Вы понимаете под *совместным* управлением. Как связаны между собой совместное управление и адекватная передача информации? Возможно ли успешное совместное управление без эффективной и адекватной передачи информации?
2. Что такое *диадный* тип? Какой тип будет диадным к некоторому заданному типу 2АИА? Выберите какой-нибудь тип 2АИА и постройте для него диадный, выбирая те компоненты информации, которые не будут препятствовать управлению, которое осуществляет заданный тип 2АИА.

3. Запишите кольца индивидуального самопрограммирования, и постройте из них кольца диадного самопрограммирования. Убедитесь, что диадные отношения между типами имеют место *в каждом звене* каждого из колец диадного самопрограммирования.
4. Распишите детализирующее и обобщающее кольца самопрограммирования через типы 2АИА. Опишите, как именно могут взаимодействовать между собой типы 2Аиа в раках каждого из звеньев каждого из колец. Выделите те стадии осуществления процесса управления, на протяжении которых такое «общение-взаимодействие» будет бесконфликтным.
5. Рассмотрите какой-то заданный тип 2АИА. Выделите те типы 2АИА, с которыми этот заданный тип 2АИА должен взаимодействовать при осуществлении своей деятельности в составе социона. Разбейте эти типы на 3 группы: в первую отнесите те типы 2АИА, с которыми данный тип *обязан* взаимодействовать (5 типов), в другую отнесите еще 2 типа, с которыми ему *нужно* взаимодействовать, а в третью – еще 2 типа, с которыми он *может* взаимодействовать. Опишите способ взаимодействия заданного типа 2АИА с каждым из типов каждой из 3-х групп.
6. Кто такой *координатор* – дайте Ваше собственное определение, пригодное для а) социальных и б) для экономических систем. Какими качествами, по Вашему мнению, он должен обладать? Перечислите и проанализируйте их. Приведите примеры людей-координаторов из разных областей человеческой деятельности.
7. Кто такой *тиражировщик* – сформулируйте Ваше собственное определение. Наличие каких качеств выделяет *конкретного* человека именно как тиражировщика? Способен ли тиражировщик - быть и координатором? При каких условиях это возможно?
8. Перечислите те характеристики человека и совокупностей людей, для которых первый *теоретический* вывод получен в рамках теории 2АИА. Что, по Вашему мнению, является *общим* для всех этих случаев? Приведите примеры использования этих закономерностей в а) социальных и б) экономических системах. Приведите примеры ситуаций, когда эти закономерности могут быть использованы а) в процессе анализа социальной или экономической ситуации, б) в процессе моделирования социальных или экономических систем, и б) в процессе прогнозирования поведения социальных или экономических систем.
9. Приведите примеры а) социальных и б) экономических интерьеров, в рамках которых получены результаты с использованием теории 2АИА. Перечислите примеры апробации результатов, полученных с использованием теории 2АИА.

Список литературы.

Приведены литературные источники учебного, научного и монографического характера по широкому кругу аспектов моделирования социальных и экономических систем. Использование этих источников позволит читателю получить доступ к описанию наиболее эффективных сегодня методов, способов и технологий осуществления моделирования социальных и экономических систем.

При составлении списка литературы принималось во внимание, что целью учебного текста является приблизить читателя к условиям реальной практической деятельности. Вследствие этого практика ссылок на монографическую и научную литературу должна начинаться использоваться студентом как можно раньше.

Кроме того, литературные ссылки будут весьма важным подспорьем читателю при самостоятельном решении реальных задач, - особенно в самом начале его карьеры.

Глава 1.

1. Курносоев Ю.В., Конотопов П.Ю. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. – М.:РУСАКИ,2004.-512с. Авторы – специалисты в области аналитической деятельности, и поэтому рассматривают кибернетику в более широких рамках – как необходимый и важный элемент в осуществлении технологии информационно-аналитической работы. Такой «взгляд сверху» является незаменимым для каждого специалиста в области моделирования социальных и экономических систем. В этой книге великолепно даны определения основных понятий, используемых в аналитической деятельности – многие из них использованы в тексте настоящей книги.

2. Шилейко А.В., Шилейко Т.И. Беседы об информатике. – М.:Молодая гвардия,1989.-287с. В этой книге много воспоминаний очевидца – профессора Т.И.Шилейко – о его участии в становлении кибернетики в СССР. Много исторических фактов, которые делают историю кибернетики живой и наглядной.

3.Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. – М.:Молодая гвардия,1990. – 351с. Автор книги – выдающийся ученый, академик АН СССР, руководитель Вычислительного центра АН СССР, руководитель проекта, посвященного последствиям ядерной войны, один из отцов «ядерной зимы». В этой книге, в отличие от других своих книг, он описывает класс проблем, которые возникают при моделировании социальных и экономических систем, и намечает пути их решения. Книга написана участником развития кибернетики в СССР, человеком, который внес весьма серьезный вклад в развитие моделирования социальных и экономических систем в мире.

4. Трояновский В.М. Математическое моделирование в менеджменте. Учебное пособие.-М.: Русская Деловая Литература,1999.-240с. Большое внимание в этой книге уделено вопросам оптимизации бизнеса и управленческой деятельности менеджера. Книга написана на достаточно высоком уровне, и предлагает читателю широкий спектр знаний.

Глава 2.

1. Курносоев Ю.В., Конотопов П.Ю. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. – М.:РУСАКИ,2004.-512с. Авторы – специалисты в области аналитической деятельности, и описывают системный анализ как «предмодельную» стадию проведения аналитического исследования социальных и экономических систем. Авторам удалось сформировать систему весьма четких, доступных и понятных определений в области системного анализа, - ряд определений и описаний стадий аналитического процесса использован в тексте нашей книги.

2. Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с. В книге описан эффективный способ классификации информации и описания иерархических систем, включая синтез систем для управления иерархическими социальными и экономическими системами.

3. Николис Дж. Динамика иерархических систем. Эволюционное представление. – М.:Мир, 1989.-488с. В книге представлены способы описания иерархических систем, методы построения их моделей (включая отдельные аспекты моделирования социальных и экономических систем), и математический аппарат для их анализа.

Глава 3.

1. Курнос Ю.В., Конотоп П.Ю. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. – М.:РУСАКИ,2004.-512с. Чрезвычайно много внимания уделяется описанию того, что такое есть «информация» на уровне моделирования социальных и экономических систем. Изложен целый ряд технологий, которые ранее не были известны и опубликованы.

2. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. – М.:Молодая гвардия,1990. – 351с. Много внимания уделено обсуждению понятия «информация» и «управление». Это тем более ценно, что автор – выдающийся ученый-математик именно в области теории управления. Книга написана живым языком, хотя и затрагивает вопросы на весьма высоком уровне.

3. Шилейко А.В., Шилейко Т.И. Беседы об информатике. – М.:Молодая гвардия,1989.-287с. На популярном и доступном для широкого круга читателей уровне раскрываются основные элементы понятия «информация». Обращается внимание на то, что Шенноновское определение – биты – справедливо только для задач описания каналов связи, но не подходит для многих других задач.

4. Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с. В книге описан эффективный способ классификации информации и описания иерархических систем, включая синтез систем для управления иерархическими социальными и экономическими системами.

5. Николис Дж. Динамика иерархических систем. Эволюционное представление. – М.:Мир, 1989.-488с. Описание связи между информацией и энтропией.

6. Хакен Г. Синергетика. М.:Мир, 1980.- 406с. Классическая книга по процессам самоорганизации, включая социальные и экономические системы. Описание связи между динамикой системы и терминами «информация», «энтропия».

Глава 4.

1. Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с. В книге описан эффективный способ классификации информации и описания иерархических систем, включая синтез систем для управления иерархическими социальными и экономическими системами.

2. Лапа В.Г. Математические основы кибернетики. – Киев: Вища школа,1974. – 452с. Курс лекций, читавшийся для студентов, специализирующихся в области технической кибернетики. Содержит описание математического аппарата, который используется при моделировании технических и иных систем.

3. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Линейная алгебра.-М.:Наука,1974.-296с. Учебник для первокурсников-кибернетиков.

4. Маслов В.П. Операторные методы.-М.:Наука,1973.- 544с. Учебное руководство по математике для специалистов в области моделирования систем разной природы. Содержит великолепно описанный материал по математическому исследованию модельных систем.

5. Хорстхемке В., Лефевр Р. Индуцированные шумом переходы.-М.:Мир,1987.-400с. Фундаментальная книга по моделированию систем с учетом стохастического окружения. Содержит описание теории и многочисленные примеры ее применения для моделирования широкого круга реальных систем.

Глава 5.

В этой главе описываются результаты реального научного исследования, поэтому список литературы отражает эти особенности, - в частности, обильное цитирование монографической литературы и статей из научных журналов. Тем самым студент получает возможность познакомиться на практике с правилами оформления полученных результатов в общепринятом виде.

1. Краткое изложение результатов этой главы опубликовано в статьях а) Шиян А.А. К вопросу о разработке новых критериев для управления иерархическими социально - экономическими системами // Проблемы управления и информатики.-1996.-№5.-С.134-144, и б) Шиян А.А., Самар Е.Г. Система критериев для управления совокупностью социально-экономических систем в условиях неопределенности // Вестник Технологического университета Подолья (Хмельницкий, Украина).-2002.-№2/Ч.1.-С.333-336.

2. Самоорганизация природных и социальных систем. - Мат. междунар. семинара 6 - 8 июня 1995г.- Алма - Ата:Фылым,1995 - 88с.

3. Згуровский М.З., Померанцева Т.Н. Методы принятия решений в социальных системах на основе спиновых моделей Изинга // Проблемы управления и информатики. - 1995. - №1. - С.89-97.
4. Мы не рассматриваем модели более низкого уровня сложности, построенные либо на базе чрезвычайно грубых приближений (см., например, книгу Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение. - М.: Мир, 1990.-344с.), либо ориентированные на описание лишь конкретных объектов социально - экономического процесса (см. статью Деменкова О.Н., Поздняков А.В. Процессы самоорганизации в социально - экономических системах. Промышленное предприятие как самоорганизующаяся социально - экономическая система // Самоорганизация природных и социальных систем. - Мат. междунар. семинара 6 - 8 июня 1995г.- Алма - Ата:Фылым, 1995. - С.75-76.).
5. Беляев В.И., Худошина М.Ю. Основы логико - информационного моделирования сложных геосистем. - Киев: Наукова думка, 1989. - 160с.
6. Статьи 1) Шиян А.А. Процес навчання як засіб оптимізації адаптації людини до суспільного життя // Мат. міжнар. науково - практичної конф. "Шляхи підвищення ефективності підготовки педагогічних працівників". Частина 1.-Бар, 1993.-С.67-69, и 2) Шиян А.А. Социальная система как иерархическая совокупность взаимодействующих самоорганизованных когерентных структур // В сборнике сноска 3. - С.84. Более подробно - монография Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. - 214с.
7. 1) Peters R.H. The Ecological Implications of Body Size. - Cambridge: Univ.Press, 1983. - 329p. и 2) Хайлов К.М., Празукин А.В., Ковардаков С.А., Рыгалов В.Е. Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. - Киев: Наукова думка, 1992. - 280с.
8. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. - М.:Мир, 1972.-208с.
9. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Физическая кинетика.-М.:Наука, 1979.-528с.
10. Хорстхемке В., Лефевр Р. Индуцированные шумом переходы. - М.:Мир, 1987. - 400с.
11. Имеются, однако, некоторые общие теоретические закономерности, описанию которых будет посвящена отдельная работа.
12. Иванов В.В. Методы вычислений на ЭВМ. Справочное пособие.-Киев: Наукова думка.-1986.-584с.

Глава 6.

1. Лапа В.Г. Математическое основы кибернетики. - Киев: Вища школа, 1974. - 452с. Курс лекций, читавшийся для студентов, специализирующихся в области технической кибернетики. Содержит описание математического аппарата, который используется при моделировании технических и иных систем.
2. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения.-М.:Наука, 1984.-272с. Книга содержит оригинальное описание математических методов, которые широко используются при моделировании самых разных объектов. Чрезвычайно полезная в случае необходимости быстро войти в курс современного математического аппарата. Отлично описаны модели Мальтуса и Ферхюльста. Содержит большое количество иллюстративного материала.
3. Монографии по топологии: Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия.- М.:Наука, 1979.-760с. и Рохлин В.А., Фукс Д.Б. Начальный курс топологии.- М.:Наука, 1977.-488с. Фундаментальные учебники по современной геометрии и топологии.
4. Баутин Н.Н., Деонтович Е.Л. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости.-М.:Наука, 1976.-496с. Справочник по математическим методам качественного исследования систем дифференциальных уравнений.
5. Свирежев Ю.М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии.- М.:Наука, 1987.-368с. Книга посвящена моделированию систем экологических, однако многие математические модели могут встречаться и при моделировании социальных и экономических систем.
6. Пригожин И., Николис Г. Познание сложного. Введение.-М.:Мир, 1990.-344с. И. Пригожин - лауреат Нобелевской премии по химии, однако его работы в области самоорганизации систем различной природы - в том числе и социальных - широко известны в мире. Книга написана на доступном для широкого круга читателей уровне.

Глава 7.

В первой части главы использованы материалы научного исследования, и для сохранения аргументации, подтверждающей общность изложенных идей, использованы ссылки на монографическую литературу и научные статьи.

1. Haken H. (1983). *Advanced Synergetics. Instability Hierarchies of Self-Organizing Systems and Devices*. Springer-Verlag, Berlin.
2. Nicolis G. and Prigogine I. (1989). *Exploring Complexity. An Introduction*. W.H. Freeman and Co, New York.
3. Nicolis J.S. (1986). *Dynamics of Hierarchical Systems. An Evolutionary Approach*. Springer-Verlag, Berlin.
4. Abraham F.D. (1995) Introduction to dynamics: a basic language; a basic metamodeling strategy. In "Chaos Theory in Psychology". Eds. F.D. Abraham and A.R. Gilgen. Greenwood Press, Westport.
5. Shiyani A.A. (1996). Viscosity for Fractal Suspensions: Dependency on Fractal Dimensionality. *Phys. Lett. A*. - V.220,N1-3. - P.117-119.
6. Shiyani A.A. (1996) On the Calculation of the Viscosity Tensor for Fractal Polycluster Amorphous Alloys. *Met. Phys. Adv. Tech.* - V.16. - P.119-124.
7. Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с.
8. Шиян А.А. О распознавании когерентных структур в океане и атмосфере // Изв. АН России. Физика атмосферы и океана. - 1997. - Т.33,№3. - С.414-416.
9. Шиян А.А. К вопросу о разработке новых критериев для управления иерархическими социально - экономическими системами // Проблемы управления и информатики. - 1996. - №5. - С.134-144..
10. Малюта Н.П., Шиян А.А. К расчету коэффициента диффузии в хрусталике глаза // Биофизика. - 1991. - Т.36,№2. - С.322-326.
11. Shiyani A.A. (1995) Stable Mass Distributions on Macromolecular Fractals in Dilute Polymer Solutions. *Polymer Science. B*. - N9-10. -P. 454-456.
12. Селиванов С.Е., Шиян А.А. Оптимизация поверхностной термообработки полимерных материалов для снижения их горючести // Химическая физика. - 1992. - Т.11,№12. - С.1677-1682.
13. Шиян А.А. О влиянии шума на амплитуду нелинейных волн в металлах. - *Металлофизика и новейшие технологии*. - 1997. - Т.19,№3. - С.42-45.
14. Bertalanffy L., von (1938). A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.* -V.10,N2. - P.181-213.
15. Shiyani A.A. (1999) Method for Determination of the Functional State of Cells: Lymphocytes. *Biophysics*. - V.44. No.6. - P.1027-1031.)
16. Шиян А.А. Вывод соотношения между массой и продолжительностью жизни живых организмов // Докл. НАН Украины. - 1997. - №1. - С.183-185.
17. Shiyani A.A. (1997) The Mass distribution of Biological Systems as a Characteristic of Their Interaction with the Surrounding Medium. *Biophysics*. - V.42. - P.1173-1178.
18. Shiyani A.A. (1996) Mechanism of the Influence of the Structure of an External Low-Intensity Agent on Biological Systems. *Biophysics*. V.41. - P.773-774.
19. Малюта Н.П., Шиян А.А. Подходы к моделированию процессов переработки информации в перцептроне // Информационные взаимодействия в биологии. - Тбилиси,1990. - С.37-38.
20. Музалевская Н.И., Урицкий В.М. Противоопухолевое действие слабого сверхнизкочастотного стохастического магнитного поля со спектром $1/f$ //Биофизика.-1997.-Т.42,№4.- С.961-970.
21. Хакен Г. Синергетика.-М.:Мир,1980.-406с. Эта книга положила начало широкому распространению «синергетического» способа моделирования – в том числе этот подход был распространен на социальных и экономические системы.
22. Курносов Ю.В., Конотопов П.Ю. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. – М.:РУСАКИ,2004.-512с. В этой книге приводится описание процесса формирования терминов и понятий, и показана его связь с картиной мира, формируемой у исследователя-аналитика.

Глава 8.

Литература по вопросам, которым посвящена эта глава, одновременно и чрезвычайно обширна и чрезвычайно бедна. Обширна, потому что во многих книгах и статьях рассматриваются

многочисленные *частные* вопросы. Бедна, потому что практически отсутствуют книги, в которых нашла бы отражение специфическая именно для человека *способность управлять*.

1. Курнос Ю.В., Конотоп П.Ю. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. – М.:РУСАКИ,2004.-512с. В этой книге освещен широкий круг вопросов, связанных с участием человека в осуществлении управленческой – а именно аналитической – деятельности, и которые ранее не были освещены.

2. Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с. Здесь изложена эффективная модель для описания управленческой собственно деятельности человека. В главе 4 описано понятие «интерьер» применительно к моделированию информационных потоков в обществе.

3. Хьелл Л., Зиглер Д. Теории личности.-СПб:Питер,2001.-608с. Учебник по психологическим теориям личности. В отличие от многих других, в нем описан подход, позволяющий сравнивать между собой разные теории личности.

Глава 9.

Основными источниками при изложении теории 2АИА являются книги:

1. Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с.

2. Шиян А.А. «Руководства по Социальным Технологиям» – см. Интернет-ресурс <http://soctech.narod.ru> .

Отдельные вопросы, которые относятся к теории 2АИА, изложены в книгах:

3. Петров М.К. Язык, знак, культура.-М.:Наука,1991.-328с.

4. Курнос Ю.В., Конотоп П.Ю. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. – М.:РУСАКИ,2004.-512с.

Экспериментальные данные по психологии восприятия информации имеются в книгах:

5. Общая психология. /Под ред. А.В. Петровского. – М.:Просвещение, 1986. – 464с. На с. 319 приведено описание «эффекта Эббингауза».

6. Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.:Машиностроение, 1982. – 368с. На с.88 приведено описание экспериментальной «кривой забывания».

Частично ряд аспектов теоретических и прикладных теории 2АИА опубликован в статье:

7. Конотоп П., Шиян А. Косово: история или сценарий будущего? //Оперативное прикрытие. Формула безопасности (Санкт-Петербург). - 2001. - № 5(16) - С. 31-34.

8. Шиян А.А. Использование сформированного художественной литературой образа "идеального политика" в избирательных кампаниях // Политический маркетинг (Москва). - 2000. - №9. - С.60-64.

9. Шиян А.А. О способах убеждения в политике: использование межличностных отношений // Политический маркетинг (Москва). - 2000. - № 8. - С. 28-46.

10. Шиян А.А. О роли коммуникантов в обеспечении психологического комфорта: от стресса к суициду // Прикладная психология (Москва). - 2000. - № 4- С.67-79.

11. Шиян А.А. Формирование иерархических социальных структур как способ проведения избирательных кампаний. Теория и результаты апробации. // Политический маркетинг (Москва). - 2000. - №3. - с.9-42.

12. Баева О.Н., Шиян А.А. Политические убийства как шаг в пропасть // Человек и политика (Киев). - 1999.-№2.-С.2-4.

13. Шиян А.А. Типы людей и их взаимодействие с компьютером // Труды 1 Междунар. научно-практической конф. по программированию "УкрПРОГ"98". Киев, 2-4 сентября 1998. - Кибернетический центр НАН Украины, 1998. - С.482-486.

14. Шиян А.А. Социально-психологические портреты политиков: А.А. Мороз, Н.М. Витренко и В.И. Горбулин // Новая политика (Киев). - 1998. - №4. - С.24-28.

15. Шиян А.А. Социальная система как иерархическая совокупность взаимодействующих самоорганизованных когерентных структур // Материалы Междунар. семинара "Самоорганизация природных и социальных систем". - Алма-Ата: Фылым,1995.-С.84.

16. Шиян А.А. Процесс обучения как способ оптимизации адаптации человека к общественной жизни // Материалы Междунар. Конф. "Пути повышения эффективности подготовки педагогических работников". - Бар (Украина), 1993. - Часть 1. - С.67-69.

Глава 10.

Основными источниками при изложении теории 2АИА являются книги:

1. Шиян А.А. Оптимальное управление в иерархических социально-экономических системах (теоретические основы социальных технологий).- Винница (Украина): ВИРЕУ, 2002. – 214с.
2. Шиян А.А. «Руководства по Социальным Технологиям» – см. Интернет-ресурс <http://soctech.narod.ru>.

Учебники по современной геометрии и топологии:

3. Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия. Методы теории гомологий.-Москва, Наука:1984.-280с.
4. Рохлин В.А., Фукс Д.Б. Начальный курс топологии. Геометрические главы. Москва, Наука: 1978.-488с.

Описание «магического» числа «семь плюс или минус два» в процесса переработки информации человеком опубликовано, например, в источниках:

5. Miller G.A. The Magic Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information // Psychology Review, 1956.- March.-PP.81-97.
6. Хрестоматия по вниманию. М: МГУ,1976. 296с.
7. Траут Дж. Новое позиционирование.-СПб:Питер,2001.-192с.

Отдельные аспекты применения теории 2АИА в современной аналитике изложены в книге:

8. Курнос Ю.В., Конотопов П.Ю. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. – М.:РУСАКИ,2004.-512с.

Частично ряд аспектов теоретических и прикладных теории 2АИА опубликован в статье:

9. Конотопов П., Шиян А. Косово: история или сценарий будущего? //Оперативное прикрытие. Формула безопасности (Санкт-Петербург). - 2001. - № 5(16) - С. 31-34.
10. Шиян А.А. Использование сформированного художественной литературой образа "идеального политика" в избирательных кампаниях // Политический маркетинг (Москва). - 2000. - №9. - С.60-64.
11. Шиян А.А. О способах убеждения в политике: использование межличностных отношений // Политический маркетинг (Москва). - 2000. - № 8. - С. 28-46.
12. Шиян А.А. О роли коммуникантов в обеспечении психологического комфорта: от стресса к суициду // Прикладная психология (Москва). - 2000. - № 4- С.67-79.
13. Шиян А.А. Формирование иерархических социальных структур как способ проведения избирательных кампаний. Теория и результаты апробации. // Политический маркетинг (Москва). - 2000. - №3. - с.9-42.
14. Баева О.Н., Шиян А.А. Политические убийства как шаг в пропасть // Человек и политика (Киев). - 1999.-№2.-С.2-4.
15. Шиян А.А. Типы людей и их взаимодействие с компьютером // Труды 1 Междунар. научно-практической конф. по программированию "УкрПРОГ"98". Киев, 2-4 сентября 1998. - Кибернетический центр НАН Украины, 1998. - С.482-486.
16. Шиян А.А. Социально-психологические портреты политиков: А.А. Мороз, Н.М. Витренко и В.И. Горбулин // Новая политика (Киев). - 1998. - №4. - С.24-28.
17. Шиян А.А. Социальная система как иерархическая совокупность взаимодействующих самоорганизованных когерентных структур // Материалы Междунар. семинара "Самоорганизация природных и социальных систем". - Алма-Ата: Ғылым,1995.-С.84.
18. Шиян А.А. Процесс обучения как способ оптимизации адаптации человека к общественной жизни // Материалы Междунар. Конф. "Пути повышения эффективности подготовки педагогических работников". - Бар (Украина), 1993. - Часть 1. - С.67-69.