

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

Общая теория систем

Электронный курс
в системе дистанционного обучения Moodle

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование образовательной деятельности» Программы развития СГАУ на 2009 – 2018 годы по проекту «Модернизация учебного процесса на факультете экономики и управления на основе развития системы электронного и дистанционного обучения»
Соглашение № 1/21 от 03.06.2013 г.

САМАРА
2013

УДК 316.43(075) ББК 32.817Я7
О-28

Авторы-составители: **Засканов Виктор Гаврилович**

Иванов Дмитрий Юрьевич

Цапенко Михаил Владимирович

Общая теория систем [Электронный ресурс] : электрон. курс в системе дистанц. обучения Moodle / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); авт.-сост. В. Г. Засканов, Д. Ю. Иванов., М.В. Цапенко - Электрон. текстовые и граф. дан. (2,7 МБайт) - Самара, 2013. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

В состав электронного курса входят:

1. Курс лекций.
2. Методические указания к практическим занятиям.
3. Методические указания для самостоятельной работы студентов.

Электронный курс предназначен для студентов факультета экономики и управления, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 080500.62 «Бизнес-информатика», изучающих дисциплину «Общая теория систем» в 4 семестре.

Курс разработан на кафедре организации производства.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «СА-
МАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика С.П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»(СГАУ)

Засканов В. Г., Иванов Д. Ю., Цапенко М.В.

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ

Курс лекций

**Самара
2013**

УДК 316.43(075) ББК 32.817Я7
О-28

Засканов В.Г., Иванов Д.Ю., Цапенко М.В.

Общая теория систем [Электронный ресурс] : курс лекций / В. Г. Засканов, Д. Ю. Иванов, Цапенко М.В.; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т).-Электрон. текстовые и граф. дан.(0,9МБайт) - Самара, 2013.

Электронный курс подготовлен в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. В нем доступно излагаются основные теоретические постулаты Общей теории систем, комплексно рассматриваются вопросы системного развития материи, природы и общества. На основе широкого обобщения фактического и теоретического материала автор анализирует закономерности проявления системных процессов общественной самоорганизации, социальных потребностей и противоречий на современном этапе развития Российской Федерации.

Электронный курс предназначен для студентов факультета экономики и управления, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 080500.62 «Бизнес-информатика», изучающих дисциплину «Общая теория систем» в 4 семестре.

Курс разработан на кафедре организации производства.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ:

ВВЕДЕНИЕ В КУРС.....	6
РАЗДЕЛ 1. СИСТЕМНОСТЬ В ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕ	8
Лекция 1. РАЗВИТИЕ СИСТЕМНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ.....	8
Лекция 2. СТРОЕНИЕ МИРОЗДАНИЯ.....	17
Лекция 3. ДИАЛЕКТИЧНОСТЬ САМООРГАНИЗАЦИИ	26
РАЗДЕЛ II. ОСНОВАНИЯ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ.....	37
Лекция 4. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ	37
Лекция 5. РАВНОВЕСНОСТЬ И ОТКРЫТОСТЬ	46
Лекция 6. СОЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ	56
РАЗДЕЛ III. СОЦИАЛЬНАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ	67
Лекция 7. ОСОБЕННОСТИ СОЦИАЛЬНОЙ САМООРГАНИЗАЦИИ.....	67
Лекция 8. ПРОТИВОРЕЧИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	76
Лекция 9. КОНКУРЕНЦИЯ И АДАПТАЦИЯ	85
РАЗДЕЛ IV. ИЗУЧЕНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ.....	96
Лекция 10. СОЦИАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	96
Лекция 11. МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	105
Лекция 12. ИНСТРУМЕНТАРИЙ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	124
ГЛОССАРИЙ	127
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ	134
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ИНФОРМАЦИЯ К РАЗМЫШЛЕНИЮ... 135	
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. НЕКОТОРЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, СВОДИМЫЕ К СООТНОШЕНИЮ ГУЛЬДБЕРГА-ВААГЕ	138
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ИНДЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ (ТРУДОВОГО УЧАСТИЯ) РАБОТЫ МЕДРАБОТНИКОВ.....	139
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	142

ВВЕДЕНИЕ В КУРС

Общая теория систем – новое и, в то же время, достаточно утвердившееся направление в современной науке. Понятие «системность» уже давно вошло в обиход естественно-научных дисциплин. Однако для социальных дисциплин системный подход по-прежнему достаточно нов, несмотря на большое количество работ отечественных и зарубежных ученых.

Вместе с тем, Общая теория систем позволяет найти ответы на многие трудноразрешимые вопросы социально-экономического развития нашей цивилизации. Она не только не противоречит, но и существенно дополняет большинство современных социальных теорий. Системная методология особенно ценна комплексностью подхода и непредвзятостью выводов.

Настоящий элективный курс «Общая теория систем» предназначен для студентов высших учебных заведений гуманитарных специальностей. Он включает в себя четыре основных раздела:

Раздел I. Самоорганизация в природе и обществе. Раздел посвящен изучению явления «самоорганизации» в природе и обществе. Он охватывает вопросы развития системных представлений в науке, вопросы современного представления о самоорганизации материи и вопросы взаимосвязи материалистической диалектики и социальной самоорганизации. Он носит вводный и ознакомительный характер.

Раздел II. Основания Общей теории систем. В этом разделе подробно рассмотрены методологические основания, принципы и постулаты Общей теории систем. Особое внимание уделено изучению таких важных для понимания социальной действительности понятий, как экзогенность, флуктуации, равновесность, открытость, темпоральность и др. Материалы раздела предназначены для закрепления у студентов основных положений Общей теории систем.

Раздел III. Социальная самоорганизация. Раздел предназначен для детального изучения системообразующих факторов и движущих сил социальной самоорганизации. В нем подробно и на конкретных примерах раскрываются особенности самоорганизации общества в современной России и за рубежом. Приоритетное значение отдано изучению роли системных противоречий, конкуренции и адаптации в социальной самоорганизации.

Раздел IV. Изучение социальных систем. Этот раздел призван сформировать у учащихся представление об основных алгоритмах проведения социальных исследований с использованием методологии системного анализа. В нем рассматриваются подходы к моделированию социальных процессов, большое внимание уделено методологии и методике системного анализа.

Основная цель лекционного курса – сформировать у студентов навыки системного мышления. Этой цели подчинены логика и стиль подачи учебного материала:

1. На каждый раздел приходится три лекции и три семинарских занятия. Наименование и содержание разделов отражает наиболее актуальные на момент подготовки лекционного курса аспекты применения Общей теории систем.

2. Необходимый для усвоения курса дополнительный материал приводится в приложениях. Задача приложений – показать студентам многогранность Общей теории систем, научить использовать в повседневной деятельности ее методологические принципы.
3. После каждой лекции даны вопросы для самостоятельного изучения и рекомендуемая литература по подготовке к семинарским занятиям. Вопросы составлены таким образом, чтобы, отвечая на них, студенты не слепо зачитывали лекционный материал, а переосмысливали его и делали собственные выводы по поводу прочитанного. В тексте лекционного курса однозначных ответов на поставленные вопросы не содержится. Ответы должны быть самостоятельно сформулированы студентами в ходе семинарских занятий.
4. Некоторые термины Общей теории систем либо несут дополнительную смысловую нагрузку, либо попросту незнакомы учащимся, поэтому возникла необходимость в пояснении их содержания. Глоссарий содержит толкование специальных терминов, встречающихся в тексте лекционного курса.
5. По завершении изучения лекционного курса предполагается написание реферата. Примерные темы рефератов можно найти в конце настоящего издания.
6. Литература, имеющая непосредственное отношение к изучаемому курсу, приводится в конце каждой лекции. Использование предлагаемых источников позволяет учащимся самостоятельно работать с источниками и делать выводы.
7. В конце пособия приведен расширенный список литературы, рекомендуемой для дальнейшего изучения. Приведенная в перечне литература расширяет пределы лекционного курса. Она позволяет студентам глубже понять сущность изучаемых явлений, а также получить дополнительные знания в области системной организации природы и общества.

РАЗДЕЛ 1. СИСТЕМНОСТЬ В ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕ

ЛЕКЦИЯ 1. РАЗВИТИЕ СИСТЕМНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

История развития системных представлений в науке неразрывно связана с развитием каузальности научного знания. Принцип *каузальности* впервые был четко сформулирован Демокритом, который учил, что все происходящее представляет собой движение атомов, различаемых по форме, величине, расположению и другим характеристикам. Стоики и Эпикур дополнили это учение описанием строгой причинной связи явлений.

В средние века вопрос о причинности в природе и обществе, в связи с господством теологии, совершенно не развивался. И только в Новое время принцип последовательной каузальности природных и даже социальных явлений прочно занял свое место в научной методологии.

Этот переход ознаменовался выходом в 1687 году главного труда И.Ньютона – *"Математические начала натуральной философии"*. Ньютон настаивал на необходимости строго механистического, *каузального* и математического объяснения природных явлений.

Такая концепция мироздания вытекала из открытого Ньютоном закона всемирного тяготения. С ее помощью долгое время после Ньютона объяснялись многие закономерности не только физического, но и социального уровней мироздания.

Вероятно, следует отметить, что, несмотря на религиозные воззрения самого Ньютона, его концепция до сих пор не потеряла актуальности и во многом определяет методологию современной науки. Именно из-за каузальности ньютоновских построений механистический подход лег в основу построений И.Кеплера, Г.Галилея, Ф.Бэкона, Р.Декарта и многих других выдающихся ученых.

Однако на этом развитие системных представлений о строении мироздания и законах самоорганизации не остановилось. В 1745 году французский философ Ж.О.Ламетри отмечал, что свойства материи – это свойства *"...субстанции тел, в особенности организованных, но будем видеть только то, что есть в действительности, и не будем прибегать к вымыслам"*.

В качестве свойств такой субстанции Ламетри выделил не только протяженность (как у Декарта), но и способность приобретать двигательную активность, а также способность чувствовать.¹

Весьма интересным представляется также вывод Ламетри о значении способности к адаптационному поведению. Более 250 лет назад он писал, что: *"Человек не рождается разумным, он от природы глупее многих животных; но так как он обладает организацией более благоприятной раз-*

¹ См.: Ламетри Ж.О. Трактат о душе (естественная история души) / в сб. Ламетри Ж.О. Сочинения. – М.: Мысль, 1976. – С. 65-66.

витию памяти и усвоению знаний, то, если даже инстинкт и проявляется у него позднее, последний достаточно быстро преобразуется в зародыш ума, который, подобно телу, получающему хорошее питание, укрепляется мало-помалу благодаря обработке".²

Исходный пункт рассуждений Ламетри заключается в том, что материальный мир "*существует сам по себе*", у него нет начала и не будет конца, так как элементы материи обладают "*несокрушимой прочностью*". Заключенная в материи движущая сила (энергия) действует всегда, когда материя выступает в различных "*материальных формах*". Без формы материя выступает лишь в качестве абстракции, поскольку в действительности она всегда имеет определенные формы.

Ламетри одним из первых выступил против тезиса о неизменности видов в пользу единства живой природы. Речь шла о том, что все нынешние виды представляют собой результат длительного эволюционного перехода по направлению от менее устроенных организмов к более устроенным. Он впервые в мире дал иерархическую схему самоорганизации материи:

1. **уровень**, когда движение материи лишено целесообразности (объекты неживой природы);
2. **уровень**, характеризуемый организацией, регулирующей движения тел, направляющей их к самосохранению; на этом уровне нет ни чувствительности, ни субъективных состояний (растения);
3. **уровень**, на котором существует нервная система и связанные с ней ощущения и чувства (животный мир);
4. **уровень** организации материи, на котором благодаря усовершенствованию мозга материя мыслит (человек).

Ламетри отмечал, что переход от одного уровня к другому, многообразие форм живой и неживой природы имеет в своей основе присущее на всех уровнях универсальное свойство самодвижения.³ Это положение было сформулировано за 100 лет до выхода в свет работ Дарвина и Клаузиуса...

В качестве следующего значительного этапа развития системного мышления можно выделить философию Гегеля. Гегелевская философия природы включила в себя методологические особенности, отрицаемые механистической философией Ньютона:

- качественное различие между простым поведением, описываемым физическими величинами, и поведением более сложных систем (например, живых существ);
- отрицание возможности сведения этих уровней друг к другу и тезиса о механистичности природы;

² См.: Ламетри Ж.О. Система Эпикура / в сб. Ламетри Ж.О. Сочинения. – М.: Мысль, 1976. – С. 402.

³ См.: Ламетри Ж.О. Трактат о душе (Естественная история души) / там же. – С. 66-77.

– утверждение о наличии иерархии, где каждый верхний уровень предполагает наличие уровня нижнего и т.д.

Позднее основоположник теории самоорганизации И.Р.Пригожин писал, что введенные Гегелем различия между уровнями можно "... считать соответствующими идее возрастающей сложности в природе и понятию времени, обогащающемуся с каждым переходом на более высокий уровень".⁴

Гегель считал, что механика поддается математизации потому, что она наделяет материю одними только пространственно-временными свойствами: "Сам по себе кирпич не убивает человека, а производит это действие лишь благодаря достигнутой им скорости, т.е. человека убивают пространство и время".⁵ Человека убивает то, что мы называем кинетической энергией: $mv^2/2$ – абстрактное соотношение, в котором масса и скорость взаимодополняют друг друга. Иначе говоря, удар будет нанесен одинаковой силы, независимо от увеличения массы или скорости кирпича.

Непрерывным условием математизации Гегель считал взаимозаменяемость. Однако он признавал, что при усложнении описания на уровне физических явлений, включающем более широкий спектр физических свойств, оно уже не выполняется. Кроме того, математизация системных процессов наталкивается на труднопреодолимые препятствия, связанные с несовершенством математического аппарата.

В XIX веке Ч.Дарвин создал учение, легшее впоследствии в основу не только современной биологии, но и западной теории менеджмента (бихевиоризм) и даже социальной философии (социобиологии). Философское значение дарвинизма заключается в попытке каузально-механистического объяснения явления "**целесообразности**", встречающейся в природе и жизни человека.

Начиная с конца XIX века, системная проблематика постоянно находилась в поле зрения науки. Дальнейшее развитие естественно-научных знаний неизменно придерживалось концепции системного строения Вселенной. В качестве иллюстрации этого можно привести множество примеров практически из всех отраслей научного знания: от открытия Д.И.Менделеевым Периодической системы элементов до теории относительности А.Эйнштейна.

Особое внимание уделялось вопросам структуры и организации систем. К числу наиболее значимых исследований можно отнести открытие академика Е.С.Федорова, опубликованное в 1891 году. Суть его заключается в том, что

⁴ См.: Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986. – С. 140.

⁵ См.: Гегель Г.В.Ф. Энциклопедия философских наук. Т.2. Философия природы. – М.: Мысль, 1975. – С. 62.

хотя любое вещество при определенных условиях кристаллизуется, но в природе может существовать лишь 230 типов кристаллической решетки.

Несмотря на то, что это открытие было совершено в области кристаллографии, его значение для развития системных представлений в науке трудно переоценить. Ключевая мысль открытия Федорова заключается в следующем: *все невообразимое разнообразие природных тел имеет в своей основе весьма ограниченное число исходных форм.*⁶

Это диалектически важное утверждение в равной степени применимо для языковых конструкций, принципов молекулярного строения вещества, музыкальных произведений и любых других систем. Однако Федоров установил и некоторые закономерности развития систем. Основное из них состоит в том, что механизмом системной эволюции является не адаптированность систем, а способность к адаптации («*жизненная подвижность*»), не стройность структуры, а способность к ее повышению. Федорова вполне заслуженно следует отнести к числу основоположников общей теории систем.

Можно долго перечислять достижения естественно-научного знания, так или иначе внесшие свой вклад в формирование методологической базы *Общей теории систем*. Однако есть научная дисциплина, кардинально изменившая представления о строении и эволюции Вселенной.

Эта дисциплина – *термодинамика*. Открытие *закона сохранения энергии* имело далеко идущие методологические последствия. В их числе можно назвать представление об обществе и человеке как о системах, преобразующих энергию внешней среды.

В 1865 году Р.Ю.Э.Клаузиус сформулировал понятие "*энтропия*". Этот термин позволил выйти за рамки закона сохранения энергии и обозначить принципиальное различие между "*полезными*" обменами энергии и "*диссипированной*" энергией, теряемой необратимо.

Вслед за логическими построениями Ньютона, буквально взорвавшими идеалистическую картину мира, появилась новая концепция мироздания, постепенно внедряющаяся в методологию естественных и общественных дисциплин. Два термодинамических принципа Клаузиуса, перевернувших сложившуюся систему взглядов, звучат очень просто.⁷

1. *Энергия мира постоянна.*

2. *Энтропия мира стремится к максимуму.*

Пригожин пишет по этому поводу: *"Возрастающая энтропия перестает быть синонимом потерь. Теперь она относится к естественным процессам внутри системы. Под влиянием этих процессов система перехо-*

⁶ То же самое можно сказать и по поводу Периодической системы Д.И.Менделеева.

⁷ Clausius R. Annalen der Physik, 1865, Bd.125, S. 353.

дит в термодинамическое "равновесие", соответствующее состоянию с максимумом энтропии".

В 1878 г. французским ученым Г.Бернаром впервые была сформулирована идея **гомеостаза**. Под гомеостазом он понимал свойство организма поддерживать параметры в определенных границах, основанное на внутренней устойчивости организма к возмущающим воздействиям внешней среды. В 1929 г. американский биолог У.Кеннон предложил использовать термин "**гомеостаз**" в связи с концепцией "**мудрости тела**".

Дальнейшие события развивались по уже известной схеме: методологические достижения естественно-научных дисциплин выступили в качестве основы реформирования общественных наук. Началось все с позитивизма, философского течения, в наибольшей степени испытывавшем на себе влияние новой парадигмы.

Философский позитивизм заменил понятие *каузальности* понятием "**функциональная зависимость**", понятие *причины* – понятием "**совокупность условий**". Этот подход исходит из того, что не существует явлений, зависящих от единственной причины. Отсюда понятие "**причины**", примененное ко всем факторам процесса, идентично понятию "**условия**". Однако для нас гораздо важнее то, что сам принцип каузальности стал одним из основных принципов развития науки XIX-XX веков.

В России значительным шагом в изучении системности стал выход в 1911-25 гг. трехтомного труда яркого представителя русского позитивизма А.А.Богданова «**Всеобщая организационная наука (тектология)**».⁸ Научная ценность тектологии связана с идеей Богданова об определенной степени организованности всех существующих объектов и процессов.

В отличие от конкретных естественных наук, тектология была призвана изучать общие закономерности организации систем всех уровней. Явления рассматриваются в ней как непрерывные процессы организации и дезорганизации. Богданов не дал четкого определения понятия «**организация**». Однако он отмечал, что организованность системы настолько выше, насколько существеннее свойства целого отличаются от свойств его составных частей.

Тектология впервые уделила приоритетное внимание закономерностям развития организации, изучению соотношений устойчивости, роли открытости и обратных связей. При этом Богданов акцентировал внимание на том, что собственные интересы систем могут не только совпадать с интересами системы высшего уровня, но и противоречить им.

Большое внимание Богданов уделил рассмотрению проблемы кризисов, таких моментов в истории систем, когда в них происходит спонтанная перестройка структуры. Он подчеркивал роль моделирования и математики

⁸ Совр. издание: Богданов А.А. Всеобщая организационная наука (тектология). Т. 1-2. – М.: Экономика, 1989.

как потенциальных методов решения задач тектологии. По уровню и широте обобщений тектология Богданова сопоставима с традиционной философией, хотя и носит в основном эмпирический характер, опираясь на экспериментальные методы исследования.

Словарь «Русская философия» указывает, что тектология Богданова берет на себя функции философии, но на совершенно ином качественном уровне. Это единственная наука, которая призвана, не только вырабатывать свои методы познания, но еще исследовать и объяснять их.

Поэтому она представляет *"завершение цикла наук"*. Тектология была призвана стать фактором перестройки познавательной деятельности через преодоление прогрессирующей научной специализации на основе выдвинутых Богдановым общих понятий.⁹

Достаточно широко системные представления развивались и в западной философской науке. В начале XX века английский философ А.Н.Уайтхед убедительно продемонстрировал связь между *философией отношения* и *философией инновационного становящегося*.

Он впервые утверждал, что ни один элемент природы не может быть перманентной основой изменяющихся отношений, поскольку каждый элемент обретает тождество в своих отношениях с другими элементами. В процессе своего генезиса сущее унифицирует многообразие мира, поскольку добавляет к этому многообразию некоторое дополнительное множество отношений.

Однако по-настоящему массовое осознание системности мироздания и человеческой деятельности началось с 1948 г., когда американский математик Норберт Винер опубликовал книгу под названием *"Кибернетика"*.¹⁰ Первоначально он определил кибернетику как *"науку об управлении и связи в животных и машинах"*. Позднее Винер перешел к анализу с позиций кибернетики и социальных процессов.

Кибернетика претендовала на рассмотрение как технических, так и биологических, экономических, социальных процессов. Подход Винера основывался на изучении внутрисистемных связей, а функционирование систем рассматривалось как отклик на внешние воздействия.

В том же 1948 году англичанин У.Р.Эшби применил представление о гомеостазе для обоснования моделирования широкого круга систем (биологических, технических, социальных) с обратной связью. Гомеостатичность сложных систем достигается посредством целого комплекса вспомогательных связей и процессов.

В то же время абсолютный гомеостаз недостижим. Применительно к живому организму это подтверждается неизбежностью болезней и старе-

⁹ См.: Русская философия: Словарь. – М.: Республика. 1995. – С. 40.

¹⁰ Русский перевод см.: Винер Н. Кибернетика. – М.: Советское радио, 1958.

ния, по отношению к техническим системам – их износом, а также способность адекватно реагировать только на строго определенные воздействия.

Параллельно и независимо от кибернетики возник другой подход – *Общая теория систем*. Идея построения теории, применимой к исследованию систем любой природы, была выдвинута австрийским биологом Л.Берталанфи. Одним из путей обоснования своей концепции Берталанфи видел изучение структурного сходства закономерностей, выявленных в различных дисциплинах и выделение на этой основе общесистемных закономерностей. Наиболее важным достижением Берталанфи стало введение понятия *открытой системы*.

Берталанфи подчеркивал определяющее значение обмена систем веществом, энергией и информацией с окружающей средой. В открытых системах устанавливается динамическое равновесие, которое может быть направлено в сторону усложнения организации.

Функционирование систем уже не является просто откликом на изменение внешних условий, а следствием сохранения старого или установления нового внутреннего равновесия системы. Здесь присутствуют как кибернетические идеи гомеостаза, так и особенности поведения чисто биологического свойства.

Современный прорыв в исследовании систем был совершен бельгийской научной школой во главе с И.Р.Пригожиным. Развивая термодинамику неравновесных физических систем (за которую Пригожин был удостоен в 1977 г. Нобелевской премии), он обнаружил, что выведенные закономерности относятся к системам любой природы.

Пригожин заново сформулировал многие известные прежде положения:

- иерархичность системной структуры;
- несводимость друг к другу и невыводимость друг за друга закономерностей разных уровней организации;
- присутствие случайных процессов на каждом уровне организации и др.

Но и это еще не все. Пригожин предложил новую, оригинальную теорию системодинамики. Наибольший интерес представляют те ее моменты, которые раскрывают механизм самоорганизации систем.

Согласно теории Пригожина, материя не является пассивной субстанцией; ей присуща спонтанная активность, вызванная неустойчивостью неравновесных состояний, в которые рано или поздно приходит любая система в результате взаимодействий с окружающей средой.¹¹ Важно, что в критические моменты (называемые "*особыми точками*" или "*точками бифуркации*") принципиально невозможно предсказать, станет

¹¹ См.: Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986. – С. 14.

система менее или более организованной ("диссипативной", по терминологии Пригожина).

Однако самое выдающееся достижение Пригожина заключено в формулировке его знаменитой теоремы, которая гласит:

*то выделенное состояние, к которому стремится система, отличается тем, что в нём перенос энтропии в окружающую среду настолько мал, насколько это позволяют наложенные на систему граничные условия.*¹²

Эта чрезвычайно плодотворная идея в очередной раз перевернула устоявшуюся систему взглядов, но пока еще не нашла должного отражения в современной социальной философии. Если Клаузиус говорил о том, что энтропия мира стремится к максимуму, то Пригожин эмпирически доказал, что *системная эволюция*, наоборот, *стремится к минимуму переноса энтропии в окружающую среду*. Именно это ключевое противоречие лежит в основе самоорганизации материи во Вселенной.

Пригожину удалось конкретизировать диалектические закономерности процессов, протекающих в природе, обществе и познании. Возникла единая всеобъемлющая концепция мироздания, значение которой трудно переоценить. Хотя и сегодня так называемый "*системный подход*", основанный на постулатах теории систем, является пока недостаточно укоренившимся подходом.

Тем не менее, можно утверждать, что концепция самоорганизующихся систем обеспечила современную науку новой методологической базой для интеграции концепций, разработанных предшествующими школами. Часть их, даже несмотря на явные недостатки, имеет огромную ценность, так как органически вписывается в общую теорию систем, дополняя и конкретизируя ее применение.

Можно даже сказать, что теория самоорганизации Пригожина предложила более глубокий подход к анализу системных процессов. Не просто через объяснение адаптационных реакций систем на внешние воздействия (как это делают, например, социобиологи), но через диалектический подход к цивилизации как к проявлению процесса планетарной самоорганизации материи, в частности, и общей самоорганизации Вселенной – в целом. Иногда теория самоорганизации И.Р.Пригожина находит свое подтверждение в самых, казалось бы, консервативных научных дисциплинах.

Для наглядности рассмотрим новое для современной науки направление – *фрактальную геометрию*. Оно сформировалось в 1964 году, когда американский математик польского происхождения Бенуа Б. Мандельброт неожиданно для себя обнаружил, что в хаотической картине графического

¹² См.: Там же. – С. 193.

представления некоторых хорошо известных формул существует не только структура, но и закономерности ее организации.

Но самое удивительное было в том, что некоторые геометрические конструкции, созданные Мандельбротом, удивительно напоминали строение объектов живой и неживой природы. Немецкие ученые Х.-О.Пайтген и П.Х.Рихтер, авторы книги *«Красота фракталов. Образы комплексных динамических систем»*, пишут: *«Фракталы вокруг нас повсюду, и в очертаниях гор, и в извилистой линии морского берега. Некоторые из фракталов непрерывно меняются, подобно движущимся облакам или мерцающему пламени, в то время как другие, подобно деревьям или нашим сосудистым системам, сохраняют структуру, приобретенную в процессе эволюции»*.¹³

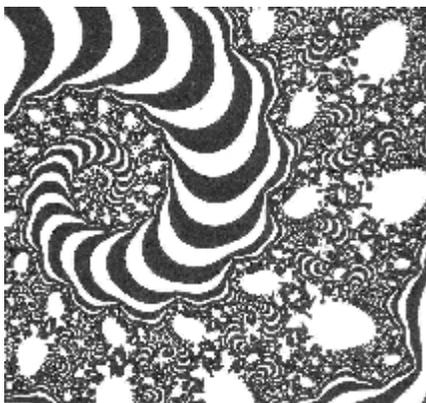


Рис. 1. Модель роста популяции (динамика Ферхюльста)

До сих пор этот факт не получил пока должного осмысления. Хотя, что иное, как не общность законов природы и познания лежит в основе описанных явлений в современной науке? На рис. 1 показано, как выглядит компьютерная модель одного из фракталов.

В результате научного прорыва мы оказались сегодня на пороге очередного коренного пересмотра не только естественно-научной, но и социально-философской методологии. Задачи теории систем на современном этапе наиболее точно сформулировали новосибирские ученые Ф.И.Перегудов и Ф.П.Тарасенко:

«... наибольшую ценность общей теории систем представит не столько ее математическое оформление, сколько разработка целей и задач системных исследований, развитие методологии анализа систем, установление общесистемных закономерностей».¹⁴

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Прокомментируйте основные тенденции развития системных представлений.
2. Назовите основополагающие понятия, сыгравшие важную роль в развитии системных представлений.
3. Сделайте выводы о направлении развития системных представлений.

¹³ См.: Пайтген Х.-О., Рихтер П.Х. Красота фракталов. – М.: Мир, 1993. – С. 9.

¹⁴ См.: Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1989. – С. 28.

Рекомендуемая литература:

1. Могилевский В.Д. *Методология систем: вербальный подход*. – М.: Экономика, 1999.
2. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. *Введение в системный анализ. Учебное пособие*. – М.: Высшая школа, 1989.
3. Пригожин И.Р., Стенгерс И. *Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой*. – М.: Прогресс, 1986.

ЛЕКЦИЯ 2. СТРОЕНИЕ МИРОЗДАНИЯ

Современная космология утверждает, что 15 миллиардов лет назад в результате Большого Взрыва родилась наша Вселенная. **Теория горячей Вселенной** является сегодня общепринятой в современной астрофизике. Кроме того, эта теория великолепно согласуется с **Общей теорией систем (ОТС)**. Согласно современным представлениям началом истории мироздания стал взрыв космической *протокапли*, сжатой до чудовищной плотности и состоящей из фотонов, протонов, электронов и нейтрино. Принято считать, что плотность этой капли достигала величины 10^{91} г/см³ с радиусом всего 10^{-12} сантиметров. Размеры не более электрона!

Уже через 0,01 секунды после Большого Взрыва температура *протокапли* составила приблизительно тысячу миллиардов градусов. Первым из атомов образовался водород – самый примитивный элемент, основа строения Вселенной. Через 30 секунд температура снизилась до нескольких миллиардов градусов. И сразу же началось спонтанное образование гелия – второго после водорода элемента новой Вселенной.

Еще через миллиард лет от протокапли не осталось ничего. Вселенная расширялась и за счет этого постепенно остывала. Образовались пылевые облака. Некоторые из этих облаков концентрировались, преобразуясь в звезды. В звездах происходили сложные процессы синтеза химических элементов. И теперь эти процессы еще далеки от своего завершения.

Нынешняя **структура распределения вещества во Вселенной** характеризуется контрастом плотности вещества в заданном пространственном масштабе. Анализ расположения галактик в пространстве напоминает цепочки или волокна (*фракталы*).

Внутри ячеек в цепочках галактик мало, а в волокнах – много. Большие скопления галактик расположены на пересечениях волокон. Однако в более глобальном масштабе материя относительно равномерно заполняет пространство наблюдаемой Вселенной со средней плотностью $3 \cdot 10^{-31}$ г/см³.

Теории эволюции Вселенной

Теория Большого Взрыва гласит, что хотя размеры Вселенной и конечны, но она не имеет точных границ. Если бы наблюдателю удалось достигнуть самых отделенных галактик, то он увидел бы, что со всех сторон

его окружают еще более удаленные галактики. Это обстоятельство вызвано тем, что пространство-время искривлено и не имеет границ. Геометрическое объяснение такого явления в XIX веке дал великий русский математик Лобачевский.

В конце XIX века неразрешимой загадкой космологии был т.н. **«парадокс Олберса»**: *Если звезды распределяются равномерно по бесконечной Вселенной, то при отсутствии препятствий на пути света звезд, все небо должно иметь яркость солнца за счет света бесконечных звезд, заполнивших небосвод.*

Это противоречие устранил в 1915 году Альберт Эйнштейн. Он предположил, что пространство и вещество во Вселенной, хотя и конечны, но не имеют границ. *Если Вселенная напоминает двухмерную сферу (поверхность шара), писал он, то эта Вселенная будет конечной, не имея при этом границ.*

Современная система взглядов на самоорганизацию Вселенной начала складываться в конце 1920-х гг. В 1929 году Артур Эддингтон предположил, что звездная энергия возникает в результате преобразования атомов водорода в гелий и что между массой звезды и ее яркостью существует прямая зависимость. Постепенно выяснилось, что классы звезд представляют собой ни что иное, как различные этапы звездной эволюции.

И сегодня основным показателем звездной классификации служит величина спектральных линий водорода в излучении звезд. По критериям температуры звезды подразделяют на семь классов: O, B, A, F, G, K, M. По спектру излучения звезды можно судить о ее температуре, цвету и химическому составу. Классифицируя звезды по химическому составу можно получить представление о рождении, эволюции и источниках энергии звезд.

Идея о расширяющейся Вселенной впервые возникла у американского астронома Эдвина Хаббла, обнаружившего, что по мере удаления от нас галактики движутся быстрее. В 1929 году он выявил закономерность: **скорость удаления галактик прямо пропорциональна расстоянию до них.** Этот показатель составляет около 100 км/с. В 1931 году бельгиец Жорж Лемэтр предположил, что в данном случае мы наблюдаем следствие Большого Взрыва или т.н. **“первичного атома”**, содержащего в себе все вещество и энергию Вселенной.

Фактическим подтверждением этой теории стало открытие в 1965 году микроволнового фонового излучения в космосе, оставшегося после Большого Взрыва. Кроме того, стабильность наблюдаемой Вселенной поставило под сомнение наличие на ее краю молодых, очень плотных объектов – квазаров.

Современные данные о самоорганизации Вселенной после Большого Взрыва блестяще подтвердили не только теорию относительности А.Эйнштейна, но и бесспорность самого подхода. Эти данные свидетельствуют о том, что в протокапле, ставшей прародительницей нашей Вселенной не

было ничего, кроме гигантского количества энергии. И уже позднее, в результате термоядерных реакций, возникли химические элементы, составляющие первооснову нашего бытия.

Взаимосвязь энергии и материи

Теория относительности утверждает, что энергия E тела неразрывно связана с его массой m через соотношение $E=mc^2$, где c – скорость света в вакууме. Любое тело обладает энергией. Если m_0 – масса покоящегося тела, то его энергия покоя $E_0 = m_0c^2$. Эта потенциальная энергия может переходить и в другие виды энергии при превращениях элементарных частиц (распадах, ядерных реакциях и т.д.).

Из формулы Эйнштейна следует главный вывод – энергия и масса не есть что-то различное, они эквивалентны как две стороны одной медали. И эта эквивалентность лежит в основе любых процессов самоорганизации материи. До создания А.Эйнштейном специальной теории относительности в 1905 году законы сохранения массы и энергии существовали как два независимых закона.

В теории относительности эти два закона слились в единый **закон сохранения энергии**. Согласно **закону сохранения энергии**, энергия сохраняется в изолированной системе. Этому закону подчиняются все известные процессы в природе. В изолированной системе энергия превращается из одной формы в другую, но ее количество остается неизменным. Парадокс заключается в том, что, по-видимому, единственной полностью изолированной системой является наша Вселенная.¹⁵

И это подтверждается астрономическими наблюдениями. Любая система состоит из атомов. В изолированной системе атомы взаимодействуют только между собой, и их суммарная энергия остается неизменной.

Под **энергией** в современной науке принято понимать **общую количественную меру движения и взаимодействия материи**. Это понятие связывает воедино все явления природы.¹⁶

Сохранение энергии связано с однородностью моментов времени – с тем, что все моменты времени взаимно эквивалентны и физические законы не меняются со временем. Закон сохранения механической энергии был установлен в 1686 году Г.В.Лейбницем, а для немеханических явлений – Ю.Р.Майером (1845), Дж.П.Джоулем (1843-50) и Г.Л.Геймгольцем (1847).

В соответствии с формой движения материи, энергия может носить самый разнообразный характер: механический, электромагнитный, ядерный и т.д. Эта градация достаточно условна.

¹⁵ Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986.

¹⁶ БСЭ, 3 издание, т.30. – М.: БСЭ, 1978. – С. 191.

Так, к примеру, химическая энергия складывается из кинетической энергии движения электронов и электрической энергии взаимодействия электронов друг с другом и с атомными ядрами. Внутренняя энергия равна сумме кинетической энергии хаотического движения атомов относительно центра масс тел и потенциальных энергий взаимодействия атомов друг с другом.

Энергия системы зависит от параметров, характеризующих ее состояние. Если речь идет о непрерывной среде или поле, принято вводить понятие *плотности* потока энергии, равной произведению плотности энергии на скорость ее перемещения.

Поэтому в процессе перехода системы из одного состояния в другое изменение энергии не зависит от способа перехода. Причина этого заключается в том, что *энергия – это показатель состояния системы*. Изменение энергии в системе происходит через совершение работы и сопровождается передачей в систему некоторого количества тепла.

Рассмотрим, как происходит энергетический обмен на атомарном уровне. Почти вся масса атома сосредоточена в очень небольшой области по сравнению с его общим объемом. Эта область называется *ядром атома*. Атомы состоят из *протонов* и *электронов*. Весь остальной объем атома занимают *электроны*. Протоны входят в состав ядра, а электроны вращаются вокруг него.

Для того чтобы получить представление о строении и скрытой энергии мироздания, представим, что модель атома соответствует по размерам спортивному стадиону на 70 тыс. мест. Для сравнения – ядро атома будет напоминать спичечную головку. Атом водорода имеет только один протон. Он будет расположен в центре стадиона. Электрон, который примерно в 1840 раз легче протона, хаотично движется по всему пространству стадиона.¹⁷

Ядро атома гелия можно представить в виде четырех булавочных головок (двух протонов и двух нейтронов). В нашей модели два электрона атома гелия будут перемещаться по всему пространству стадиона. Но самое поразительное заключается в том, что четыре спичечных головки, составляя почти всю массу атома, занимают ничтожно малое пространство в центре стадиона!

И при этом частицы атома тоже не монолитны и далеко не конечны.... По сути, мы имеем дело с материей как формой самоорганизации энергии.

Оппоненты могут возразить, что в микромире действуют непонятные современной науке законы: причина может идти впереди следствия. Да и обыкновенный свет проявляет себя в различных экспериментах различно – как волны или как частицы. Для нас это не так важно.

В любом случае мы имеем дело с объективной реальностью. Неспособность объяснить некоторые явления свидетельствует лишь о том, что мы не обладаем пока соответствующим категориальным аппаратом. А энерге-

¹⁷ Подробнее см.: Химия. Учебник. – М.: Мир, 1972.

тическую природу света можно легко проверить, зажигая бумагу при помощи обыкновенной лупы.

Биохимические процессы

Теперь перейдем к рассмотрению энергетических процессов, протекающих на планетарном уровне. К ним можно отнести в первую очередь химические и биохимические процессы.

Наша планета, Земля – источник всех веществ, которые мы повседневно используем в своей деятельности. Существование Земли целиком зависит от Солнца – основного источника энергии. При этом Земля также излучает энергию в космическое пространство.

Если количество излучаемой Землей энергии будет больше приобретаемой энергии, то Земля начнет охлаждаться, если же меньше, то Земля будет нагреваться. Нынешний устойчивый баланс поддерживается за счет солнечной энергии.

Часть получаемой от Солнца энергии накапливается в виде химической энергии при образовании новых веществ, особенно органических соединений. Таким образом, все вещества, которые использует цивилизация, происходят главным образом из Земли.

Однако источник эволюционных процессов – все-таки Солнце. Речь идет не только об энергии, накопленной в природных топливах, например, каменном угле и нефти, или ядерной энергии. Сюда же следует отнести биохимическую энергию растительного или животного происхождения, потребляемую с пищей и даже непосредственно солнечную энергию.¹⁸

Химические реакции – основа жизни на Земле. И нет более важного аспекта химических реакций, чем сопровождающие их энергетические эффекты. Не случайно энергетическая сущность любых химических реакций выражается в килокалориях выделяемого или поглощаемого тепла. Это неотъемлемое свойство строения вещества во Вселенной.

С точки зрения биохимии все живые организмы, начиная от бактерий и заканчивая человеком, являются высокоорганизованными системами химических соединений. Для обеспечения жизнедеятельности живых организмов необходима энергия и воспроизводство веществ, лежащих в основе их строения.

При этом химическое строение даже простейших животных или растений чрезвычайно сложно. Они состоят из множества соединений, которые вступают в сотни промежуточных реакций.

Согласно первому закону термодинамики (*закону сохранения энергии*) для любого химического процесса общая энергия системы и ее окружения всегда остается постоянной. Энергия не исчезает и не возникает вновь.

¹⁸ Чижевский А.Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотаксия. – М.: Мысль, 1995.

Следовательно, если какая-либо биохимическая система приобретает энергию, то такое же количество энергии изымается из ее окружения, и наоборот. Энергия может перераспределяться, переходить в другую форму или претерпевать сразу оба превращения, но она *не может появиться ниоткуда*.

Из второго закона термодинамики следует, что *вещество и энергия стремятся к состоянию максимальной неупорядоченности (энтропии)*. Однако системная самоорганизация, наоборот, направлена в сторону роста упорядоченности. Причем этот процесс также сопровождается поглощением внешней энергии. Высокоупорядоченные системы легко разрушаются, если на поддержание их устойчивости во внешней среде не затрачивается энергия.

Описанные явления наблюдаются как на физическом, так и на химическом и биологическом уровне. Если не учитывать усложнения системной организации, энергетическая сущность происходящего не меняется. Фактически все биологические процессы в природе можно описать на основе этих двух законов термодинамики.¹⁹ И человек также является, прежде всего, самоорганизующейся биохимической системой.

Это явление хорошо известно нам из школьного курса органической химии. **Окисление** происходит через утрату электронов. Противоположный процесс присоединения электронов называют **восстановлением**.

Эти процессы протекают одновременно: электроны передаются от окисляющегося **донора** к **акцептору** электронов, который при этом восстанавливается. Такие реакции называются **окислительно-восстановительными**. Они лежат в основе всех биохимических процессов.

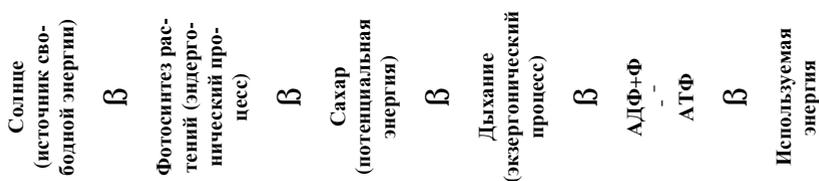


Рис. 2. Метаболизм живой клетки

Метаболизм живой клетки основан на совокупности процессов синтеза и распада, постоянно протекающих в ней в любой данный момент. Основную часть полезной энергии клетка получает за счет окисления питательных веществ в процессе дыхания.

И вообще, любое вещество наравне с массой обладает свойством, обозначаемым в химии термином «**теплосодержание**», т.е. *мерой энергии, накапливаемой веществом в момент образования. Тепловой эффект равен разности между теплосодержанием продуктов реакции и теплосодержанием реагирующих веществ*.

¹⁹ Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. Т. 1. – М.: Мир, 1996. – С. 338.

Если теплосодержание реагирующих веществ больше, чем у продуктов реакции – выделяется тепло. Если наоборот – тепло поглощается. По мере усложнения системной организации живым системам требуется все больше энергии, и эффективность ее использования также возрастает.

На уровне растений мы наблюдаем сравнительно примитивные процессы фотосинтеза (в зависимости от внешних условий).

Животные организмы не только тратят энергию на поддержание температуры тела, дыхание и кровообращение. При этом они способны аккумулируют энергию и целенаправленно передвигаться в поисках благоприятных условий существования.

Энергетическая основа жизни для всех животных организмов – **глюкоза**. При окислении глюкозы в живом организме выделяется некоторое количество энергии (например, в условиях отсутствия кислорода ~ 20 ккал энергии). Глюкозу можно назвать «топливом», которая содержит энергию, необходимую для животных организмов.

Главным условием этого процесса является сгорание различных соединений углерода до CO_2 , который выделяется при дыхании. Углекислота – важнейший продукт окислительных процессов, при которых окисляется пища и высвобождается энергия.

Социоэнергетические процессы

Любая форма жизни, так или иначе, воспринимает окружающую среду. В соответствии с этим восприятием она приспосабливается к условиям внешней среды, чтобы обеспечить свое существование.

Такой механизм является единственно возможным механизмом самоорганизации. Жизнь, которая не реагирует на изменения внешних условий, неизбежно проигрывает в борьбе за выживание и погибает. Поэтому в ходе самоорганизации природа выработала множество адаптационных механизмов, действие которых направлено на максимизацию использования энергии окружающей среды. Для наглядности рассмотрим ряд конкретных примеров.

Так, растения при восходе солнца поворачивают свои листья на черешках так, чтобы как можно больше прямых солнечных лучей попало на их поверхность. Это позволяет листьям получать солнечную энергию, которая приводит в действие процессы фотосинтеза.

Насекомые, пресмыкающиеся, земноводные и некоторые млекопитающие (например, медведи, ежи) с наступлением осени находят уединенные места и впадают в спячку до весны. Во время спячки кровяное давление и температура тела у них понижены, процесс пищеварения замедляется.

Они затрачивают минимальное количество энергии на поддержание жизни. И вовсе не случайно то, что они впадают в спячку именно тогда, когда приток солнечной энергии сокращается, и добывать пищу становится очень сложно.



Рис. 3. Самоорганизация материи

Не менее интересно обстоит дело у человека. На его уровне самоорганизации действуют не только химические и биологические процессы преобразования энергии. Человек активно преобразует окружающую среду, создавая для себя наиболее комфортные

условия энергопотребления.

Одним из основополагающих постулатов *Общей теории систем (ОТС)* является утверждение, что все происходящие в природе и обществе процессы, будь то физико-химические, биологические, социальные или любые другие, имеют в своей основе энергетическую подоплёку. И в самом деле:

- мы ежесекундно потребляем кислород, который, окисляясь, отдает нашим организмам часть своей химической энергии;
- наша мыслительная деятельность обеспечивается через электрические импульсы в коре головного мозга;
- мы ежедневно принимаем пищу, энергетическая ценность которой определяется содержанием в ней определенного числа усваиваемых килокалорий;
- наше физиологическое существование поддерживается наличием четко определенных температурных границ (притоком тепловой энергии).

То же самое мы увидим, если рассмотрим глобальные экономические или иные социальные процессы: начиная от военных конфликтов и заканчивая научно-техническим прогрессом или социокультурными процессами. Продолжать перечень можно до бесконечности. Все в конечном итоге сведется к переработке ресурсов окружающей среды.

Неудивительно, что явления, имеющие общую энергетическую сущность, подчиняются общим закономерностям. Одной из таких закономерностей является фактор энтропийности. Иначе говоря, чем больше система восприимчива к внешним воздействиям окружающей среды, тем менее эффективно она использует поступающую извне энергию.

Если встать на такую точку зрения, тогда, к примеру, политическая борьба или банальная рыночная конкуренция сведутся к борьбе за перераспределение полезной энергии и все общественно-политические системы разделятся по признаку эффективности её использования.

Уберите из жизни современного человека фактор преобразуемой социумом энергии, и он не выживет даже в пещере, поскольку именно огонь был первым внешним источником полезной энергии, освоенной человечеством.

Есть старый анекдот о том, как актеры долго спорили между собой, кто же все-таки главный в театре, а затем пришел электрик и выключил свет.

Кстати, рынок в таком контексте представляет собой механизм приведения во взаимное соответствие альтернативных возможностей и альтернативных потребностей распределения полезной энергии. Однако об этом несколько позднее...²⁰

Социальная «энергетика»

Давно замечено, что в зимнее время года резко увеличивается количество депрессий, а в районах Крайнего Севера, где полгода стоит полярная ночь – это превращается в настоящую проблему. Причина такого явления кроется в биохимических особенностях человеческого организма – негативных явлений можно избежать, принимая витамины и кварцевые ванны.

Современная биология не усматривает каких-либо заметных отличий в строении организма человека и животных. Подтверждением этого может служить хотя бы то, что в своем внутриутробном развитии человеческий зародыш последовательно проходит все стадии самоорганизации форм жизни на Земле.

Одно кардинальное отличие все же есть. И это даже не размер головного мозга и не способность к прямохождению. Речь идет о *способности человека к абстрактному мышлению*, т.е. о способности индивидуума абстрагироваться от понятий «здесь» и «сейчас», мысленно выйти за рамки окружающей действительности. Этой способностью обладает только человек. По-видимому, именно она лежит в основе социальной самоорганизации. Следует отметить и другое. Не случайно потребности высшего порядка проявляются только после удовлетворения потребностей низшего порядка.

Описанная закономерность обусловлена энтропийностью процесса самоорганизации материи. Известный американский психолог и социолог А.Х.Маслоу предложил следующую иерархию, названную им *«пирамидой потребностей»*:

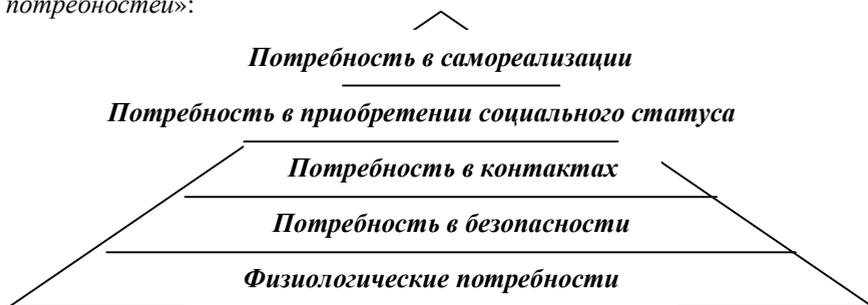


Рис. 4. Пирамида потребностей А.Х.Маслоу.

²⁰ Полезная (высвобожденная) энергия здесь – основа любого показателя производительной силы труда.

По этой схеме базовыми потребностями, определяющими общественное поведение, выступают биологические (витальные) потребности. Эти потребности лежат в основе как биологического, так и социального поведения.

Однако их не следует сводить к единому знаменателю – это потребности одной природы, но разного уровня. *Чем выше уровень социальных потребностей, тем о более высоком уровне самоорганизации индивидуума мы можем говорить.*

Задача общества заключается в формировании таких условий жизнеобеспечения, когда витальные потребности перестают довлеть над его членами. Доказательство очень простое (что называется «от противного»): ***при неудовлетворении базовых потребностей, потребности высших уровней, в конечном счете, теряют свою актуальность.***

Сегодня можно услышать многое о высшем предназначении того или иного народа, о необходимости отказа от строительства "общества потребления" и особом пути российской государственности. Религиозные и гуманистические призывы звучат на первый взгляд очень привлекательно. Особенно, если потребности первых двух уровней уже удовлетворены....

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. *Поясните роль явлений, описываемых законами термодинамики в процессе самоорганизации материи во Вселенной.*
2. *Покажите значение энергии на химическом, биологическом и социальном уровнях самоорганизации материи.*
3. *Прокомментируйте, почему Маслоу расположил потребности именно в том порядке, как показано на рисунке.*

Рекомендуемая литература:

1. *Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. В 3 т. – М.: Мир, 1996.*
2. *Концепции современного естествознания. Учебное пособие. / Под ред. Самыгина С.И. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.*
3. *Энгельс Ф. Диалектика природы. – М.: Политиздат, 1969.*

ЛЕКЦИЯ 3. ДИАЛЕКТИЧНОСТЬ САМООРГАНИЗАЦИИ

Сегодня широкое распространение получило мнение о том, что концептуальный подход классической науки уже не вполне отвечает требованиям современной жизни и нуждается в кардинальном пересмотре.²¹ В качестве главной проблемы классического подхода приводится тезис о потенциальной возможности познания окружающей нас

²¹ См. Василькова В.В. Порядок и хаос в развитии социальных систем: Синергетика и теория социальной самоорганизации. – СПб.: Лань, 1999. – С. 29-32.

действительности. Особенно актуально это положение для общегуманитарных дисциплин.

В самом деле, в научных кругах постоянно звучат утверждения о примате социальных начал над экономикой от социологов, приоритетности экономики над культурой от экономистов и еще огромное количество взаимоисключающих мнений. С позиций Общей теории систем проблема заключается в том, что представление о сущности явлений реально обусловлено скорее подходом наблюдателя, нежели действительным положением вещей.²²

Особенности различных подходов

Принципиальное отличие системной методологии состоит в попытке выйти за рамки традиционных прикладных дисциплин и изучить явление с позиций внешнего наблюдателя. Ведь если взглянуть, к примеру, на экономические процессы под иным углом зрения, то они легко трансформируются в процессы исторические, общественно-политические, социальные и т.д., где терминология и действующие факторы выглядят совершенно иначе.

Отсюда неизбежно следует, что *любое знание – это достаточно субъективное толкование реальности, обусловленное в первую очередь подходом наблюдателя, а уже затем объективными закономерностями.* Нашей субъективной интерпретации реальности всегда будет соответствовать вполне определенная мысленная конструкция.

Парадокс современной науки заключается в том, что узкодисциплинарные явления рассматриваются как обладающие своей собственной логикой вне взаимосвязи с окружающими процессами. К сожалению, невозможно создать такую методологию, которая позволит учесть абсолютно все проявления системных процессов. *И чем более общими становятся научные представления о социальных процессах, тем больше в них наблюдается обобщений и тенденциозности.*

Это не проблема реальности, а проблема методологии. В действительности мы наблюдаем лишь отдельные грани единого процесса развития техногенной цивилизации.

Иначе говоря, *отклонение параметров прогнозируемых моделей от реального состояния объекта исследования во всех случаях будет определяться несовершенством практикуемого подхода, основанного на вычлениении отдельных признаков сложнейшего процесса.*

Особенность системного подхода к пониманию сущности явлений иллюстрируется рисунком:

²² Т.Н. «эндогенный подход».



Рис. 5. Отражение самоорганизации материи в научных дисциплинах

Рассмотрим существенные различия основных методологических подходов к восприятию действительности.

Метафизический подход основан не на результатах естественнонаучных исследований, а на логических умозаключениях автора. Сначала автор ставит перед собой субъективную цель, а затем подводит под нее логическое основание. Этот подход самодостаточен, абсолютно ненаучен и отвечает лишь на один вопрос: «зачем происходит?».

Пример: *Человек – тварь Божия. Следовательно, говоря об экономике, нужно вести речь не о товарном, а о тварном хозяйстве. (С.Булгаков)*

Традиционный подход рассматривает социальные явления в рамках отдельных гуманитарных дисциплин, мало связанных между собой. Он самодостаточен и научен лишь в рамках собственной методологии, отвечая на вопрос "что происходит?"²³

Пример: *Экономическая теория изучает движущие силы и механизмы экономических явлений. Политические и социальные явления находятся вне поля зрения этой дисциплины, ими занимаются политология и социология.*

Бихевиористический подход рассматривает поведение потребителей на основе методологии социального дарвинизма, широко используя общие для всех живых организмов закономерности поведения. Этот подход более глубок и всеохватен, он отвечает как на вопрос "что происходит?", так и на вопрос "как происходит?".

Пример: *Методология изучения экономических явлений неразрывно связана с методологией изучения общебиологических явлений. И там и*

²³ Почти замкнутая, эндогенная система восприятия.

там в основе поведенческих реакций лежит адаптация к меняющимся условиям неблагоприятной внешней среды, а интерпретация явлений производится по схеме «стимул-реакция».

Системный подход использует методологию, охватывающую все проявления самоорганизации материи. Он отвечает не только на все предыдущие вопросы, но и на главный вопрос – "почему происходит?". Именно поэтому можно говорить о диалектичности выводов Общей теории систем.

Пример: Экономические процессы – это одно из проявлений социальной организации материи во Вселенной. В их основе лежат объективные термодинамические закономерности, усложняется лишь степень системной самоорганизации.

В России *метафизический подход* получил широкое развитие в середине XIX – начале XX веков. Речь идет о трудах русских философов и экономистов немарксистского толка.

Традиционный подход господствовал в течение всех лет Советской власти. Его основное преимущество – материалистическая трактовка действительности.

Бихевиористический подход ранее в России не культивировался и представлял собой излюбленный объект для критики буржуазных социально-экономических концепций. Этот подход лежит в основе современной западной теории менеджмента, о практической и научной ценности которой можно судить по показателям экономического развития развитых стран.²⁴

Системный подход, так или иначе, присутствовал в российской науке с начала 1920-х гг. (работы А.Богданова, Н.Кольцова и др.). Однако отдельные его постулаты неизбежно входили в противоречие с господствующей идеологией. Поэтому сфера применения Общей теории систем в СССР чаще всего ограничивалась изучением физических и биологических явлений.²⁵

Анализ существующих учебных программ показывает, что кризис гуманитарных дисциплин в России во многом обусловлен сегодня своего рода «топтанием на месте». Социально-экономические науки часто мечутся между традиционным, метафизическим и бихевиористическим подходами. Пока системный подход в социально-экономических дисциплинах внедряется очень медленно. Здесь есть широкое поле для плодотворной научной деятельности.

Материалистическое основание ОТС

В основе современных материалистических представлений лежит принцип каузальности (причинной обусловленности явлений). Считается, что связи между природными явлениями соответствуют этому принципу, поскольку речь идет об объективных связях, которые не могут противоре-

²⁴ См. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. – М.: Дело, 1994.

²⁵ См.: Проблемы методологии системного исследования. / Под ред. И.В.Блауберга и др. – М.: Мысль, 1970.

чить результатам естественно-научных исследований. Современное толкование каузального принципа выглядит следующим образом:

Каждое явление имеет свою причину и одновременно выступает в качестве причины другого явления. Причина и следствие образуют цепь, приходящую из прошлого, пронизывающую настоящее и исчезающую в будущем. Причина разделяется на (внешние) обстоятельства, при которых что-то совершается, (внутренние) условия, благодаря которым это происходит, и возбуждение, которое служит непосредственным поводом²⁶.

Все это можно отнести и к *Общей теории систем*. Есть, однако, некоторые существенные моменты:

1. Признание неизбежной субъективности результатов любого анализа природных и социальных явлений.

Динамика системных процессов чаще всего рассматривается на базе тех явлений, которые наблюдаются в избранной системе отсчета²⁷. В самом деле, было бы весьма затруднительно в единой системе отсчета сопоставить, скажем, влияние президентских выборов (речь идет о голосах избирателей) на величину национального дохода (финансовые показатели) или на рост рождаемости (демографические показатели).

Хотя учесть взаимное влияние этих мультипликативных факторов, используя методологию одной научной дисциплины не представляет труда. Так, влияние социально-экономических процессов на результаты выборов можно оценить через изменение политических пристрастий избирателей. Воздействие на экономику смены политического лидера, наоборот, через изменение экономических показателей.

Обе оценки будут грешить известной долей приближенности и не учитывать влияние мировых экономических явлений (например, изменения цен на энергоносители), климатических изменений (например, неурожайных лет) или поведенческих ошибок лидеров (локальных конфликтов).

2. Степень применимости *Общей теории систем* возрастает по мере повышения внутренней сложности систем.

В объектах живой природы её область применения шире, чем в неживой, а для сферы общественных отношений значение этой теории гораздо выше, чем для биологических систем.

При этом постулаты *Общей теории систем* не претерпевают кардинальных изменений по мере перехода к более сложным процессам (например, от физических к биологическим или от биологических к социальным). Они лишь приобретают новые особенности в соответствии со спецификой рассматриваемых явлений.

²⁶ Философский энциклопедический словарь. – М.: Сов. энцикл., 1989. – С. 205.

²⁷ Следует различать два понятия: система отсчета действующих факторов и система – как форма существования материи с обособленной структурой.

В сильно упрощенном виде суть этой теории сводится к следующему: *Хотя функционирование некоторых структур напоминает работу обособленных механизмов, но подавляющее большинство систем открыты – они обмениваются энергией или веществом (можно добавить – и информацией) с окружающей средой.*

Порядок и беспорядок в природе и обществе

Феномен системной самоорганизации состоит в появлении последовательности упорядоченных структур в первоначально бесструктурной материи. Системы не возникают случайно, их формирование вызывается объективными обстоятельствами. Другое дело, что случайность играет роль в нестабильной изменяющейся среде, где действует большое число влияющих факторов.

Однако эта случайность может стать закономерностью, если удастся учесть и проанализировать влияние всех действующих внешних факторов и внутренних возможностей адаптации систем. В реальной действительности это отчасти возможно сделать лишь по отношению к закрытым системам, поэтому вводится понятие *«случайность системных процессов»*.

С точки зрения Общей теории систем дилемма *«случайность-предопределенность»* синонимична дилемме *«порядок-беспорядок»*. Понять суть этого утверждения можно при помощи *теории динамического хаоса*, сформулированной в конце XIX века Л.Больцманом.

Теория динамического хаоса рассматривает появление хаоса в физических системах как следствие динамики этих систем. Не вдаваясь в глубинное содержание теории, остановимся на ее ключевых моментах. Согласно этой теории *порядок и беспорядок – два проявления динамического хаоса, присущего системам.* Попробуем разобраться в сущности приведенного тезиса. Илья Пригожин пишет, что единственной наблюдаемой замкнутой системой является наша Вселенная. Других замкнутых систем ни в природе, ни в обществе не существует...

Больцман теоретически обосновал тезис о том, что стремление к термодинамическому равновесию универсально для всех сложных замкнутых систем. Причем время течет в направлении, в котором происходят необратимые физические процессы. *Переходы в равновесное состояние создают время, задают его темп и направление.* Иначе говоря, изменение времени отражает переход материи Вселенной в равновесное состояние.

В равновесном состоянии (или в молекулярном хаосе) нет каких-либо структур. Полное разрушение структур ассоциируется со смертью. Направление больцмановского времени – это направление к смерти Вселенной. Однако и наш повседневный опыт, и астрономические наблюдения свидетельствуют о том, что *наряду с процессами разрушения структур, выравнивания температур и концентраций веществ идут разнообразные процессы самоорганизации материи.*

Как раз благодаря самоорганизации существуют все наблюдаемые формы жизни. Получается, что самоорганизующиеся системы не чувствуют течения больцмановского времени. Причина этого положения может быть только одна – **непрерывное расширение Вселенной**.

За сто лет существования гипотеза Больцмана о физической природе времени не получила ни развития, ни доказательства. Скорее всего, существование однонаправленного перехода порядка в беспорядок (хаос) не может определить направление течения времени во всех уголках Вселенной, так как существуют процессы самоорганизации материи, вектор которых направлен в обратную сторону адаптации к росту энтропии.

Однако для нас это уже не так важно.

Кстати, *психологическое время* неразрывно связано с процессами, идущими в организме и сознании человека, Темп его, как показали эксперименты, изменяется с изменением внешних условий и внутреннего состояния человека. Индивидуальное время по-разному течет у различных людей.

Дело в том, что организм человека, как и любая система со сложными внутренними и внешними связями, является **неинтегрируемой системой**. Такие системы несимметричны относительно прошлого и будущего: как бы точно ни задавалось прошлое, нельзя абсолютно точно предсказать будущее – слишком много внешних факторов влияют на их поведение.

Дальнейшее развитие Общей теории систем было неразрывно связано с началами термодинамики. Так, к примеру, **Второе начало термодинамики** говорит об однонаправленности процессов самоорганизации. Оно указывает направление, в котором распределяется энергия и которое не зависит от общего количества энергии. Речь идет о том, что хотя общее количество энергии неизменно в любом случае, но ее распределение изменяется необратимым способом.

Биологическая самоорганизация

Рассмотрим, как происходит самоорганизация в биологической среде. На этом уровне самоорганизации материи действуют те же законы, что и на предшествующих уровнях. Отличие заключается в том, что процессы приобретают большую сложность и энергоемкость. Поэтому с точки зрения научности бессмысленно сравнивать физико-химические и биологические процессы, также как бессмысленно сравнивать младенца и взрослого человека.

Справка

Жизнь в океане возникла более 3 млрд. лет назад. В настоящее время в океане обитают свыше 160 тыс. видов животных и около 10 тыс. растений. Размеры этих организмов варьируют от микроскопических бактерий до гигантских китов. Биомасса животного мира океана больше биомассы растений в 26 раз и составляет 30 млрд. тонн. Наиболее богатыми по биомассе являются субарктический и северный умеренные пояса. Животные обитают на всех глубинах. Растительные организмы развиваются, в основном, на глубине до 400 метров.

Еще в XIX веке И.М.Сеченовым было создано учение о поведении как рефлекторном взаимодействии организма с внешней средой. При этом категория рефлекса была преобразована в модель, важнейшим блоком которой стало открытое Сеченовым *«центральное торможение»* («задерживающее» влияние центров головного мозга на двигательную активность организма). Это позволило разработать систему оригинальных воззрений на высшие психические процессы – *«сознание и волю»* (*«Рефлексы головного мозга»*, 1863).

В работах Сеченова предвосхищалось понятие об обратной связи как факторе самоорганизации нервно-психической деятельности. Мышечное чувство трактовалось как система сигналов, несущих информацию о внешней реальности, об ее пространственно-временных параметрах, знание которых является *«прямым, идущим в корень»*. Биологические и духовные процессы признавались Сеченовым рефлекторными по своей природе.

Дальнейшее развитие учение Сеченова получило в работах академика И.П.Павлова. В основе подхода Павлова лежит принцип эволюционно-биологического объяснения функций организма как целостного образования, главным регулятором деятельности которого является нервная система. Начав с изучения кровообращения и пищеварения, он скоро перешел к исследованию поведения организма в целом, механизмов его адаптации к окружающей среде и факторов, под влиянием которых он приобретает новые поведенческие формы и реакции.

Отклонив представления о том, что указанные процессы определяются внетелесным началом (душой), Павлов доказал, что основным актом поведения является условный рефлекс, реализуемый высшими нервными центрами (корой больших полушарий головного мозга и ближайшей подкоркой).

Следуя Сеченову, Павлов представлял взаимодействие организма со средой на основе реакции на внешние сигналы. Эти сигналы позволяют организму различать свойства внешних объектов и эффективно реагировать на изменение внешней среды. Для человека сигналы носят системный характер, образуя две системы:

сенсорную – т.е. чувственную, которой соответствуют в психологическом плане чувственные образы – ощущения, представления;

вербальную – т.е. словесную, которой соответствуют слова человеческой речи (устные или письменные).

Благодаря вербальным сигналам через анализ чувственных образов у человека возникают обобщенные умственные образы (понятия). Этим определяется качественное различие между поведением животных, поскольку оно регулируется только первой сигнальной системой, и человека, в котором обе системы связаны и только в случае патологии наблюдается разрыв между ними.

Имея биологическую основу, условный рефлекс образован на базе рефлекса безусловного (определенной потребности). Если сигнал ведет к успеху

(подкрепляется), то между ним и ответным действием организма образуется связь, которая при повторах становится все более прочной. Тем не менее, такая связь является временной и если в дальнейшем не подкрепляется, то благодаря нервному процессу напряжения гаснет. (Как и усвоение этого текста...).

Вопреки утверждению, будто он представляет организм только чисто механическим устройством, реагирующим на внешние толчки, Павлов отстаивал активную концепцию поведения. Условные рефлексы предполагают деятельность головного мозга по анализу внешних раздражителей, ее неотделимость от внутренних побуждений (потребностей) организма. Тем самым было доказано преимущество детерминистского подхода к поведению человека в противовес концепциям, исходящим из субъективного метода анализа сознания.

Павлов изучил и другие рефлексы, в частности ориентировочный («*что такое?*»). Организм непрерывно задает этот вопрос окружающему миру, стремясь выяснить положение, в котором он оказался, и наилучшим образом «вычислить» то, что представляет наибольшую ценность. Павлов выдвинул концепцию различных типов нервной деятельности, положение о динамических стереотипах поведения и др. постулаты, однозначно свидетельствующие в пользу единой биологической основы мыслительного процесса человека и животных.

Биофизика и социальное поведение

Человек, не только природное существо, его основные характеристики – продукт не чисто биологического или социального, а общего развития материи. Это означает, что мышление человека не может развиваться в изоляции от внешней среды. Для развития мышления необходимо, чтобы человек как минимум был включен в общество.

История зафиксировала массу случаев, когда младенец, попадая в условия дикой природы, уподоблялся животному и уже никогда не приобретал человеческих качеств. На практике история о Маугли оказалась только красивой сказкой. Это свидетельствует о том, что:

- 1) *внешние условия определяют сознание и степень саморазвития личности;*
- 2) *первична все-таки биологическая основа, а не «духовная сущность» индивидуума.*

Кто-то из великих сказал: *«Истина не всегда таится на дне колодца. В насущных вопросах она чаще лежит на поверхности»*. Уберите биологическое из жизни человека и посмотрите – где тогда останется социальное (духовное, нравственное и прочее)? И наоборот.

Подлинная история матроса Селкирка (прообраза Робинзона Крузо у Д.Дефо) свидетельствует о стремительной деградации человека в условиях изоляции от общества (необитаемого острова). Причем деградации во многом необратимой. Но где можно услышать о том, чтобы дикое животное, попадая в человеческое общество, обретало человеческое сознание и становилось подобным человеку?

Объяснение очень простое – проще опуститься на одну эволюционную ступень ниже, чем подняться вверх. Но суть не в этом. Суть в том, что такая ступень не где-то в стороне, она здесь – в основе. И это тоже наша ступень.

За последние три тысячи лет ученые не обнаружили каких-либо заметных признаков эволюции человека: размер головного мозга, физиология и даже инстинкты не претерпели каких заметных изменений. Зато, какие потрясающие изменения произошли в социальной организации общества!

На первый взгляд этот факт может свидетельствовать о внеэволюционном характере социального прогресса. Однако сущность Общей теории систем и понятия "*стрелы времени*", за которые И.Р.Пригожин получил в 1977 году Нобелевскую премию, абсолютно исключают подобный подход как ненаучный и даже вредный. Любая самоорганизация по Пригожину – не есть что-то самодостаточное. И социальная самоорганизация также не является чем-то особенным.

Стрела времени направлена в сторону усложнения самоорганизующихся структур. Технологическое развитие мировой цивилизации определяется непрекращающимся сокращением ресурсов (нефти, других полезных ископаемых и т.д.).

Доказать это утверждение несложно. Достаточно представить существование современной цивилизации на технологическом уровне XVII или даже XIX века, но в экологической, демографической и ресурсной ситуации века нынешнего.

Отсюда следует вывод: *социальное развитие происходит не столько под действием цивилизационных волн, божественного предназначения или классовой борьбы, сколько обусловлено диалектическими закономерностями самоорганизации материи.*

Иначе говоря, человечество развивается по технологическому пути не потому, что кто-то этого хочет, а потому что оно вынуждено по нему развиваться. Особенно опасными представляются заблуждения, связанные с акцентированием нравственно-религиозных стереотипов. Такие концепции не только дезориентируют нацию, но и объективно снижают ее адаптационные возможности.

Рассмотрим, как на социальном уровне проявляются термодинамические закономерности. Еще выдающийся итальянский философ В.Парето отмечал, что *государство – это система, находящаяся в динамическом равновесии, где антагонистические интересы отдельных слоев и классов нейтрализуют друг друга.*

Приоритеты государственной стабильности определяют граничные рамки существования социальных систем низших уровней. Однако что, как не ресурсные потребности, игнорируемые на государственном уровне, лежат в основе центростремительных тенденций?

Можно даже сказать, что интересы государства во многом расходятся с *интересами общества*, которые можно определить как *совокупность*

интересов общности людей его составляющих. Приоритеты таких интересов распределяются в порядке очередности по схеме А.Маслоу. Это не системные интересы, поскольку говорить об обществе как о системе, состоящей из совокупности его членов, мы не можем. Почему?

Во-первых, не существует такого обособленного образования, обладающего собственными структурой, ресурсными потребностями и возможностями, как *общество*. В русском языке «*Общество (гражданское) – граждане одного государства*».²⁸ Во-вторых, само понятие социальной системы подразумевает наличие характеристик, не сводящихся к сумме индивидуальных характеристик ее членов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Прокомментируйте и приведите примеры различных подходов к пониманию развитию материи во Вселенной.
2. Охарактеризуйте значение порядка и хаоса в самоорганизации природы и общества.
3. Поясните системные особенности биологической и социальной самоорганизации.

Рекомендуемая литература:

1. Василькова В.В. Порядок и хаос в развитии социальных систем: Синергетика и теория социальной самоорганизации. – СПб.: Лань, 1999.
2. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. В 3 т. – М.: Мир, 1996.
3. Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания. Учебник. – Новосибирск: ЮКЭА, 1997.

²⁸ Даль В. Толковый словарь живого великорусского языка. // CD-ROM «Толковый словарь Даля». – С. 634.

РАЗДЕЛ II. ОСНОВАНИЯ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

ЛЕКЦИЯ 4. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ

Общая теория систем говорит о единстве процесса самоорганизации материи во Вселенной, одним из проявлений которой выступает самоорганизация биологических систем и развитие человеческой цивилизации. Уже отсюда логически следует тезис о единстве всех процессов в природе и обществе.

Общая теория систем рассматривает природные и общественные процессы через призму системного преобразования внешних ресурсов. Это не просто голая фраза. Из курса физики мы знаем, что *сущность материи во Вселенной заключена в энергии (речь идет о соотношении $m = E / c^2$, вытекающем из формулы Эйнштейна: $E = m \cdot c^2$).*

Однако говорить о энергетическом единстве природных и социальных явлений не всегда корректно. На разных системных уровнях мироздания проявлениям энергетических процессов присущи различные особенности:

на физико-химическом уровне – чистая энергия (тепло, гравитация);

на биологическом уровне – чистая энергия (тепло, гравитация) и ее производные (минерально-сырьевые ресурсы, биологические ресурсы);

на социальном уровне – чистая энергия (тепло, гравитация), ее производные (минерально-сырьевые и биологические ресурсы), информация (о способах добычи и переработки ресурсов).

Мы имеем дело с разными проявлениями единого процесса самоорганизации материи во Вселенной. Это чрезвычайно существенный тезис. Из него вытекают весьма важные выводы:

1. *цель научного знания заключается в построении всеобъемлющей концепции мироздания, охватывающей различные грани единого процесса самоорганизации материи;*
2. *задачи науки по достижению этой цели включают формирование единой методологии исследования, основанной на научном синтезе полученных знаний.*

Отсюда вытекает первый принцип Общей теории систем – ***принцип единства системных процессов в природе и обществе.*** Что означает некорректность рассмотрения явлений в отрыве от их энергетической составляющей, того стержня, на котором основана самоорганизация систем. Этот принцип отражает иерархичность структуры систем, когда системы рассматриваются в рамках нескончаемой схемы "... - подсистемы-системы-надсистемы-...".

Но он еще означает и то, что системная сущность биологических и социальных явлений состоит в усложнении самоорганизации, направленной в сторону уменьшения переноса энтропии во внешнюю среду. Можно даже сказать – по направлению к росту самоадаптации систем к внешним

условиям. Меняется сложность и формы существования систем, но суть системных явлений остается прежней. Траектории движения планет, морской прибой, деление клеток и политические коллизии с точки зрения самоорганизации – явления одного порядка.

Именно поэтому **закономерности функционирования систем социального уровня вытекают из принципов термодинамики**. На первый взгляд этот тезис звучит достаточно спорно. Однако если исходить из того, что социальная самоорганизация является составной частью общей самоорганизации материи, мы приходим к выводу о трансформации физических законов на социальном уровне.

Речь идет не о переносе естественно-научных закономерностей на социальную действительность, но о признании диалектического единства науки, вытекающего из единства процесса самоорганизации материи во Вселенной во всех его проявлениях. В любых системах есть внутренняя структура и внешние ресурсные потоки, все они характеризуются большей или меньшей степенью открытости для внешних воздействий. При этом способность систем воспринимать и обрабатывать информацию служит показателем самоорганизации на различных уровнях развития материи:

вода (*физико-химический уровень*) – пассивно адаптируется к изменению внешних условий, изменяя собственные физико-химические характеристики;

растение (*биологический уровень*) – гораздо сложнее ведет себя, обнаруживает зачатки информационного обмена с внешней средой, активно реагируя на смену дня и ночи, погодные условия и т.д.;

животное (*биологический уровень*) – обладает способностью к передвижению в пространстве, самостоятельно выбирает для себя наиболее комфортные внешние условия, воспринимает информацию не только по критерию "здесь", но и по критерию "там";

человек (*социальный уровень*) – активно формирует вокруг себя окружающую среду; он не только собирает информацию о ней, но и творчески анализирует эту информацию, преобразая окружающую действительность.

Во всех случаях, независимо от уровня самоорганизации, определяют поведение систем все-таки внешние условия и наличие внешних же ресурсов. *Различаются лишь способности к их восприятию*. Отсюда следует **главная особенность системного анализа – сопоставляются внешние условия функционирования систем и их внутренние возможности адаптации к этим условиям**.

Основное отличие Общей теории систем от предшествующих концепций заключается в следующем выводе: ***определяющую роль в конкурентной адаптации играют не внутренние (субъективные) устремления социальных систем, но внешние (объективные) условия их существования***. Под внешними условиями понимаются факторы, которые задают граничные условия систем и обуславливаются независимыми от них при-

чинами. К примеру, в социально-экономическом контексте внешние факторы можно разделить на три типа²⁹:

1) **Первичные внешние факторы** (*окружающая среда*), вызванные основополагающими причинами, влияющими на всю надсистему в целом:

а) *факторы природного характера* – запасы полезных ископаемых, климатические условия, стихийные явления и т.д.

б) *факторы социального характера* – социальная структура общества, эффективность государственного управления, национальные традиции и другие особенности, которые при социальном моделировании обычно не принято учитывать, так как они действуют в других системах отсчета.

2) **Вторичные внешние факторы** (*конкурентная среда*), возникающие при взаимодействии структур одного системного уровня:

факторы, обусловленные адаптационным поведением систем – объем и структура потребления, распределение ресурсных потоков, уровень промышленного развития и т.д.

Возможна и более глубокая систематизация, если рассматривать отдельную территорию или государство в целом:

2₁) *факторы, обусловленные взаимодействием структур в избранной совокупности*. Например, в системе: "банки – промышленность – торговля – транспорт – коммуникации". Такие структуры мы можем наблюдать, рассматривая деятельность крупных финансово-промышленных групп.

2₂) *факторы, вызванные внезапным переходом одной из систем на новый уровень самоорганизации*. В качестве примера можно привести бифуркационные изменения в текстильной промышленности после появления синтетических тканей.

3) **Управляющие внешние факторы** (*условия надсистемы*), воспроизводимые извне с целью катализации адаптационных реакций подсистем:

а) *блокирования внешних воздействий* (состояние закрытости), исходя из субъективно заданных тенденций развития. Примерами таких факторов могут служить дотации, субвенции, всевозможные целевые программы и т.д.

б) *стимулирования адаптационных возможностей* (состояние открытости). Это может выражаться в конкурсном финансировании научных исследований, образования, медицины, в развитии коммуникаций, связи, энергетики и многого другого.

В рамках традиционной экономической теории механизм действия управляющих факторов был описан еще в 1939 году П. Самуэльсоном под терминами «*мультипликатора*» и «*акселератора*».³⁰

²⁹ В отличие от внутренних факторов, возникающих при адаптации систем к условиям внешней среды и достаточно однородных.

³⁰ Первая группа факторов традиционно считается пассивной, обычно их действие учитывается по принципу "при прочих равных".

Все три группы факторов действуют независимо от самой системы и их причины находятся вне ее. Однако именно эти факторы в конечном итоге определяют поведение социальных систем. Следует отметить, что градация свойственна лишь внешним факторам, так как *внутренние факторы всегда однородны, поскольку речь идет об адапционном поведении систем в существующих граничных рамках.*

Слабость традиционного научного подхода заключается в отсутствии единой методологии, основанной на синтезе научных знаний о природе и обществе. В результате экономисты зачастую игнорируют влияние природных и социальных процессов на макроэкономические показатели, а философы неоправданно отделяют социальные процессы от их физико-химической, биологической и экономической подоплеки.

Вывод 1: В системном анализе принцип диалектического единства проявляется в отказе от рассмотрения систем вне взаимосвязи с внешними факторами.

Не менее подробно следует остановиться и на втором принципе общей теории систем – *принципе экзогенного характера самоорганизации систем.*³¹ И, если в биологии этот тезис не вызывает сомнений, то в социальных науках сегодня почему-то принято говорить об абстрактных "духовных корнях", "великом предназначении" того или иного народа. В общем, о чем угодно, но обязательно нематериальном и внебиологическом.

Разумеется, абсурдно звучит тезис о том, что революция 1917 года развивалась по первому принципу термодинамики или была вызвана причинами биологического свойства (например, по Фрейдю). Однако методологически вполне допустимо говорить о том, что I мировая война истощила финансовые ресурсы Российской империи, а экономический кризис и пики солнечной активности спровоцировали массовые волнения. Последнее обстоятельство на вполне объективных статистических данных убедительно показал в своих работах А.Л.Чижевский.³²

Общая теория систем рассматривает все проявления самоорганизации, начиная от общей самоорганизации Вселенной и заканчивая социальным развитием с.Усть-Ишим Омской области, в качестве различных проявлений единого процесса. Социальное взаимодействие в таком контексте представляет собой механизм приведения во взаимное соответствие альтернативных возможностей и альтернативных потребностей распределения полезной энергии (ресурсов).³³

³¹ Экзогенный – т.е. внешнего происхождения, вызываемый внешними причинами.

³² См.: Чижевский А.Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия. – М.: Мысль, 1995.

³³ Полезная (потребленная) энергия при этом выступает в качестве ведущего показателя самоорганизации системы.

В принципе, здесь многое было известно ранее. Новую методологию Общая теория систем сформировала, основываясь на достижениях естественно-научных дисциплин и классической диалектики. На ее основе системные аналитики могут сегодня осуществлять изучение конкретных явлений, учитывая различные факторы вне зависимости от междисциплинарных противоречий. Ни одна самостоятельная научная дисциплина по известным причинам не позволяет пока этого сделать.

Вывод 2: В системном анализе принцип экзогенности проявляется через аксиоматизацию примата внешних (прямых) над внутренними (обратными) показателями.

Третий важнейший принцип общей теории систем – ***принцип энтропийности процессов в природе и обществе.***

Основополагающим постулатом Общей теории систем является утверждение, что все процессы, происходящие в природе и обществе, будь то физико-химические, биологические, экономические, культурные, общественно-политические или любые другие – основаны на адаптации систем к росту энтропии. Сам термин пришел из термодинамики, где он обозначает меру необратимого рассеяния энергии.³⁴

Философский словарь трактует сегодня энтропию как ***"часть внутренней энергии замкнутой системы или энергетической совокупности Вселенной, которая не может перейти или быть преобразована в механическую работу"***.³⁵ Если принять во внимание тезис о том, что тепловая энергия и гравитация лежат в основе всего, что существует в нашей Вселенной, с этим определением вполне можно согласиться.

Если же попытаться дать более общее определение термина энтропии, характеризующего сущность процесса самоорганизации как на физическом, так и на всех других уровнях (включая социальный), мы получим: ***Энтропия – это неизбежный процесс рассеяния энергии расширяющейся Вселенной, единственной замкнутой системе мироздания.***

Чем больше вариантов распределения энергии в системе, тем больше показатель энтропии. Все процессы в неизолированной (открытой) системе сопровождаются увеличением энтропии. Отсюда, ***показатель энтропии определяется как разность между привнесенной извне и воспринятой системой полезной энергией (ресурсами).***

Однако нельзя не учитывать и то, что потери одних зачастую являются приобретением других. Одно дело, когда посеянные семена дают всходы, и самоорганизация биологической системы идет за счет солнечной энергии (то же и в животном мире). И другое дело, когда убыточное производственное предприятие получает большую часть прибыли за счет

³⁴ Второй принцип термодинамики.

³⁵ Философский энциклопедический словарь. – М.: ИНФРА-М, 1997. – С. 541.

внешних дотаций и его деятельность ложится дополнительным бременем на другие отрасли.

Вывод 3: В системном анализе принцип энтропийности проявляется через примат закона сохранения энергии (ресурсов) на всех уровнях системной самоорганизации.

Следующий основополагающий принцип Общей теории систем – это ***принцип неравнозначности явлений***, обусловленный несовпадением их характеристик. Он обладает абсолютной универсальностью независимо от используемого научного подхода. Суть этого принципа заключается в классической истине "*мир познается в сравнении*".³⁶

Парадокс заключается в том, что в окружающем мире практически не существует двух абсолютно тождественных систем. Поэтому мы можем говорить лишь о сравнительных показателях эффективности рассматриваемых структур (неважно – биологических, экономических или каких-либо других) в разных системах отчета.

Неравнозначность системных проявлений на социальном уровне обусловлена трудносопоставимостью действующих факторов. К примеру, малопродуктивно рассматривать с одних и тех же позиций уровень жизни фермеров в России, Канаде и Латинской Америке. Если в относительных и финансовых показателях и наблюдается кажущаяся однородность объектов исследования, то с учетом природных, структурных или правовых условий хозяйствования здесь наблюдаются существенные различия.

Вывод 4: В системном анализе принцип неравнозначности явлений проявляется через агрегирование нелинейно-связанных показателей.

В качестве пятого принципа общей теории систем следует выделить ***принцип двойственности интерпретаций*** системных процессов.³⁷ Этот принцип относится не столько к самим системным процессам, сколько к кардинальным различиям подходов внешних и внутренних наблюдателей в системе. Например, для внешнего наблюдателя в экономическом контексте:

$$\mathcal{E} = \mathcal{D} - \mathcal{I} = \mathcal{P};$$

тогда как для внутреннего наблюдателя:

$$\mathcal{E} = \mathcal{D} - \mathcal{P} = \mathcal{I} \quad \text{где,}$$

\mathcal{E} – энтропия в системе;

\mathcal{D} – общий приток ресурсов в социальной системе (доход);

\mathcal{P} – воспринятые социальной системой ресурсы (прибыль);

\mathcal{I} – не воспринятые социальной системой ресурсы (издержки).

Если наблюдатель находится внутри социальной системы, то для него в финансовых показателях за энтропию принимается размер совокупных

³⁶ См.: Энджел Дж.Ф., Блэкуэлл Р.Д., Миниард П.У. Поведение потребителей. – СПб: Питер Ком, 1999. – С. 286-296.

³⁷ В данном случае речь идет о неизбежной противоречивости оценок происходящего.

издержек в единицу времени. Если же наблюдатель располагается вне системы, то для него под энтропией системы будет подразумеваться разница между доходами и издержками (прибыль).³⁸

При этом усиление позиций одной социальной системы сопряжено с ослаблением позиций прочих участников экономических отношений. Так, *всплеск рентабельности производства свидетельствует о росте переноса энтропии в окружающую среду, когда производственная система изымает из окружающей среды больше ресурсов, чем расходует.*

Для прочих участников рынка происходит перенос энтропии из окружающей среды в производственную систему. Такие системы не могут долго существовать за счет накопленных внутренних ресурсов. Они вынуждены перестраиваться. Это может выражаться в форсировании маркетинговых исследований, НИОКР, смене ассортимента продукции и т.д.

Здесь мы наблюдаем проявление двух первых начал термодинамики на социальном уровне. И хотя энтропия может оказывать положительное или отрицательное влияние на отдельные системы, но смысловое содержание термина от этого не меняется. С позиций Общей теории систем мы можем рассматривать как деятельность отдельных предприятий, так и деятельность государства в целом, муниципальных образований, социальных учреждений.

Подход вовсе не исключает использование терминологии неэкономических дисциплин. Его новизна заключается в отказе от объединения позиций внешнего и внутреннего наблюдателей в социальных системах. Они диаметрально противоположны. Так же, как диаметрально противоположны оценки системных процессов на различных социальных уровнях.

Здесь содержится объяснение многих неразрешенных пока вопросов и противоречий. Таких, например, как конфликт между социальными интересами федерального центра и национальных образований в Российской Федерации. Обычно объяснение такого рода конфликтов принято искать в особом менталитете населяющих Россию народов,³⁹ несправедливом распределении собственности (марксизм), происках региональных мафиозных структур или, наоборот, безответственной федеральной политике.

Однако существует и иной подход – подход с точки зрения общей теории систем. Согласно этому подходу социальные конфликты возникают там, где возникают дисбалансы в ресурсных потоках с одной стороны и в разделении властных полномочий – с другой. Объективный анализ этих процессов позволяет не только своевременно выявлять назревающие конфликты, но и прогнозировать их последствия.

Вывод 5: В системном анализе принцип двойственности проявляется через разделение позиций внешнего и внутреннего наблюдателей.

³⁸ То есть ресурсы, которые система получает из внешней среды (надсистемы).

³⁹ См.: Савицкий П.Н. Континент Евразия. – М: Аграф, 1997.

Другой важный принцип теории систем – **принцип темпоральности, характеризующий зависимость системных процессов от хода времени.** Американские психологи Кэлвин С. Холл и Гарднер Линдсей приводят следующую характеристику проявления фактора темпоральности человеческого существования: **"Время в мире для того, чтобы быть использованным человеком. Время – всегда то, чего достаточно (или недостаточно) для того, чтобы сделать нечто"**.⁴⁰

Явление **темпоральности** (взаимообусловленность скорости и продуктивности процессов) не получило пока должного отражения в современных социальных теориях. Хотя сегодня вряд ли кто-либо станет отрицать, что реально не существует двух одинаково параллельных во времени производственных процесса так же, как не существует двух одинаковых по своей организационной структуре и структуре своих издержек общественных институтов.

С другой стороны сама социальная действительность постоянно демонстрирует проявления принципа темпоральности. В качестве примера можно привести такие явления как:

перегрев экономики – явление перепроизводства продукции, когда прирост объема валового производства в стране опережает прирост покупательной способности населения (возможностей потребления);

усталость избирателей – явление "перепроизводства идеологии", когда политические организации уже "отработали" наиболее привлекательные для избирателей лозунги и просто не в состоянии предложить ничего нового.

Обо всех таких процессах можно говорить только в рамках определенного отрезка времени. Внешне разнородные, эти процессы проявляются в различных системах отчета (экономика и политология). Однако с точки зрения ОТС мы имеем дело с явлениями одного порядка, обусловленными несовпадением скорости процессов внутри и вне социальных систем.

Вывод 6: В системном анализе принцип темпоральности реализуется через рассмотрение системных процессов в динамике за конечный промежуток времени.

Седьмым основополагающим принципом общей теории систем можно назвать **принцип необратимости системных явлений.** Это очень важный для осмысления системной самоорганизации принцип. Он основан на признании тесной взаимосвязи процессов, протекающих внутри и вне систем и свидетельствует о бесполезности бездумного тиражирования опыта системной самоорганизации.

Обоснование принципа необратимости выглядит следующим образом: **Если причиной системных изменений являются изменения внешней среды, а энтропия выступает двигателем этого процесса, то с учетом диалек-**

⁴⁰ См.: Холл К.С., Линдсей Г. Теории личности. – М.: «КСП+», 1997. – С. 323.

тического единства мироздания утверждение об обратимости системных явлений будет равнозначно утверждению об обратном ходе времени и самоорганизации материи.

Какое значение этот принцип имеет для изучения социальных явлений? Опыт различных социальных систем в решении собственных насущных проблем обладает ценностью лишь в тех совершенно конкретных условиях, в которых данные системы находились во время проведения реформ. По меньшей мере, некорректно механически переносить опыт социального реформирования, скажем, в послевоенной Германии на российскую действительность.

Здесь действуют различные внешние факторы, абсолютно несопоставимы возможности самоорганизации двух социальных систем, условия их функционирования. С точки зрения Общей теории систем не вполне научно говорить о социальных системах в отрыве от условий надсистем (внешних условий): меняется уровень технологического развития, идеологические установки, мировые ресурсные потоки, ценовые пропорции и т.д.

Вывод 7: В системном анализе принцип необратимости проявляется через отказ от универсальности опыта, относящегося к конкретным явлениям.

В качестве восьмого и девятого основополагающих принципов общей теории систем следует выделить ***принципы сложности и случайности системных процессов***. Оба этих принципа не только не противоречат главному принципу каузальности и всеобщего детерминизма в природе и обществе, наоборот, они логически вытекают из него. Можно даже сказать, что ***сложность и случайность отражают проявления детерминизма на локальном уровне подсистем единой замкнутой системы – нашей Вселенной.***

Современная наука не имеет единой для всех дисциплин научной методологии. Сегодня она трактует процессы, протекающие в *единой* реальности, используя зачастую несопоставимые понятийные аппараты и методы исследования различных дисциплин. Ученые часто забывают, что, скажем, термодинамика и биология или социология и экономика изучают отдельные грани *единого процесса самоорганизации материи во Вселенной.*

Невозможно получить исчерпывающую картину действительности, рассматривая лишь одну грань единого процесса или его отдельную часть. На социальном уровне более чем, на каком либо другом, мы имеем дело с нелинейными связями, когда в силу различных причин сигнал на входе системы вызывает неравный по силе сигнал на выходе.⁴¹

Еще П. Самуэльсон в своё время отмечал что: *"Линейные типы математических моделей просты: точные решения известны. Однако нужно уплатить высокую цену за это упрощение. И если экономисты до сих пор*

⁴¹ См.: Энджел Дж.Ф., Блэкуэлл Р.Д., Миниард П.У. Поведение потребителей. – СПб: Питер Ком, 1999. – С. 299.

придерживались линейной системы, то не потому, что они верили в простоту фактов, а из-за математических трудностей, связанных с нелинейными системами".⁴² То же самое можно сказать и по поводу других социальных дисциплин.

Чем сложнее система, чем выше уровень ее самоорганизации, тем труднее адекватно отразить ее состояние. Однако именно в социальных науках, то есть в науках об адаптивном поведении социальных систем, решение проблем видится на пути объединения дисциплинарных подходов в рамках единой методологии, а не в дальнейшем размежевании и углублении противоречий. Поэтому, прежде всего из-за отсутствия всеобъемлющих знаний об окружающей нас действительности, в рамках системного анализа мы говорим о *случайности системных процессов обусловленной их сложностью* для нашего понимания.

Все это вовсе не исключает предопределенности событий. Просто там, где действует большое количество внешних факторов, практически невозможно точно определить, какой из них будет доминировать в определенный момент времени.

Вывод 8-9: В системном анализе принципы сложности и случайности системных процессов проявляются через отказ от абсолютизации полученных результатов и стремление к максимальному учету взаимодействия трудносопоставимых (нелинейно-связанных) факторов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. *Дайте свое логическое обоснование методологических принципов Общей теории систем.*
2. *Покажите, как отдельные методологические принципы системности проявляются на природном и социальном уровнях мироздания.*
3. *Поясните, в чем заключается методологическое отличие Общей теории систем от других научных подходов.*

Рекомендуемая литература:

1. *Могилевский В.Д. Методология систем: вербальный подход. – М.: Экономика, 1999.*
2. *Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1989.*
3. *Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986.*

ЛЕКЦИЯ 5. РАВНОВЕСНОСТЬ И ОТКРЫТОСТЬ

Общая теория систем особенно ценна тем, что она концентрирует свое внимание на аспектах, свойственных проявлениям реальной действительности

⁴² Samuelson P. "Foundations of Economic Analysis", p. 288, 338.

сти: неустойчивости, разнообразии, неравномерности и нелинейных взаимодействиях. Представим себе производство, находящееся в чрезвычайно стабильной экономической ситуации: показатели сбыта близки к оптимальным, доходы стабильны и предсказуемы, издержки контролируются, а конкуренция малоощутима.

Небольшое превышение обычной доли прибыли не окажет заметного влияния на стратегию предприятия. Вся система останется в состоянии, близком к равновесному. Но вот за счет технологического прорыва или по другим причинам уровень доходности резко возрос (упал). Тогда система оказывается сдвинутой в состояние, далекое от равновесия, и на первый план выступают нелинейные отношения.

Такие системы ведут себя весьма необычно. Слабые сигналы на входе систем могут порождать значительные изменения и иногда приводить к совершенно неожиданным результатам (своего рода диссонанс). Система ведет себя так, что ее поведение представляется абсолютно непредсказуемым.

Если предположить, что в ходе поступательного экономического развития могут проявляться некие факторы, способствующие самовоспроизводству внутри рассматриваемой надсистемы (скажем, ажиотажный спрос на техническую новинку), то это позволит очень изящно объяснить внутреннюю механику научно-технического прогресса. Перейдя от рассмотрения отдельных экономических структур к их совокупности, становится понятно, почему число диссипативных систем резко возрастает, а сами они трудносопоставимы.

Равновесие в системах

В процессе развития системы могут находиться в состоянии разной степени равновесности. По этому критерию все социальные системы можно разделить на три основных группы:

1) **равновесные системы** – производство энтропии минимально, а влияние неконтролируемых внешних факторов незначительно (пример – условия совершенной конкуренции);

2) **слабонеравновесные системы** – влияние неконтролируемых внешних факторов малозначимо, а изменения находятся в почти линейной зависимости от причин (пример – стабильные социальные системы);

3) **сильнонеравновесные системы** – ведущую роль играют неконтролируемые факторы и нелинейные зависимости, когда несопоставимо слабое воздействие диссонирует с происходящими процессами, приводя к спонтанной перестройке структуры систем.

Однако в реальности мы обычно имеем дело со слабонеравновесным состоянием систем. Абсолютно **равновесная система** – это «мертвая» система, также как **сильнонеравновесная система** – это система, революционирующая от равновесности к равновесности.

Весьма любопытно, что в слабонервновесных социальных системах в результате внешних воздействий происходят те же процессы, что и в классической термодинамике (так называемый «*принцип взаимности*»). На практике это означает, что система, структурно изменяясь за счет переориентации внутренних ресурсов, приобретает новые возможности по компенсации внешних воздействий.

Следующим результатом линейных слабонервновесных процессов является безусловное *производство энтропии*. Выше уже говорилось о потенциальных состояниях систем, экстремумы которых соответствуют показателям равновесия в каждый момент времени.

Для полностью изолированной гипотетической системы таким потенциалом является энтропия (самовоспроизводящиеся ресурсы, как в случае с "вечным двигателем"), для закрытой системы с изначально заданными "внешними" факторами – свободная энергия (невостребованные ресурсы). Потенциалом для открытых слабонервновесных систем служит сам процесс производства энтропии за счет адаптации к изменяющимся внешним условиям.

Одним из следствий теоремы Пригожина является то, что *при линейных взаимоотношениях между противодействующими факторами система эволюционирует к стационарному состоянию, характеризующемуся минимальным производством энтропии, совместимому с существующими связями*. Это состояние определяется *граничными условиями* функционирования системы. К примеру, любое предприятие вынуждено нести расходы по расчетам с бюджетом, содержанию собственной инфраструктуры и т.д.

Стационарное состояние, к которому эволюционирует система, заведомо является неравновесным состоянием, когда диссипативные процессы происходят с ненулевыми скоростями. Но, поскольку это состояние стационарно, то параметры системы перестают зависеть от времени. Пример – застойная экономика (производство ради производства).

В этом смысле равновесное состояние системы соответствует тому частному случаю, когда граничные условия допускают исчезающе малое производство энтропии внутри системы. Однако сравнительная эффективность такой системы вызывает большие сомнения, прежде всего из-за отсутствия стимула к дальнейшей самоорганизации. Коммунистическая схема «*каждому – по потребностям, от каждого – по способностям*» представляет яркий пример такой стагнации.

Теорема Пригожина отражает своеобразную «инерцию» систем: когда граничные условия мешают им перейти в состояние равновесия, они переходят в состояние минимума производства энтропии, которое настолько близко к состоянию равновесия, насколько позволяют обстоятельства. Здесь мы имеем дело с достаточно предсказуемым поведением систем,

стремящихся к минимальному уровню активности, совместимому с потоками ресурсов.⁴³

Открытость систем

Однако равновесность состояния зависит не только от внешних факторов, но и от внутренней способности противодействовать их влиянию. Чем более открыта система для внешних воздействий, тем быстрее и с меньшими потерями она адаптируется к изменению окружающей среды.

Как уже говорилось выше, **открытость – неперемное свойство функционирования любой системы.** К открытым системам принадлежат все биологические и социальные системы.

Это означает, что всякая попытка понять законы их функционирования в рамках теории линейных взаимодействий *заведомо малопродуктивна.* Отсюда определение: **Закрытой называется такая система, в которой существующие граничные условия в той или иной степени препятствуют адаптации подсистем к внешним воздействиям.**

Любая открытая система воспринимает ресурсы (энергию) в той мере, в какой их воспринимают ее подсистемы. Процесс адаптации открытых систем служит механизмом, который позволяет установить четкую причинно-следственную связь между интенсивностью ресурсных потоков и уровнем внутренней самоорганизации систем.

Рассмотрим ситуацию, когда в открытой надсистеме образуется закрытая система, поддерживающая свою устойчивость не за счет роста эффективности использования внешних ресурсов, а за счет перераспределения внутренних ресурсов (компенсации внешних воздействий). Неестественность существования такой системы ведет ее к деградации под влиянием следующих факторов:

1) постоянного отставания в адаптации к внешним воздействиям из-за преимущественного расходования ресурсов на поддержание стабильности граничных условий в ущерб внутренней реструктуризации;

2) опережающего роста энтропии, потому что всякое новое отставание накладывается на уже существующее, а отсутствие обратной связи с надсистемой не позволяет реагировать на изменения одновременно с открытыми системами;

3) неспособности обеспечить должную эффективность преобразования энергии по сравнению с системами, естественно реагирующими на изменения в надсистеме,⁴⁴

⁴³ Есть еще один вывод общей теории систем: не абстрактные механизмы "устойчивого развития", а **кризисы** выступают в качестве стимула качественного развития.

⁴⁴ И даже при совпадении показателя энтропии закрытой системы с показателями открытых систем, дополнительным ресурсам просто неоткуда взяться. Они ушли не на адаптацию к новым граничным условиям, а на компенсацию внешних воздействий с целью сохранения устойчивости структуры.

4) закрытая система при выходе из состояния равновесия может потратить на компенсацию отрицательных внешних воздействий (без ущерба для подсистем) ровно столько ресурсов, сколько не было использовано в равновесных условиях.⁴⁵

Любое дополнительное воздействие на закрытую систему ведет к объективному сокращению возможностей ее самоорганизации. При этом воздействия внешней среды (в соответствии с теоремой Пригожина) сокращают внутренние ресурсы систем, не вызывая при этом необходимых структурных изменений и приближая точку спонтанной бифуркации. Иначе говоря, когда в закрытой системе не хватает ресурсов, чтобы гасить отрицательные воздействия внешней среды – она все равно переходит в состояние открытости, но уже на качественно более низком уровне самоорганизации и в новых граничных рамках.

С замкнутыми системами еще проще. В действительности абсолютно замкнутых систем не существует. *Понятие «замкнутая система» вводится, когда можно пренебречь действием внешних факторов при анализе внутрисистемных факторов.* Такой подход позволяет рассматривать флуктуационные процессы, вызванные кратковременным воздействием внешних или внутренних факторов.

Разумеется, градация систем по степени открытости (*замкнутые – закрытые – открытые*) в значительной мере зависит от используемых критериев. *Однако раз уж граничные условия для систем определяются общими условиями в надсистеме, мы вправе говорить о сравнительной открытости систем.* Из этого утверждения можно вывести закономерности поведения систем в зависимости от степени открытости и равновесности их состояния:

Табл. 1. Взаимосвязь состояний системной открытости и равновесности

состояния виды	равновесные	слабо- неравновесные	сильно- неравновесные	
открытые				3 степени свободы
закрытые				2 степени свободы
замкнутые				1 степень свободы
бифуркационная граница				

Здесь мы видим, что любая система в естественном состоянии настолько закрыта для внешнего воздействия, насколько ее структура не соответствует меняющимся условиям окружающей среды. В равновесном состоянии система воспринимает ровно столько внешней энергии, сколько требуется для приведения ее подсистем в соответствие с новыми граничными условиями, т.е. для обеспечения воспроизводства ресурсов с минимальным переносом энтропии в окружающую среду.

⁴⁵ Открытые системы просто переходят на новый уровень самоорганизации, более соответствующий изменившимся внешним условиям.

Флуктуации в системах

Главный парадокс Общей теории систем заключается в том, что в окружающих нас явлениях одновременно участвуют предопределенность и случайность, которые великолепно согласуются, дополняя друг друга. Так, под воздействием внешних факторов открытая система непрестанно **флуктуирует** (*изменяется*) вокруг эмпирически наблюдаемого средне-взвешенного *состояния-аттрактора* (равновесия).

Иногда отдельная флуктуация или комбинация флуктуаций может стать в результате положительной обратной связи настолько сильной, что существующая структура не выдерживает и разрушается. Случайность подталкивает то, что остается от системы на новый путь развития.

В переломный момент ("**точка бифуркации**") очень трудно предсказать, в каком направлении будет происходить развитие системы: станет ее состояние хаотическим или она перейдет на более упорядоченный уровень. Такие структуры получили название "**диссипативных**" (так как для их поддержания требуется больше энергии).⁴⁶

После того, как один из множества путей самоорганизации будет выбран, вновь начинают действовать эволюционные законы развития. И так до следующей точки бифуркации.

При этом вблизи точек бифуркации наблюдается очень сильные флуктуации: системы как бы колеблются перед выбором одного из нескольких путей революции. В далеких от равновесия состояниях даже слабые возмущения могут усиливаться до гигантских волн, разрушающих сложившуюся структуру.

Знаменитый закон больших чисел в традиционном его понимании перестает действовать, поскольку в разные периоды времени на систему оказываются разные, отнюдь не равнозначные, внешние воздействия. Небольшое воздействие может послужить началом революционирования системы в совершенно новом направлении, способном резко изменить ее первоначальные характеристики. Все это проливает свет на всевозможные процессы качественного или резкого (не постепенного, не эволюционного) изменения.

Рассматривать флуктуации можно с позиций внешнего и внутреннего наблюдателя. От этого во многом зависит интерпретация происходящего. Вот, к примеру, как будут выглядеть социально-экономические процессы:

А) если наблюдатель находится внутри системы

1) факторы, связанные с внутренними ограничениями (издержки, производственный потенциал и т.д.);

2) факторы, обусловленные состоянием окружающей среды (рынок сбыта, меры государственного регулирования и т.д.);

⁴⁶ От латинского "*dissipatio*" – рассеивание.

Б) если рассматривать процессы через анализ равновесия в надсистеме

- 1) факторы, связанные с внутренними возможностями производственных систем (совокупное предложение);
- 2) факторы, обусловленные общим состоянием надсистемы (совокупный спрос).

И сами факторы неизбежно разделяются на две группы: внутренние и внешние. Флуктуации в каждой из групп факторов могут иметь как положительное, так и отрицательное значение для поддержания стабильного состояния системы.

При изучении обеих групп факторов в качестве самостоятельных систем (флуктуация которых определяется удельным весом факторов) мы увидим, что их поведение определяется взаимным наложением флуктуаций. Можно даже сказать, что характер влияния на поведение системы противоположных групп факторов (внешних и внутренних) определяется совокупным влиянием каждой группы в сопоставимых показателях.

Это и есть действие *«правила подвижного равновесия»* сформулированного еще в 1884 году французским химиком Ле Шателье. Это правило гласит: *Если на систему, находящуюся в устойчивом равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-либо из условий, определяющих состояние равновесия, то равновесие смещается в ту сторону, где эффект воздействия уменьшается.*

Иначе говоря, поскольку противоположные факторы проявляются в одной системе отсчета, то рассматривать их следует в совокупности. В условиях экономической конкуренции такое сопоставление позволяет если не предсказать, то, по крайней мере, отследить процесс приближения социальной системы к точке бифуркации.

Схематично это можно представить следующим образом:

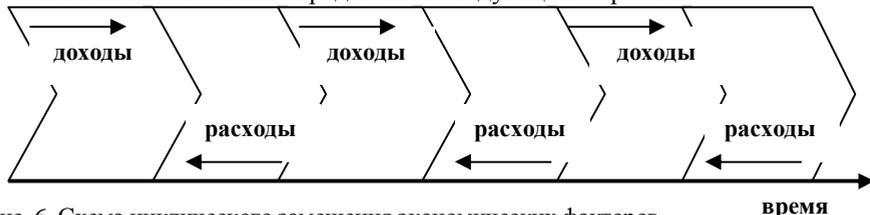


Рис. 6. Схема циклического замещения экономических факторов

Мы наблюдаем циклическое замещение факторов причинно-следственного характера. Единица времени в такой системе – срок перехода от одной доминанты к другой.

Влияние внешних факторов вызывает внутренние изменения (чаще – это слабые воздействия, т.к. они компенсируются или усиливаются внутренними факторами). Внутренние флуктуации в системе ведут к коррекции влияния внешних факторов, воздействующих на систему в зависимости от степени ее восприимчивости (обратная связь).

Направления развития систем

Первый принцип термодинамики гласит, что всякое внешнее воздействие на систему сопряжено с граничным энергетическим обменом. Возьмем, к примеру, механизм действия совокупного спроса, где количество внешних ресурсов (платежеспособный спрос) определяет структуру и поведение производственных систем. Если несколько перефразировать законы термодинамики, мы получим два универсальных закона самоорганизации материи:

Закон 1. Использование системой энергии окружающей среды (ресурсов) находится в сопоставимой зависимости от степени её (системы) самоорганизации.

Закон 2. Эффективность использования системой энергии окружающей среды (ресурсов) стремится к максимуму.

Процесс ресурсного обеспечения системной самоорганизации можно свести к взаимодействию двух разнонаправленных групп факторов. В стабильной ситуации их влияние взаимно компенсируется. Если вектор взаимодействия носит отрицательный характер для системы (например, внешние условия ухудшаются), то вследствие бифуркации система переходит на более низкий уровень самоорганизации. Если положительный – тогда происходит прорыв на более высокий уровень.

При этом и сами внешние факторы могут оказывать на систему противоположно направленное действие. Так, в случае, когда действие на систему со стороны одного или нескольких внешних факторов ослабевает, под давлением внутренних факторов происходит взрывная бифуркация и система переходит на качественно новый уровень. Возможны два варианта:

экстенсивный вариант – когда внешние факторы способствуют самовоспроизводству системной структуры;

интенсивный вариант – когда влияние внешних факторов подавляется целенаправленным усилением действия внутренних факторов.

Здесь необходимо отметить, что влияние на систему внешних факторов проявляется через внутренние изменения (флуктуации). Другими словами, изменяясь, система настолько меняет свою структуру, насколько имеющиеся ресурсы позволяют адаптироваться к новым внешним условиям.

Отсюда вытекает любопытное обобщение: *в основе циклических процессов в природе и обществе также лежат процессы самоорганизации*, т.е. процессы перехода от состояния открытости к состоянию замкнутости и через бифуркацию – вновь к состоянию открытости. Двигателем этих процессов выступает энтропия – процесс расходования ресурсов, вынуждающий систему переходить на новые уровни самоорганизации, характеризующиеся более эффективным их преобразованием.

Теперь уже просто необходимо рассмотреть сущность понятия "ресурсы" – неотъемлемого фактора стабильности любой социальной системы. Одним из

основных постулатов общей теории систем служит утверждение, что целью развития всякой структуры является воспроизводство ликвидных ресурсов.

Вводя понятие *системных ресурсов*, подразумеваем, что наличие ресурсов определяет поведение системы в окружающей среде. При этом ресурсные потоки в равной мере зависят от внутренних и внешних факторов, и непрерывно колеблются под их влиянием.

И хотя в результате бифуркации социальная система переходит на качественно новый уровень адаптации к внешним условиям, это вовсе не означает безусловного улучшения ее положения. Думается, что здесь есть смысл ввести понятие "*промежуточной бифуркации*", когда при изменении внешних условий в диссонансе с внутренними процессами система переходит на промежуточный уровень самоорганизации – где-то между прежним организованным уровнем и хаотическим.⁴⁷

Чем сложнее структура, чем больше подсистем она включает, тем меньше шансов на то, что в результате отрицательной бифуркации она спонтанно (без промежуточного состояния деградации за счет "сжигания" ресурсов) перейдет в состояние хаоса. Поэтому речь здесь идет о "*флуктуирующих во времени бифуркационных процессах*".

Весьма любопытные выводы можно получить, экстраполируя постулаты Общей теории систем на закономерности развития конкурентной среды. Так, конкурентная среда изначально стремится к состоянию конкурентного равновесия. Именно поэтому конкурентное равновесие можно считать типичным примером *состояния-аттрактора*, отражающего равновесное состояние системы.

Каковы бы ни были стартовые условия, открытая рыночная система самопроизвольно стремится к состоянию, когда прямые и обратные воздействия взаимно компенсируют друг друга и дальнейшее развитие приостанавливается в соответствии с соотношением Гильдберга-Вааге:

$$K = \frac{k'}{k},$$

где k' - сумма обратных воздействий; k – сумма прямых воздействий; K ($\sim const$) – для всех участников рынка.

Разумеется, в таком состоянии стагнации внешние и внутренние факторы по-прежнему взаимодействуют друг с другом. Однако воздействие одних факторов станет уравниваться воздействием других факторов.

В результате совокупное воздействие всех факторов способно вызвать лишь малые, кратковременные флуктуации вблизи равновесного *состояния-аттрактора*. Поэтому бифуркация как раз и является той критиче-

⁴⁷ Вспомним хотя бы неизбежные социальные конфликты, сопровождающие качественное изменение социальной структуры общества под давлением экономических факторов.

ской точкой, возле которой один или несколько факторов подавляют обратное влияние фактора-антагониста.

Факторы-катализаторы

Универсальным катализатором, ускоряющим положительные изменения и замедляющим отрицательные, обычно выступают ресурсы. Говоря о значении катализирующих факторов, следует отметить, что скорость реструктуризации не зависит только от количества и характера их взаимодействия. Существенную роль играют особые факторы (*свободные системные ресурсы*), также влияющие на адаптацию, но остающиеся пассивной составляющей системного взаимодействия.

Наличие в системе свободных ресурсов способно не только корректировать влияние внешних факторов, но и заставить систему пойти по иному пути реструктуризации. В качестве примера можно привести некоторые явления внутреннего характера, которые служат побудительными мотивами бифуркаций вне прямой зависимости от влияния внешних факторов.

Объединяет факторы-катализаторы то, что они проявляются лишь при отклонении показателей системы от *состояния-аттрактора* (равновесия). Предсказать результат действия катализаторов практически невозможно, так как они лишь дополняют внешние факторы.

В качестве примеров влияния факторов-катализаторов можно привести, скажем, победу предприятия в инвестиционном конкурсе или переход на более экономичный вид сырья (например, перевод котельных с угля на газ). В обоих случаях производственные структуры получают дополнительные ресурсные возможности для собственного развития. Графически влияние факторов-катализаторов можно представить в виде "*реакционной петли*", где:

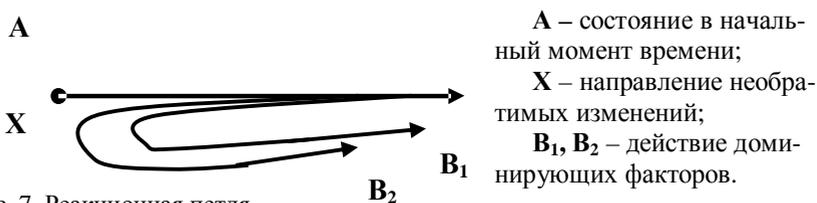


Рис. 7. Реакционная петля

На практике это явление наблюдается при необратимых изменениях в социально-экономических системах, осуществляемых с целью их регулируемого перевода на качественно новый уровень. Сначала происходит временное ухудшение качественного состояния систем (отрицательная бифуркация). Но затем под влиянием новых факторов система переходит на более высокий системный уровень.

Весьма важным типом описываемых явлений служит "*автокаталитическая реструктуризация*" рынка, когда для самоподдерживающегося

расширения рынка сбыта продукции первоначально требуются некоторые затраты ресурсов на его завоевание. Иначе говоря, чтобы вывести новый товар на рынок, необходимо спровоцировать совокупный спрос на него. Так, очень часто при освоении нового вида продукции не только перестраивается работа всего предприятия, но и осуществляются на первом этапе существенные ресурсные затраты на рекламную поддержку и маркетинговые исследования.

Катализатором рынка здесь выступает неудовлетворенный платежеспособный спрос в виде более высокой оборачиваемости денежных средств (внешние факторы) или же более низких издержек в пересчете на единицу товара. Это ведет к росту сравнительной рентабельности предприятия (воспроизводству ресурсов). Хотя нельзя забывать, что факторы-катализаторы способны оказывать как положительное, так и отрицательное влияние, подавляя или усиливая флуктуации в системах.

Факты, обнаруженные и понятые в результате изучения сильно неравновесных состояний и нелинейных процессов в социальных системах, ведут к формированию совершенно нового подхода. Такой подход позволяет установить взаимосвязь фундаментальных наук с чисто «периферийными» дисциплинами и формирует принципиально новый взгляд не только на биологические, но и на многие социально-экономические явления.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. *Поясните, почему невозможно достичь замкнутости, открытости, равновесности и устойчивого развития социальных систем.*
2. *Прокомментируйте на примерах, как взаимосвязаны между собой открытость и равновесность в социальных систем.*
3. *Покажите роль факторов-катализаторов в бифуркационных процессах в современном обществе.*

Рекомендуемая литература:

1. *Василькова В.В. Порядок и хаос в развитии социальных систем: Синергетика и теория социальной самоорганизации. – СПб.: Лань, 1999.*
2. *Калуужский М.Л. Методологические основы анализа системных противоречий общественного развития. – Омск: ОмГАУ, 2000.*
3. *Могилевский В.Д. Методология систем: вербальный подход. – М.: Экономика, 1999.*

ЛЕКЦИЯ 6. СОЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Развитие социальных систем подчиняется термодинамическим закономерностям в ничуть не меньшей мере, нежели развитие биологических или физико-химических систем. И как любое развитие оно неизбежно связано с внедрением нововведений (новаций). Современная теория и практический опыт предполагают два пути внедрения социальных новаций:

естественный путь – через естественное изменение внешних условий функционирования систем (условия открытости);

искусственный путь – через искусственное изменение внешних условий функционирования систем из высшего системного уровня (условия закрытости).

Оба варианта подразумевают изменение внешних условий функционирования систем. Не случайно все системные изменения (от структурных революций в промышленности до революций социальных) реализуются лишь после формирования независимых от систем внешних факторов, изменяющих объемы и интенсивность ресурсных потоков.

Поведение социальных систем

Поведение социальных систем подчиняется общему сценарию: сначала происходит сопротивление переменам и изыскание внутренних резервов и только затем начинаются структурные изменения. Классик американского менеджмента Игорь Ансофф отмечает: "*При данном уровне прерывности сопротивление будет обратно пропорционально времени, в течение которого проводятся изменения*".⁴⁸

С этим утверждением не во всем можно согласиться. Скорее при невозможности сохранения существующего положения системы низших уровней под давлением обстоятельств вынуждены соглашаться на перемены. Сопротивление зависит не столько от приведенной Ансоффом пропорциональности, сколько от наличия ресурсных возможностей для этого.

Если существуют возможности для сохранения существующего положения (минимума переноса энтропии в окружающую среду), то никакие реформы реально не идут. Отличие от подхода Ансоффа здесь заключается в том, что не внутренние устремления, а давление внешних обстоятельств определяет поведение социальных систем.

Отсюда, *простое делегирование полномочий от высших уровней к низшим в ходе реформирования социальной организации не способно привести к росту эффективности функционирования социальных систем.*

Самоорганизация социальных систем происходит через установление граничных рамок из высших уровней. Там, где полномочия по установлению внешних рамок передаются низшим социальным уровням – роль государства снижается и *общественный договор* перестает действовать.

Мы повсеместно наблюдаем, как подобные попытки приводят не к структурной перестройке, а к усугублению негативных тенденций. Всякий раз, когда вместо изменения граничных рамок подсистем происходит снижение уровня самоорганизации самой системы – наблюдается снижение ее адаптационных возможностей.

⁴⁸ См.: Ансофф И. Новая корпоративная стратегия. – СПб: Питер Ком, 1999. – С. 368.

Это очень хорошо видно на примере современной России. Призыв Президента РФ Б.Н.Ельцина "берите суверенитета – сколько сможете" с точки зрения Общей теории систем абсурден. Развитие социальной системы невозможно вне постоянного усложнения структуры государственного управления.⁴⁹ В противном случае роль (и ресурсная обеспеченность) государства фиксируются на более низком уровне самоорганизации. Ресурсная подпитка со стороны международных кредитных организаций еще более усугубляет ситуацию.⁵⁰

Мы имеем сегодня более 90 % дотационных регионов, слабый контроль за использованием финансовых средств и непрекращающуюся суверенизацию национальных образований. Не случайно, по мнению многих российских и зарубежных аналитиков, размывание властных полномочий является основной причиной оттока капиталов из России за рубеж.

Выход представляется не в увещеваниях или кадровых перестановках в Правительстве РФ, а в кардинальном изменении внутренней политики в государстве. Почти 2000 лет назад римский историк Публий Карнелий Тацит отмечал: "*Quod nichil sit tam infirmum aut instabile, quam fama potentiae non sua vi nixa*".⁵¹

Описанная ситуация является следствием игнорирования того факта, что низшие уровни являются базовыми по отношению к высшим. Вне этой взаимосвязи высшие уровни не могут существовать. *Количество ресурсов, передаваемых на государственный уровень, находится в зависимости (хоть и нелинейной) от степени той организации, которая исходит из этого уровня.*

Такое положение характерно не только для государственного уровня социальной иерархии. Показательная ситуация наблюдается сегодня и в сфере местного самоуправления: законодательное перераспределение налоговых ресурсов после введения Налогового кодекса РФ вызвало повсеместный кризис этого уровня общественных институтов.

В материалах по подготовке Всероссийского съезда муниципальных образований (1999 г.) приводится следующая таблица:

Табл. 2. Распределение бюджетных средств в целом по Российской Федерации

Показатели, %	Федеральный бюджет	Консолидированный бюджет субъектов РФ	Региональный бюджет	Местные бюджеты
Доходы	52,1	47,9	23,4	24,5
Расходы	47,6	52,4	20,3	32,1

⁴⁹ Усложнение не через рост бюрократизации (горизонтальной конкуренции носителей индивидуальных интересов), а через совершенствование структурного взаимодействия (вертикально).

⁵⁰ Во время как методология традиционных социальных дисциплин не позволяет выявить причины негативных последствий такой финансовой политики.

⁵¹ "Нет ничего более шаткого и преходящего, чем обаяние, не опирающееся на собственную силу могущества" (Тацит. Анналы. XIII, 19. Т.1. – Л., 1970. – С. 232).

Традиционное планирование вряд ли могло всего лишь несколько лет назад предсказать такой поворот событий. Это еще один типичный пример *сложности* социальных явлений, не поддающийся прогнозированию с позиций традиционных социальных дисциплин. Однако спрогнозировать, когда энтропия вынудит федеральный центр поступиться интересами органов местного самоуправления не так уж сложно.

Отсюда напрашивается вывод: *говорить о причинах и механизме развития социально-экономических преобразований вне учета их ресурсного обеспечения и потенциальных возможностей для реструктуризации, по меньшей мере, бессмысленно.*

Механизм социальной самоорганизации

Интересы стабильности низших уровней всегда приоритетны по отношению к интересам стабильности верхних уровней. Сначала происходит удовлетворение минимальных ресурсных потребностей низших уровней, а затем уже ресурсы перераспределяются на высшие уровни.⁵²

Отсюда вытекает главная цель самоорганизации высших системных уровней по отношению к низшим – создание внешних условий для удовлетворения потребностей. В обмен на это низшие уровни передают высшим часть своих ресурсов. Передают вынуждено, поскольку не видят иного способа формирования комфортной внешней среды для своей жизнедеятельности.

Не случайно даже распределение денежных потоков в государстве происходит по аналогичной схеме. В обратном случае практически неизбежна конфликтная ситуация. И неважно, под каким идеологическим соусом будет происходить противостояние. *Главная опасность – подмена задач самоорганизации задачами устойчивости социальной системы.*

Получается очень интересная картина. В закрытых системах вторичные ресурсы выступают в качестве фактора, стабилизирующего состояние системы, минимально выделяясь во внешнюю среду (своего рода замкнутый цикл).

Тогда как в открытых системах идет относительно свободный обмен между надсистемами – системами – подсистемами. Теперь заменим словосочетание «*закрытая система*» на «*плановое производство*», а «*первичные и вторичные ресурсы*» на классическую формулу «*деньги – товар – деньги*» и мы получим до боли знакомое описание планового хозяйства.

В макроэкономическом контексте это утверждение очень хорошо иллюстрирует изоляционистская политика некоторых авторитарных режимов. Стремление любой ценой сохранить существующий политический строй просто вынуждает лидеров этих стран жертвовать интересами общества ради своих групповых интересов.

⁵² Можно получить финансовые ресурсы с предприятий в виде налогов. Однако предварительно необходимо обеспечить покупательную способность населения в виде заработной платы бюджетникам и социальных выплат.

Однако такая политика естественно ограничивает возможности адаптационного развития государств. Причина проста: ресурсы расходуются на поддержание стабильности закрытой системы (а по сути – стагнации), а не на адаптацию (развитие).

Есть и другой не менее важный вывод: *социальное управление командными методами объективно устанавливает системе такие граничные рамки, которые предопределяют ее дальнейшую закрытость и деградацию.*⁵³ Это те грабли, на которые человечество не успевает наступать в течение многих тысячелетий своей истории. Общая теория систем впервые выявила эту проблему, тогда как традиционные социальные науки уже в силу своей узкодисциплинарной ограниченности не смогли этого сделать.

Так, мы наблюдали, как ресурсное обеспечение на государственном уровне в России в 1996/97 гг. происходило не вследствие общего экономического подъема, но за счет кредитов МВФ (внешние ресурсы) и пирамиды ГКО (внутренние ресурсы). Аналогичная ситуация наблюдалась и на других системных уровнях:

региональный уровень – федеральные дотации (более 90 % субъектов РФ) и последующие заимствования (выпуск региональных ценных бумаг, кредиты банков и т.д.);

территориальный уровень – чрезмерная в начале 1990-х гг. налогооблагаемая база в крупных городах и последующие заимствования (выпуск территориальных ценных бумаг, кредиты банков и т.д.);

корпоративный уровень – государственное финансирование реструктуризации производства (федеральные программы) и доходы от бесконтрольного распоряжения основными фондами предприятий;

индивидуальный уровень – не связанное напрямую с востребованными результатами производительного труда (особенно в сельском хозяйстве, оборонной промышленности и в управленческом аппарате) финансирование.

Разумеется, долго такое положение продолжаться не может, произойдет бифуркация, и система перейдет на более низкий уровень самоорганизации. *Процесс деградации столь же закономерен, насколько закономерна переориентация любой системы на ресурсы, достигающиеся с меньшими издержками.*⁵⁴

Это общая тенденция. Она характерна для всех уровней общественного устройства. К примеру, аналогичная ситуация наблюдалась в отношениях Российской Федерации с международными кредитными организациями (Всемирным Банком, Международным валютным фондом и т.д.).

⁵³ Причем независимо от типа государственного устройства, идеологии и других параметров. Представляете, какие возможности для социального мониторинга открываются в этой связи...

⁵⁴ См. теорему о минимуме производства энтропии И.Р.Пригожина.

Государство получало высоколиквидные финансовые ресурсы с издержками, гораздо меньшими, нежели издержки, связанные с эффективной внутриэкономической политикой. Следует отметить, что практически везде в мире массивные внешние вливания со стороны международных финансовых институтов имели своим следствием углубление экономического кризиса (Бразилия, Румыния, страны Африки и т.д.).

Налицо все признаки закрытой социальной системы, черпающей ресурсы из внешнего источника, позволяющего сохранять существующее положение. Никто не помышляет о реальном включении механизмов стимулирования промышленного производства.

Зато очень много разговоров о привлечении инвестиций, грядущем начале очередного *экономического цикла* и скором подъеме уровня жизни населения. Заключен своего рода "*общественный договор*", когда в обмен на приемлемую стабильность собственного социального уровня все как бы согласились ничего не менять.

Социальные бифуркации

Можно ли предсказать наступление кризиса? Представляется, что да. Причем для этого достаточно проанализировать данные по любому из социальных уровней. При этом влиять на ситуацию, переводить развитие системы в русло эволюционного развития и дальнейшей самоорганизации можно лишь имея достаточно четкое представление о системных противоречиях и взаимодействии интересов, лежащих в их основе.

Мы здесь имеем дело с общими принципами самоорганизации социальных систем. Поэтому, как только количество подсистем, граничные условия которых не обеспечивают условий нормального функционирования, достигает критического уровня, социальная надсистема приближается к *точке бифуркации*. Признаки этого процесса:

- акции социального протеста (*индивидуальный уровень*);
- рост теневой экономики (*корпоративный уровень*);
- коррумпированность чиновников (*территориальный уровень*);
- сепаратистские поползновения (*региональный уровень*).

При этом то, что разрушает одни системы, может дать стимул для коренного развития других систем. И в целом вся надсистема способна получить дополнительные ресурсы не за счет перераспределения ресурсных потоков, а за счет технологического прорыва и экономии на издержках. Правда, предугадать результат в этом случае очень сложно.

В качестве примера можно привести положительный результат технологического прорыва одной из подсистем корпоративного уровня за рубежом. Речь идет о технологическом прорыве концерна "Дюпон" в 1950-х годах, когда синтетические ткани не только разрешили сырьевые проблемы легкой промышленности, но и дали серьезный толчок развитию мировой промышленности в новом направлении.

В то же время мы имеем и обратные примеры. Так, огромные кредиты МВФ, использованные в начале 1980-х годов руководством ПНР на строительство Гданьской судовой верфи, не оправдали себя из-за бурного развития авиационных перевозок. В результате мы имеем социально-экономический кризис в Польше, приведший к кризису и ликвидации Польской народной республики.

Хотя то, что ознаменовало разрушение системы польского социализма (государственный уровень), вовсе не означало краха общества в целом. Это характерный пример различий между интересами и потребностями государства и общества. Такие различия проявляются и на других системных уровнях.

Американский классик маркетинга Филипп Котлер приводит следующий пример: *Продавцы часто путают потребности с нуждами. Производитель буровых коронок может считать, что потребителю нужна его коронка, в то время как на самом деле потребителю нужна скважина. При появлении другого товара, который сможет пробурить скважину лучше и дешевле, у клиента появится новая потребность (в товарно-новинке), хотя нужда и останется прежней (скважина).*⁵⁵

Не со всем здесь можно согласиться. Клиенту (нефтяной компании) нужна нефть не для личного потребления, но для производства, к примеру, бензина. А потребителям энергоносители нужны потому, что автомобили с бензиновым двигателем дают их владельцам возможность более эффективно использовать внешние ресурсы. В обмен на потребительские свойства автомобилей (бензина) конечные потребители передают нефтяным компаниям часть обретенных с их помощью ресурсов.

Если появится другой способ передвижения, новый вид топлива (или то и другое вместе) могут не понадобиться ни буровые коронки, ни скважины. Хотя вероятна и другая причина бифуркации в системе. Тот же Котлер справедливо спрашивает: *"Какая из нефтяных компаний могла, скажем, в 1971 г. предсказать конец эры дешевых энергоносителей уже в ближайшие годы?"*⁵⁶

Действительно стоимость нефти подскочила с 2,23 долларов США за баррель в 1971 году до 34,00 долларов в 1982 году. Но зато, какие грандиозные перемены произошли в результате резкого повышения цен на энергоносители:

- переход на экономичные технологии (не только добычи и переработки, но и производства двигателей и т.д.);
- экономический подъем нефтедобывающих регионов (Ближний Восток, СССР);
- появление собственной ресурсной базы у многих стран третьего мира, подтолкнувшее распад колониальной системы.

⁵⁵ См.: Котлер Ф. Основы маркетинга. – М.: Прогресс, 1991. – С. 48.

⁵⁶ См.: Там же. – С. 141.

Перечислять можно очень долго. Однако разве могли бы такие перемены произойти в результате бескризисного (т.н. «устойчивого») развития? Вряд ли. Отсюда следует вывод о том, что **системные противоречия, несмотря на их кажущуюся негативность, стимулируют процесс социальной самоорганизации.**

В конечном итоге выигрывают все. Мировая экономика идет по более эффективному пути развития. Структура потребления оптимально адаптируется к новым условиям. И даже те, кто пострадал от бифуркации, в конце концов, находят себе место в новых условиях. Представляется, что психологически инновации сдерживают три фактора, сформулированные И.Р.Пригожиным: **сложность, случайность и необратимость** системных процессов.

Сопроотивление инновациям

Нет ничего более сложного и неблагодарного, чем внедрение инноваций в социальной сфере. Никто из носителей социальных интересов на деле не заинтересован в кардинальных структурных переменах, если под угрозу ставятся интересы стабильности собственной системы.

Н.Макиавелли еще в 15 веке указывал: *"А надо знать, что нет дела, коего устройство было бы труднее, ведение опаснее, а успех сомнительнее, нежели замена старых порядков новыми. Кто бы ни выступал с подобным начинанием, его ожидает враждебность тех, кому выгодны старые порядки, и холодность тех, кому выгодны новые"*.⁵⁷

Это нормальная ситуация. Ненормально, если социальные системы под влиянием субъективных посылок меняют структуру межуровневых связей, адаптируясь не к внешним условиям, а к своему представлению о них.

Отсюда вытекает весьма любопытная закономерность, лежащая в основе многих неудач и удач социального реформирования. Вкратце она может звучать так: **Потребность в переменах тоже объективная потребность. Она возникает под влиянием не менее объективных внешних обстоятельств. И перемены происходят лишь тогда, когда отсутствует иная альтернатива сохранения существующего положения.**

Мы не всегда можем даже представить, как структурные изменения одного социального уровня отразятся на процессах, происходящих на ином социальном уровне и в иной системе отсчета. Ф.Котлер совершенно справедливо отмечает: *"Любое научно-техническое новшество чревато крупными долговременными последствиями, которые не всегда удастся предвидеть. Так, например, создание противозачаточных средств привело к уменьшению размеров семей, росту числа работающих женщин и увеличению их самостоятельных доходов. И как результат – увеличились за-*

⁵⁷ См.: Макиавелли Н. Государь: Сочинения. – М.: ЭКСМО-Пресс; Харьков: Фолио, 1998. – С. 63.

траты на путешествия и туризм, приобретение товаров длительного пользования и ряда других вещей".⁵⁸

Здесь стоит особо отметить, что описанные структурные изменения в социальных системах произошли не в результате т.н. "*устойчивого развития*" на одном из социальных уровней, а скорее под давлением обстоятельств. Лидер технологического прорыва всегда в одиночестве. Аутсайдеры теряют на первом этапе слишком многое. Это и есть действие т.н. "*реакционной петли*" на социальном уровне развития материи.

Следует признать, что в большинстве случаев мало кто на высших социальных подуровнях объективно заинтересован в переменах и технической революции. Даже на корпоративном уровне, максимально предрасположенном к внедрению инноваций, новшества внедряются лишь в самом крайнем случае.

Ф.Котлер пишет: "*Вместо того, чтобы рисковать, предлагая крупные новшества, многие компании занимаются незначительными усовершенствованиями уже существующих товаров. ...Большая часть исследовательских работ носит скорее оборонительный, чем наступательный характер*".⁵⁹

Именно поэтому декларируемые цели развития инноваций часто скрывают "уши" разноуровневых интересов:

на государственном уровне – развивать инновации, но не за счет пересмотра федеральных программ, снижения налоговых поступлений и т.д.;

на региональном уровне – развивать инновации, но не за счет снижения занятости, налоговых поступлений или перераспределения финансовых потоков;

на территориальном уровне – развивать инновации, но не за счет сокращения сферы влияния органов местного самоуправления и ущемления их финансовых интересов;

на корпоративном уровне – развивать инновации, но не за счет передела рынка и рискованных затрат на продвижение новых товаров;

на индивидуальном уровне – развивать инновации, но не за счет потери работы, изменения образа жизни или снижения личных доходов.

Практически невозможно составить полный перечень причин сопротивления инновационной деятельности. Зато после появления и бурного развития новой технологии (в том числе – социальной), прочим структурам социального уровня ничего не остается, как внедрять инновации или деградировать, уступая экономическое пространство лидеру инновационного процесса. На высших социальных уровнях бифуркация подразумевает бескровную смену лидера на ближайших выборах.

⁵⁸ См.: Там же. – С. 165.

⁵⁹ См.: Там же. – С. 166-167.

Описываемая ситуация чаще наблюдается на корпоративном и индивидуальном уровнях. Но как раз эти уровни определяют жизнеспособность и развитие высших уровней государственной надсистемы.

Поэтому столь важную роль сегодня приобретает методологически выверенная политика верхних уровней социальной иерархии. Влияние не столько через непосредственное вмешательство в деятельность субъектов низших уровней, сколько через продуманное изменение правовых и иных рамок функционирования субъектов (подсистем).

Спротивление переменам объективно, вполне естественно и предсказуемо при наличии собственных интересов на отдельных уровнях социальной иерархии. Поэтому представляется, что только через создание условий, способствующих реализации или переориентации противоречивых интересов, возможно реальное общественное развитие.

Отечественные теории соборности, софийности и особого российского пути вряд ли способны представить сказанному сколько-нибудь реальную альтернативу. Весь опыт развития инновационной деятельности свидетельствует о решении проблемы инноваций только через сглаживание объективных противоречий.

Так, один из классиков американского менеджмента Игорь Ансофф пишет: *"...отдельные люди и группы будут сопротивляться переменам пропорционально степени дискомфорта, вызываемого проводимой в настоящее время перестройкой. То есть, сопротивляясь переменам, люди обычно рассматривают их последствия с точки зрения краткосрочного эффекта, и лишь некоторые задумываются об их комплексном долгосрочном воздействии"*.⁶⁰

Поэтому главный вывод настоящей темы будет звучать следующим образом: **Исходя из того, что системные противоречия носят объективный характер, разрешать их следует также объективными способами через перераспределение ресурсных потоков и установление новых граничных рамок.** Именно в этом состоит основная задача государственного регулирования по снятию социальных противоречий и стимулированию экономического развития общества.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Охарактеризуйте сущность и роль системных противоречий в социальном развитии.
2. Прокомментируйте процесс приближения социальных систем к точке бифуркации.
3. Поясните, чем обусловлено сопротивление социальным инновациям.

⁶⁰ См.: Ансофф И. Новая корпоративная стратегия. – СПб: Питер Ком, 1999. – С. 369.

Рекомендуемая литература:

1. Василькова В.В. *Порядок и хаос в развитии социальных систем: Синергетика и теория социальной самоорганизации.* – СПб.: Лань, 1999.
2. Калужский М.Л. *Методологические основы анализа системных противоречий общественного развития.* – Омск: ОмГАУ, 2000.
3. Могилевский В.Д. *Методология систем: вербальный подход.* – М.: Экономика, 1999.

РАЗДЕЛ III. СОЦИАЛЬНАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ

ЛЕКЦИЯ 7. ОСОБЕННОСТИ СОЦИАЛЬНОЙ САМООРГАНИЗАЦИИ

Для понимания особенностей социальной самоорганизации представляется целесообразным определиться с основополагающими понятиями, используемыми при рассмотрении проблем взаимодействия социально-экономических интересов в масштабе отдельного государства.⁶¹ На современном этапе предлагается выделять пять подуровней таких интересов:

1. *государственный уровень* (интересы федерального центра);
2. *региональный уровень* (интересы субъектов Федерации);
3. *территориальный уровень* (интересы местного самоуправления);
4. *корпоративный уровень* (интересы хозяйствующих субъектов);
5. *индивидуальный уровень* (интересы конкретных носителей).

Рассмотрим каждый из этих уровней в отдельности.

1. Государственный уровень социальной структуры общества. Для этого уровня характерен примат интересов целостности государства, упор на федеральные программы развития и выполнение приоритетных государственных функций.

В России законотворческий процесс в сфере внутригосударственной политики объективно направлен на гармонизацию отношений между федеральным центром и субъектами РФ. Это единственно возможный способ нормального функционирования современного федеративного государства.

Основной приоритет здесь сегодня отдается разграничению полномочий между федеральными органами государственной власти и органами государственной власти субъектов Федерации. Именно поэтому столь важная роль отводится соответствию законодательных и нормативных правовых актов субъектов Федерации Конституции РФ, конституционным и федеральным законам.

Однако, помимо декларируемых целей, преследуемых при проведении региональной политики федеральным центром, существуют и его объективные интересы, которые кажутся обыденными и естественными, но часто остаются вне поля зрения современной социальной науки. Парадокс заключается в том, что *интересы государств зачастую направлены на сдерживание цивилизационного процесса.*

Наглядный пример: сосредоточение большей части мировых ресурсов в нескольких высокоразвитых государствах. Ни с кем реально они делиться своими богатствами не намерены.

Такое поведение совершенно естественно и обусловлено *объективностью потребностей государства.* Среди таких потребностей можно отметить:

- ресурсное обеспечение государственной инфраструктуры;

⁶¹ Здесь: Российская Федерация и СССР.

- макроэкономическая и социальная стабильность общества;
- оптимизация государственных расходов и доходов (особенно в части бюджетного регулирования);
- сохранение контроля над ключевыми позициями госуправления и т.д.

С целью реализации своих интересов государство устанавливает для систем более низких социальных уровней «*границные рамки*», в которых они функционируют. Поэтому межуровневые системные противоречия не носят антагонистического характера. Они обусловлены различиями задач и особенностей общественной организации на разных структурных уровнях социальных систем.

2. Региональный уровень социальной структуры общества. Для этого уровня характерен примат интересов регионального развития, особенно с учетом дотационности и почти тотальной зависимости регионов от федерального центра.

Здесь следует учитывать, что органы регионального управления формально входят в систему органов государственного управления. Однако существуют особенности, позволяющие выделить региональный уровень государственного управления в качестве отдельного системного уровня:

- выборность глав региональных администраций, стимулирующая системообразующие процессы в субъектах Федерации;
- законодательная независимость субъектов Федерации в конституционных рамках (иногда – и за их пределами);
- бюджетная самостоятельность в рамках финансовых полномочий, переданных регионам из федерального центра;
- наличие системообразующего влияния (обратной связи) на федеральном уровне (через Федеральное Собрание) и т.д.

Статья 73 Конституции РФ гласит, что вне пределов ведения Российской Федерации ее субъекты обладают всей полнотой государственной власти. Причем тот факт, что не соответствуют Конституции России в основном конституции национальных образований, лишний раз свидетельствует о дестабилизирующей роли развития государственного строительства именно в этом направлении.⁶²

Указанные положения в равной мере распространяются на республики, края, области, города федерального значения, автономную область, автономные округа. Не останавливаясь подробно на проблеме законодательного неравенства прав национальных образований и других субъектов Федерации, попытаемся охарактеризовать основные противоречия интересов регионального и федерального уровней.

⁶² В контексте постулата общей теории систем о примате внешних влияний в ходе системной самоорганизации.

В качестве одного из ключевых примеров можно привести финансовые противоречия. Они носят весьма разноплановый характер:

а) противоречия, связанные с финансированием региональных бюджетов

Ввиду отсутствия прямого контроля со стороны государства за распределением средств региональных бюджетов (обратной связи) активность на региональном уровне направлена в сторону "выбивания" средств из федерального бюджета, но не на развитие собственного экономического потенциала. Сегодня более 90 % российских регионов дотационны.

Меры федерального центра: введение казначейского контроля на местах и использование специально разработанных бюджетных индексов при расчете трансфертов.

б) противоречия, связанные с разделением финансовых потоков

Органы регионального управления объективно заинтересованы лишь в сборе налогов, формирующих региональные бюджеты. Это обстоятельство (с учетом слабости территориальных подразделений федеральных структур) весьма наглядно объясняет не только низкую собираемость федеральных налогов, но и нежелание региональных властей заниматься развитием промышленного производства.

Меры федерального центра: введение нового Налогового кодекса РФ, ограничивающего роль местных налогов при формировании региональных бюджетов.

в) противоречия, связанные с несовпадением финансовых интересов

Реально на уровне регионов сегодня приоритетны два ведущих направления – сохранение доходов и распределение расходов. Поэтому совершенно естественно то, что государственными функциям, отнесенным к ведению федерального центра, со стороны региональных органов власти уделяется лишь декларативное внимание. В качестве примеров можно привести нецелевое использование федеральных средств, искажение статистической информации и другие тенденции.

Меры федерального центра: содержание региональной инфраструктуры федеральных фискальных органов, таких как региональные управления федерального казначейства, Центрального банка РФ и т.д.

Однако, несмотря на принимаемые меры, на региональном уровне едва ли не повсеместно наблюдается фактическая подмена естественных ресурсных потоков (от развития производства, инвестиционных процессов и т.д.) искусственными потоками из федерального бюджета. Именно поэтому в последние годы предпринимаются попытки закрепить за субъектами Федерации достаточные финансовые источники для самостоятельного формирования бюджетов. Такая политика призвана сократить встречные финансовые потоки между бюджетами различных уровней и снизить объемы федеральной финансовой поддержки самодостаточных регионов.

3. Территориальный уровень социальной структуры общества. До недавнего времени для этого уровня было характерно стремление к самостоятельности и независимости от органов государственного управления субъектов Федерации. Статья 12 Конституции РФ разделяет понятия государственного управления и местного самоуправления. В соответствии с этой статьей органы местного самоуправления не входят в систему органов государственной власти.

Органы местного самоуправления управляют муниципальной собственностью, формируют и исполняют местный бюджет, устанавливают местные налоги и сборы, осуществляют охрану общественного порядка, решают иные вопросы местного значения. Местное самоуправление в Российской Федерации обеспечивает самостоятельное решение вопросов местного значения, владение, пользование и распоряжение муниципальной собственностью. Самоуправление осуществляется по территориальному признаку с учетом местных традиций.

При этом местное самоуправление в Российской Федерации гарантируется правом на судебную защиту, на компенсацию дополнительных расходов возникших в результате решений, принятых органами государственной власти, запретом на ограничение законных прав местного самоуправления. Все это – декларируемые, но далеко не всегда соблюдаемые конституционные нормы.

Структура органов территориального самоуправления (в первую очередь – крупных городов) носит все признаки обособленного системного уровня:

- собственное бюджетное устройство;
- наличие разветвленной инфраструктуры;
- реализация несвойственных другим уровням функций и задач;
- нормотворческая деятельность;
- обособленная собственность и т.д.

Кроме того, как представительный орган, так и глава местного самоуправления, избираются непосредственно населением и фактически неподконтрольны региональным органам государственного управления субъекта Федерации. Отсутствует обратная связь.

На уровне небольших населенных пунктов это противоречие мало ощутимо. Однако для регионально значимых городов характерно острее противостояние региональных и территориальных властей.

Описанное противоречие наблюдается с разной степенью остроты противостояния в большинстве субъектов Федерации. В результате неэффективно расходуются ресурсы, происходит дублирование управленческих функций, снижаются темпы социально-экономического развития регионов.

Здесь мы видим типичный пример того, как непродуманно установленные на федеральном уровне "*границные рамки*" объективно провоцируют обострение противоречий между региональной и территориальной

подсистемами государственного устройства России. Причем усиление противоречий происходит по мере ухудшения финансового положения в стране (сокращения ресурсных потоков).

В результате недоучета системных факторов в отношениях между двумя уровнями государственного устройства произошла подмена вертикальной конкуренции (направленной на рост эффективности использования ресурсов) конкуренцией горизонтальной (направленной на борьбу за их перераспределение). Трудно обвинять в этом руководителей тех или иных органов власти, поскольку они видят ситуацию в граничных рамках своего системного уровня (системы отсчета). Иначе говоря, в рамках тех финансовых и управленческих полномочий, которые определены несовершенным законодательством Российской Федерации.

Сегодня предпринимаются попытки исправления сложившегося ненормального положения. Для этого принят целый ряд нормативных актов федерального уровня, сокращающих финансовые потоки территориального уровня и вынуждающих органы местного самоуправления изыскивать дополнительные источники финансирования.

Естественно такие меры вызывают крайне неоднозначную реакцию. В качестве недостатков принятых Бюджетного кодекса, Общей части Налогового кодекса, Концепции межбюджетных отношений и пакета стабилизационных законопроектов со стороны органов городского самоуправления называются:

- увеличение доходной части федерального бюджета за счет сокращения доходной части местных бюджетов;
- отказ от закрепления расходных и доходных полномочий между уровнями бюджетной системы;
- несбалансированность расходных и доходных полномочий по уровням бюджетной системы;
- централизация доходов на федеральном уровне с передачей обязанностей по расходам на уровень местного самоуправления;
- нарушение декларируемого *"принципа равноправия"* всех уровней бюджетной системы;
- отсутствие условий, стимулирующих увеличение доходов местных бюджетов;
- сокращение собственной доходной базы местного самоуправления;
- понижение самостоятельности местных бюджетов и передача управления доходами на уровень субъектов Федерации.

Разумеется, с позиций региональных органов государственного управления ситуация выглядит диаметрально противоположным образом. Теперь существует противоположная опасность – чрезмерное обескровлива-

⁶³ Материалы Всероссийского съезда муниципальных образований, 1998 г.

ние систем территориального самоуправления за счет непродуманного сокращения ресурсных потоков. Перебои с транспортом и задержки зарплаты бюджетникам, финансируемым из средств городского бюджета г.Омска, более чем наглядно иллюстрируют сложившееся положение.

Однако нельзя не отметить, что дальнейшее развитие ситуации прогнозируется по пути отказа органов местного самоуправления от целого ряда социальных функций и передачи их на региональный уровень. *В результате неблагоприятных внешних условий сегодня происходит реструктуризация системы местного самоуправления в новых граничных рамках.*

4. Корпоративный уровень социальной структуры общества. Этот уровень характеризуется наибольшей степенью зависимости от действий вышестоящих структурных уровней. Можно даже сказать, что эта зависимость носит во многом односторонний характер. Так, основные "правила игры" хозяйствующих субъектов определяются законодательством Российской Федерации. Государство стремится вынудить предприятия действовать в рамках установленного правового пространства.

И действительно, если разобраться – мы увидим, что именно государство выступает в роли надсистемы, определяющей условия деятельности хозяйствующих субъектов:

- обеспечивает функционирование денежно-финансовой системы;
- определяет правовые нормы хозяйственной деятельности;
- устанавливает регулирующие налоги и сборы;
- является крупнейшим собственником и монополистом;
- выполняет иные функции государственного управления.

При этом государство преследует интересы собственной стабильности: повышение доходов бюджета и снижение социальной напряженности в обществе. Тогда как хозяйствующие субъекты также стремятся к снижению расходов (на налоги в том числе) и к росту доходов.

Всё совершенно естественно с той лишь разницей, что доходы высшего системного уровня складываются из расходов низших системных уровней. Поэтому *социальные интересы здесь диаметрально противоположны.*

Нельзя сказать, что системные противоречия носят антагонистический характер. Именно государство выступает в роли внешней среды, обеспечивающей функционирование хозяйствующих систем. И, хотя крайней степенью межуровневых противоречий и можно назвать т.н. «теневую экономику», но это скорее показатель неэффективности внутренней политики государства, чем свидетельство реального антагонизма.

В любом случае хозяйствующие субъекты в рыночной экономике вынуждены считаться с граничными рамками, устанавливаемыми государством. То же самое можно сказать и о других уровнях социального устройства общества. Чем выше открытость системного уровня, тем меньше противоречий и конфликтов он продуцирует.

Можно даже сказать, что: *Пассивное воздействие внешней среды и самостоятельная стратегия адаптации – вот тот признак системной открытости, который отличает рыночную экономику от планового хозяйства в любой стране мира.*

В процессе экономического роста эта закономерность только усиливается. Так, известные американские специалисты по корпоративному управлению А.А.Томпсон и Дж.А.Стрикленд отмечают: *«Все большему и большему числу компаний приходится считаться с общественными правами, ценностями и приоритетами, учитывать и следить за законодательством и регулируемыми нормами в процессе анализа ситуации вокруг фирмы»*.⁶⁴ Они выделяют пять основных стратегических целей на корпоративном уровне:

1. проявление деловой активности в рамках границ, определенных нормами этики и интересами общества;
2. учет социальных приоритетов и запросов общества;
3. готовность предпринимать действия для избежания конфронтации с регулируемыми нормами;
4. поддержание баланса между интересами акционеров и общества в целом;
5. обеспечение гражданской позиции компании в обществе.

Однако нельзя не учитывать и то обстоятельство, что в условиях жесткой конкурентной борьбы за рынки сбыта неформальный выход хозяйствующих субъектов за рамки правовых норм иногда позволяет более эффективно решать насущные проблемы. Это особенно актуально в условиях российской действительности, когда трудно всерьез говорить о функционировании рыночных механизмов. Среди причин, препятствующих установлению внешних границ на уровне хозяйствующих субъектов можно выделить:

1. слабость судебной системы, обеспечивающая возможность ухода от ответственности за нарушение норм антимонопольного, налогового и иного законодательства (финансовые пирамиды);
2. слабость системы государственного управления, переориентирующая хозяйствующие субъекты на поиск путей решения существующих проблем в обход общепринятых правил и норм (всевозможные зачеты, налоговая политика);
3. незавершенность передела собственности, позволяющая хозяйствующим субъектам в короткие сроки получать прибыль, минуя непосредственную производственную деятельность (внеконкурсная реализация госсобственности);
4. отсутствие четкой экономической политики, когда периоды многолетнего недофинансирования сменяются внезапными финансовыми вливаниями (напр., в угольную отрасль) и т.д.

⁶⁴ См.: Томпсон А.А., Стрикленд А.Дж. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии. М.: ЮНИТИ, 1998. – С. 91.

Все это резко снижает привлекательность инвестиций в производственную сферу и уводит капиталы в теневой бизнес. Робкие попытки государства административными мерами исправить существующее положение пока ведут лишь к увеличению оттока капиталов за рубеж, где их сохранность более гарантирована. Такая ситуация в той или иной мере проявляется в любой рыночной экономике. Основана она на объективных противоречиях между корпоративными интересами конкретных хозяйствующих субъектов и интересами государственного управления.

Непонимание объективного характера системных противоречий лишь усугубляет их последствия. Причем далеко не во всех случаях источники неэффективности находятся на корпоративном уровне. Так, известный специалист в сфере экономики государственного сектора Дж. Стиглиц приводит показательный пример из практики государственных закупок в достаточно открытой рыночной среде США, когда «... Пентагон закупал обыкновенные винты (продающиеся в любом магазине оборудования по 3 цента) по 91 доллар каждый».⁶⁵

Нет ничего удивительного в том, что везде в мире хозяйствующие субъекты ставят на первое место интересы собственной стабильности, нежели интересы внешних, пусть даже и государственных структур. Протекционизм и взяточничество с позиций Общей теории систем вполне моделируемые и прогнозируемые процессы.

Такое же положение наблюдается и на предприятиях, целиком находящихся в собственности государственных или муниципальных образований. Д. Стиглиц видит две основные причины этого:

1. сотрудникам госпредприятий не нужно беспокоиться о банкротстве;
2. сотрудникам госпредприятий не нужно беспокоиться о конкуренции.

Объяснение такого поведения видится еще и в том, что на первое место выходят интересы конкретных индивидуумов – носителей собственных интересов. И собственные интересы (финансовая независимость, социальное положение, уверенность в завтрашнем дне и т.д.) совершенно естественно преваляют над интересами общественными.

5. Индивидуальный уровень социальной структуры общества. Это базовый уровень, который существовал с того момента, когда на Земле появился первый человек. Несмотря на то, что этот уровень находится в самом низу приведенной иерархии, именно он, как представляется, составляет основу любого государственного устройства. Ни одно даже самое утопическое общество, построенное на идеологии коммунизма, религиозного фундаментализма или фашизма, не смогло полностью нивелировать этот фактор общественной жизни. Везде, под тем или иным предлогом, личные интересы всегда стояли выше интересов общественных.

⁶⁵ См.: Стиглиц Дж.Ю. Экономика государственного сектора. – М.: ИНФРА-М, 1997. – С. 189.

Разумеется, на первый взгляд такое утверждение может показаться достаточно спорным. Однако стоит опять вернуться к тезису о том, что в *основе всякого интереса лежит какая-либо потребность*. Потребности могут быть совершенно разными: для одного – гарантированная заработная плата, для другого – потребность в самовыражении (в том числе и через воплощение своих идей).

Вполне нормальным является первостепенное удовлетворение базовых потребностей индивидуального уровня. И уже затем происходит переход к удовлетворению потребностей высшего уровня. Доказать подобное утверждение можно очень легко, используя метод «от обратного». Для этого стоит представить, насколько реальна возможность удовлетворения потребности высшего уровня без одновременного удовлетворения потребностей низших уровней, и наоборот.

В любом случае потребность всегда объективна, так как ее удовлетворение подразумевает достижение совершенно определенных материальных целей – строительство коттеджа или национализацию промышленности. В последнем случае мы с некоторой долей вероятности можем говорить о совпадении интересов определенных общественной группы и частного интереса конкретной личности.

Можно совершенно определенно утверждать, что большинство членов общественных формирований преследуют свои собственные, а не чужие интересы. В этом контексте можно даже сказать, что отказ от примата личных потребностей является нетипичным отклонением от нормы.⁶⁶ Именно объективные потребности индивидуума во многом определяют его принадлежность к определенной социальной группе.

Индивидуальные возможности можно реализовать через реализацию общественных интересов. Что, по правде говоря, совсем не обязательно. Обратный процесс всегда будет объективно лежать в основе социальных конфликтов.

Задача вышестоящих уровней представляется в формировании таковой внешней среды для реализации индивидуальных интересов, где активность носителей интересов направлена на реализацию интересов социальных систем более высокого уровня. Кстати эту функцию государственного управления еще в конце XVIII века отметил Адам Смит, когда написал о «невидимой руке рынка».⁶⁷

Тут представляется очень важным разграничить функции. Конкретные члены общества представляют собой основу любого социального устройства. Их интересы и потребности определяют направленность социально-экономических процессов. Однако не они, а социальные институты, как более высокие уровни общественной самоорганизации, формируют условия внешней среды в надсистеме (государстве).

⁶⁶ Речь идет о естественных характеристиках социума.

⁶⁷ А.Смит «Исследование о природе и причинах богатства народов» (1776).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. *Покажите объективность существования межуровневых противоречий социального устройства.*
2. *Приведите свои примеры существующих межуровневых противоречий в современном российском обществе.*
3. *Прокомментируйте с точки зрения ОТС причины межгосударственных конфликтов и центробежных тенденций внутри государств.*

Рекомендуемая литература:

1. *Калужский М.Л. Методологические основы анализа системных противоречий общественного развития. – Омск: ОмГАУ, 2000.*
2. *Могилевский В.Д. Методология систем: вербальный подход. – М.: Экономика, 1999.*
3. *Пригожин И.Р., Николис Г. Постижение сложного. Введение. – М.: Мир, 1990.*

ЛЕКЦИЯ 8. ПРОТИВОРЕЧИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Говоря о роли противоречий в социально-экономическом развитии общества, представляется целесообразным подробно остановиться на их значении как фактора самоорганизации социальных систем. Причина проста: **в основе любых противоречий лежит энтропия – процесс сокращения ресурсов, вынуждающий социальные системы адаптироваться к новым условиям.** Обычно обозначают два вида противоречий в социальных системах:

внутренние – между внутренними потребностями системы и внешними возможностями надсистемы;

внешние – между внешними потребностями надсистемы и внутренними возможностями системы.

Часто это напоминает старый постсоветский анекдот: *мы плохо работаем, потому что нам мало платят; нам мало платят, потому что мы плохо работаем.* В действительности речь идет лишь о разных ресурсных потребностях, лежащих в основе объективных социальных противоречий.

Можно даже сказать, что социальные противоречия являются следствием т.н. **«горизонтальной конкуренции»**, направленной на передел ресурсных потоков в обществе. Чем менее удовлетворены ресурсные потребности отдельных социальных институтов (уровней), тем выше острота системных противоречий.

Существует как минимум три выхода из ситуации: либо повышать эффективность работы, либо искать новые источники ресурсов, либо перераспределять уже имеющиеся резервы. Первые два варианта требуют дополнительных затрат на структурную перестройку, а третий – связан с сокращением расходов и оптимизацией издержек, но это что называется *«резать по живому»*. Соппротивление неизбежно.

На практике часто то, что экстенсивно развивает один уровень закрытого общества, неизбежно приводит к ущемлению другого. И то, что экстенсивно укрепляет финансовые позиции государства, объективно сокращает ресурсы хозяйствующих субъектов или населения. Поэтому *соотношение ресурсного обеспечения различных уровней в открытой равновесной социально-экономической системе следует признать оптимальным*.

В закрытой равновесной системе происходит приоритетное развитие одного или нескольких социальных уровней. Но и это еще не все. Любое *тоталитарное государство – это социальная надсистема, устанавливающая слишком узкие граничные рамки для своих подсистем*.

Такая социальная политика ведет к неизбежной бифуркации. Это палка о двух концах, поскольку ресурсная ущемленность отдельных социальных уровней снижает адаптационные возможности всей системы в целом. Нужна так называемая "золотая середина" (*состояние-аттрактор*). Ситуацию можно проиллюстрировать при помощи следующей схемы социальной организации государства:



Рис. 8. Схема социальной организации государства

Здесь очень хорошо видна двойственность интерпретаций. Если говорить о самоорганизации, то внешней средой является государство (верхние уровни), которым снизу делегированы управленческие полномочия. Если же говорить о ресурсных потоках – в качестве внешней среды выступают носители интересов низших уровней.

В этой связи представляется возможным дать следующее определение понятия «государство»: *Государство – полиструктурная система социальных институтов, формирующее среду и средства собственного функционирования и развития*.

Разумеется, существуют как ресурсные потоки сверху (госзаказы, дотации, субвенции),⁶⁸ так и самоорганизация снизу (выборы, референдумы), но они вторичны, поскольку условия здесь все равно определяются из высшего уровня. Точно также материальные блага и реальное наполнение

⁶⁸ Эти потоки изначально искусственны, хотя и свидетельствуют о высоком уровне самоорганизации.

ресурсных потоков производится на низших уровнях, тогда как на верхних уровнях происходит их перераспределение.

Поэтому, хотя государство и устанавливает граничные (правовые) рамки для всей надсистемы в целом, но *базовым* уровнем *является* все-таки *уровень конкретных носителей интересов*. Соответственно индивидуумы только тогда реализуют интересы социальных институтов, когда через них наиболее эффективно реализуются их собственные интересы (с минимумом производства энтропии).

Роль системных противоречий

Социальная структура подразумевает неизбежное перераспределение ресурсов на верхние «этажи» социальной иерархии. Снизу идут ресурсные потоки, сверху – управляющее воздействие. *Индивидуумы, стремящиеся обеспечить себе комфортное существование, вынуждены подчинять свои интересы абстрактным интересам системного уровня.*

В этом скрыт главный стимул любого социального развития. Наиболее конкурентоспособные (т.е. способные к адаптации) члены общества формируют социальные институты и социальную среду цивилизации. Чем обширнее адаптационные возможности членов общества (способности к потреблению и воспроизводству ресурсов), тем выше степень развития всей цивилизации. Можно выделить две основные причины: *недостаток ресурсов и потенциал самоорганизации, двигают социальный прогресс*. Они в равной мере влияют на развитие социальных систем, объединяя внешние и внутренние факторы развития.

Представим такую ситуацию: в стране существует лишь несколько человек, отождествляющих себя с государственными институтами и способные обеспечить их функционирование. Именно они и займут руководящие посты. Остальные члены общества останутся пассивны, и мы увидим пример самой примитивной социальной структуры. Не эта ли ситуация наблюдалась несколько десятков лет назад в т.н. «банановых республиках»?

Совсем иное дело, когда желающих получить доступ к распределению ресурсов превышает число имеющихся вакансий. Это первооснова политики или, по В.Парето, «*борьбы элит*». Тут уже вступает в действия закон самосохранения систем, описываемый теоремой И.Р.Пригожина. Система усложняется настолько, насколько позволяют ее ресурсные возможности и наличие квалифицированных кадров для формирования новых социальных институтов.

Аналогичным образом в животном мире зачатки социальной организации проявляются в том, что вожак стаи (сильнейшая особь) распределяет социальные роли, присваивает лучшую долю добычи. Не касаясь вопроса морали, следует отметить, что *стремление к контролю над распределением ресурсов лежит в основе любого социального (научного, технического) прогресса*.

Именно стремление к удовлетворению личных потребностей (см. пирамиду потребностей А.Маслоу) служит основанием социальной активности в обществе. Индивидуумы, находящиеся на высших уровнях социального устройства, проявляют заботу о тех, кто оказался внизу вынужденно и ровно настолько, насколько это позволяет сохранить существующее положение.

Это объективная реальность и одновременно главный стимул общественного развития. Все попытки создать общественный строй, игнорирующий описанную закономерность, заканчивались социально-экономической деградацией общества и переходом к прежней системе распределения ресурсов.

Никогда социально незащищенные слои общества не жили лучше представителей правящей элиты. Если бы это произошло или даже намечалась такая тенденция, то стимул к развитию государственности потерял бы свою привлекательность, разрушилось социально-экономическое основание государственности.

Мы уже наблюдали такую ситуацию на примере СССР, когда центр не смог удержать контроль над ресурсными потоками и государство перестало существовать. До сих пор многие экс-советские республики возглавляют бывшие руководители СССР (Шеварднадзе, Алиев, др.), для которых просто сменились социальные приоритеты.⁶⁹ Идеология в данном случае вторична.

Здесь присутствуют типичные признаки *полярности* системных характеристик. Там, где происходит процесс системобразования (*привнесения особенного в уникальные характеристики целого*) неизбежно наблюдаются отличия характеристик частного и целого. Важно, чтобы существующие противоречия не угрожали стабильности государственной системы.

Системные противоречия не являются изначально заданными. Они динамически изменяются и напрямую зависят от характера системных связей и структуры ресурсных потоков на разных системных уровнях. Особенность экзогенного подхода Общей теории систем состоит в том, что *причины системных изменений всегда находятся вне социальных систем*.

Они статичны и принципиально неуправляемы. Управляема реакция на эти причины, но только в определенном системном состоянии и при условии наличия свободных ресурсов. Отсюда следует, что *в основе всякого субъективного социального интереса (следствия) лежит объективная потребность в чем-либо (причина)*.

Приведенное высказывание можно экстраполировать на деятельность всех без исключения социальных институтов. В конце концов, не потому ли выборность и разного рода референдумы считаются признаками *открытого общества*, что они подразумевают возможность наименее болезненным путем привести структуру социальной системы в соответствие с требованиями окружающей среды (общества).

⁶⁹ Даже Шамиль Басаев был комсомольским функционером, а Джохар Дудаев – перспективным генералом авиации.

То же самое можно сказать о социальных функциях профсоюзной деятельности или акционерной формы собственности. Это то, что Пригожин назвал термином «*обратная связь*».

Другое дело, что обратная связь осуществляется при непременном наличии системных противоречий, которые выступают в качестве механизма оптимизации ресурсных потоков. Ни один социальный уровень не согласится в добровольном порядке сократить потребление ресурсов. Везде действуют объективные законы самосохранения. И везде в основе этих законов лежат объективные потребности.

Поэтому *в социальных системах внешние факторы носят объективный характер, а внутренние факторы – субъективный*.⁷⁰ Объективный характер внешних факторов – оттого, что внешние факторы существуют вне системы, и внешняя среда генерирует их причины. А субъективный характер внутренних факторов – оттого, что внутренние факторы вырабатываются самой системой, и отражают ее собственные адаптивные возможности. Отсюда вытекает то, что *объективность системных противоречий проявляется на социальном уровне в виде субъективных интересов, отражающих противоречивые потребности*.

Системные противоречия носят объективный характер и обусловлены неизбежной закрытостью всякой системы, поскольку любая автономность подразумевает наличие внешних ресурсов и собственных ресурсных интересов. Отсюда следует главный вывод: *негативные внешние факторы, ухудшающие положение систем, служат стимулом к их революционному (качественному) развитию*. Осознанное поведение в комфортных условиях не способно выступать в роли "двигателя" самоорганизации.

Процесс социального развития довольно прост. Под влиянием негативных внешних факторов система самоорганизуется в направлении адаптации к условиям объективной действительности. Однако всякое *управляемое развитие* закрытых социальных систем приводит к их реструктуризации в субъективно определяемом направлении, почти неизбежно отличным от естественного пути самоорганизации.

Как только противоречия между реальными потребностями людей и субъективным представлением о них станут невыносимым, происходит социальный взрыв, и структура управления меняется. В условиях демократии можно обойтись без социального взрыва, через выборы. Однако демократия также отнюдь не является панацеей, поскольку не гарантирует безусловного улучшения ситуации.

Существует ошибка, повторяемая в развитии цивилизации в течение многих тысячелетий. Речь идет о стремлении человечества к построению общества всеобщего благоденствия.

⁷⁰ См.: Чинакова Л.И. Социальный детерминизм: Проблема движущих сил развития общества. – М.: Политиздат, 1985. – С. 98-99.

И неважно, говорим мы о религиозных концепциях (царство небесное) или о коммунистических утопиях – везде присутствует стремление отдать по способности, но получить – обязательно по потребности. Другими словами – минимум издержек, исключая возможность спонтанной (неконтролируемой) перестройки под влиянием внешних условий. Однако адаптационное развитие в таких условиях прекращается и неизбежно наступает стагнация.⁷¹

Неудивительно, что в ходе исторического развития ни одна социальная система не смогла построить идеальное общество. Чем утопичнее изначально были субъективные идеалы, тем тираничнее и ужаснее стало их практическое воплощение. Существует простое объяснение: *самые благородные субъективные цели социального развития искусственны, а системы, стремящиеся к их достижению – неконкурентоспособны.*

Трудно усомниться в благородстве намерений членов Парижской коммуны или марксистских лидеров. Однако ради достижения субъективных целей (всеобщего равенства, уничтожения частной собственности и т.д.) они очень скоро переходили к методам диктатуры. И дело здесь не в личной кровожадности лидеров. Экономика не могла развиваться по внерекурсивному пути. Абстрактные принципы не смогли заменить естественное стремление к удовлетворению базовых потребностей.

Противоречия и инновации

Парадокс заключается в том, что противоречия между социальными институтами проявляются объективно. В их основе лежат объективные потребности, присущие различным уровням социальной структуры общества. Ни один социальный институт, как и ни один нормальный носитель социального интереса (индивидуум), не стремится к конкурентной борьбе или системной конфронтации ради того, что *«сам процесс нравится»*. Его вынуждают адаптироваться объективные обстоятельства (энтропия).

Это очень важное утверждение, проливающее свет не только на общие закономерности самоорганизации социальных систем, но и на их восприимчивость к внедрению инноваций (открытость). Французский социолог Раймон Будон справедливо указывает: *«...инновация может восприниматься системой только тогда, когда последняя способна к ее восприимчивости. ...Принятие (либо отвержение) инновации является, таким образом, функцией определенных характеристик системы»*.⁷²

Правда, на практике мы зачастую наблюдаем подмену целей и интересов одного порядка целями и интересами другого порядка. Так, например, происходит, когда региональные или территориальные власти в преддверии

⁷¹ Характерные примеры – Древний Рим, Египет, Китай, средневековая Европа.

⁷² См.: Будон Р. Место беспорядка. Критика теорий социального изменения. – М.: Аспект Пресс, 1998. – С. 201-202.

грядущих выборов принимают решения о необоснованных льготах для хозяйствующих субъектов. Решения в целом невыгодные для развития территории, но позволяющие сформировать предвыборный фонд кандидатов.

Моральное оправдание заключается в том, что потенциальные противники на выборах априори считаются неспособными к полноценному выполнению управленческих функций. Однако трудно игнорировать тот факт, что ресурсы, предназначенные в принципе для использования в воспроизводственном процессе, расходуются на невозполнимые затраты.

И при любом итоге выборов победитель получит в наследство территорию с ухудшившимися экономическими возможностями. Иначе говоря, речь идет о типичном случае подмены интересов высшего порядка базовыми интересами – сохранением собственного статуса, высоких личных доходов, влияния и т.д. Разумеется, бывают случаи, когда те и иные интересы совпадают. Но все равно это разные интересы.

Поэтому говорится, что *между социальными потребностями на различных уровнях государственного устройства существуют естественные противоречия, в основе которых лежат объективные потребности. Личные интересы присутствуют на всех уровнях социальной иерархии и лежат в основе любых общественных интересов.* Отсюда следует, что ***интересы общественных образований не могут существовать отдельно от интересов их конкретных носителей.***

Всегда существовало универсальное межуровневое противоречие между объективными потребностями социальных систем и субъективными интересами представляющих их индивидуумов. Малопродуктивно ждать от систем низшего уровня добровольного принятия мер по ресурсному обеспечению систем высшего уровня за счет даже временного ухудшения собственного положения.

По-видимому, единственно приемлемым и научно обоснованным представляется использовать в качестве исходной предпосылки утверждение: ***интересы общества – это совокупность интересов подавляющего большинства населения (конкретных носителей).*** Это не интересы государства или любого другого социального уровня, которые абстрактны, поскольку не имеют конкретных носителей.⁷³ Лишь такой подход позволяет говорить о критериях стабильности или эффективности (адаптированности, конкурентоспособности) социальных структур.

Описанный подход уже давно и прочно укоренился в фундаментальных работах западных теоретиков менеджмента. Так, к примеру, Бенгт Карлоф пишет: *"Согласно теории динамического консерватизма, социальные системы ведут борьбу за сохранение статус-кво, за то, чтобы ничего не менять. Именно поэтому организационные структу-*

⁷³ Мы имеем здесь дело с проявлением системности: когда совокупность различного формирует уникальное целое, развивающееся по своим уникальным законам.

ры первоначально игнорируют сигналы о грядущих переменах, затем начинают противиться им, стремятся противостоять их воздействиям и в конце концов пытаются удержать их в каких-то минимальных границах".⁷⁴

В основе сопротивления инновациям лежит объективный процесс, описываемый теоремой о минимуме производства энтропии И.Р.Пригожина. Именно поэтому **формирование информационных потоков, независимых от реструктурирующихся систем, так же необходимо при внедрении социальных новаций, как и формирование новых внешних факторов.**

Особенно актуально это на уровне регионального управления. Если на государственном уровне действует система государственной статистики и наработан солидный научно-методологический потенциал, то на региональном уровне трудно вести речь о серьезном анализе.

Региональный и муниципальный уровни социального устройства в их нынешнем виде достаточно новое явление в государственной иерархии власти в России. Неудивительно, что статистика государственного уровня, как впрочем, и аналитика, столь мало отвечают потребностям низших социальных уровней.

В то же время региональные органы управления сегодня обладают большими возможностями регулирования социальных процессов и активно эти возможности используют. В условиях развития рыночных отношений, когда предполагается наличие трех уровней общественного управления – государственного, регионального и муниципального, роль этих органов управления неуклонно возрастает.

Пути решения проблем

Главная цель социального реформирования состоит сегодня не в одностороннем улучшении макроэкономических показателей в преддверии грядущих выборов, но в сбалансированном развитии российского общества на базе учета интересов всех уровней его социального устройства. Для этого уже недостаточно одной лишь государственной системы ценностей.

Блокирование обратной связи между социальными уровнями приемлемо при жесткой иерархии закрытой социальной системы, когда все рычаги государственного управления находятся в руках государства. Такая ситуация характерна для военного положения или других экстремальных ситуаций. С новыми же полномочиями на низших социальных уровнях появляются и новые ресурсные потоки, а, следовательно, новые объективные потребности и субъективные интересы.

Трудно не согласиться с мнением «видного регионоведа» Р.Г.Власова по поводу того, что новое мировоззрение может быть принято лишь тогда,

⁷⁴ См.: Карлоф Б. Деловая стратегия: концепция, содержание, символы. – М.: Экономика, 1991. – С. 54.

когда оно будет служить интересам большинства населения.⁷⁵ Для этого на региональном уровне Власов предлагает выполнить три условия:

1. сформулировать и принять региональное ядро ценностей;
2. выработать социальную мотивацию для поддержки новых ценностей;
3. институционализировать ценности на уровне органов управления.

Перечислены важные условия реализации региональной политики. Однако они могут стать бесполезными без учета интересов стабильности структур иных социальных уровней и ясного представления о природе потребностей, лежащих в основе таких интересов. В качестве иллюстрации сказанного предлагается сформулировать более широкий перечень возможных мероприятий на региональном уровне:

- конкретизация стратегических целей регионального управления в пределах переданных федеральным центром полномочий;
- выявление и учет объективных потребностей муниципального уровня, особенно в сферах, лежащих вне пределов ведения регионального управления;
- выявление и учет объективных потребностей корпоративного уровня, особенно в сферах, лежащих вне пределов ведения регионального управления;
- выявление и учет объективных потребностей индивидуального уровня, особенно в сферах, лежащих вне пределов ведения регионального управления;
- определение индикаторов стабильности и проведение мониторинга и прогнозирования влияния управленческих решений на адаптационные возможности социальных систем;
- широкое использование потенциала независимых научно-аналитических организаций.

Особенно важен последний тезис. Под независимым мониторингом понимается, прежде всего, мониторинг, проводимый структурами, интересы которых не совпадают с интересами структур, выступающих как заказчики или объекты социальных исследований. В первую очередь, это научные учреждения, не входящие в систему органов государственного, муниципального и корпоративного управления.

Существует целый ряд доводов в пользу необходимости независимого мониторинга влияния межуровневых противоречий на ход социального реформирования в Российской Федерации:

- противоречивость интересов стабильности различных социальных уровней;

⁷⁵ См.: Власов Р.Г. Регион России: внутрирегиональная политика, устойчивое развитие и безопасность. – Омск: ОмГУ, 1998. – С. 141.

- совпадение интересов социальных институтов и зависимых от них индивидуальных носителей;
- вероятность подмены интересов общественного развития интересами развития систем отдельных социальных уровней;
- сложность прогнозирования результатов инновационных процессов и т.д.

Положение несколько осложняется методологическими проблемами социальных дисциплин. Пока в социальных дисциплинах отсутствует даже не методология, отсутствует элементарное осознание противоречивого характера социальных потребностей и интересов.

Превалируют два подхода: либо наблюдается примат интересов отдельного социального уровня, либо мы сталкиваемся с псевдонаучными рассуждениями о метафизических причинах происходящего. *Альтернатива в любом случае отсутствует, и дальнейшее развитие социальных наук неизбежно сопряжено с решением актуальных задач системной организации общества. Общая теория систем располагает достаточным потенциалом для этого.*

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Покажите, как профессиональная и должностная принадлежность людей сказывается на их мировоззренческой позиции.
2. Охарактеризуйте роль системных противоречий в развитии социальной самоорганизации.
3. Поясните основные причины сопротивления внедрению социально-экономических инноваций.

Рекомендуемая литература:

1. Будон Р. Место беспорядка. Критика теорий социального изменения. – М.: Аспект Пресс, 1998.
2. Калужский М.Л. Методологические основы анализа системных противоречий общественного развития. – Омск: ОмГАУ, 2000.
3. Могилевский В.Д. Методология систем: вербальный подход. – М.: Экономика, 1999.

ЛЕКЦИЯ 9. КОНКУРЕНЦИЯ И АДАПТАЦИЯ

Очень серьезную проблему в современной науке представляет терминология. Зачастую одни и те же термины у разных авторов несут различную смысловую нагрузку. Термин «**конкуренция**» в традиционном понимании подразумевает «*соперничество, или борьбу, часто между двумя более или менее четко обозначенными соперниками*» со всеми вытекающими из этого последствиями.⁷⁶

⁷⁶ Современный словарь иностранных слов. – СПб.: Дуэт, 1994. – С. 300.

Однако сегодня представляется, что понимание термина «конкуренция» как синонима борьбы за выживание не соответствует действительности. Подход к понятию «конкуренция» с точки зрения Общей теории систем предполагает более глубокое осмысление этого явления. *Любая конкуренция в этом смысле есть ни что иное, как сравнительная адаптация систем к наложенным на них граничным условиям.*

Теории конкуренции

В основе современного западного подхода к осмыслению социальных явлений лежит учение Ч.Дарвина (в социально-экономическом контексте приоритет принадлежит английскому экономисту А.Маршаллу).⁷⁷ Последователи А.Маршалла считают, что социально-экономические системы (как и биологические в целом) развиваются только по восходящей линии, переходя из менее организованного в более организованное состояние. Сформировалось даже целое научное направление, получившее название "*социобиология*".⁷⁸

Эволюционный подход прочно вошел в западную экономическую теорию (главным образом – американскую) в качестве основного метода изучения социальных процессов. Основой этого подхода стал «*бихевиоризм*» – учение, рассматривающее деятельность биологических, социально-экономических и др. высокоорганизованных систем на основе принципа «*стимул Р реакция*».

Общеметодологическими предпосылками бихевиоризма послужили принципы философии позитивизма, согласно которым наука должна описывать только непосредственно наблюдаемые и регистрируемые явления. Тогда как любые попытки субъективного анализа внутренних, непосредственно не наблюдаемых, процессов отклоняются как ненаучные спекуляции.

Современная западная теория управления придерживается следующего определения понятия системы: *Система (system) – единство, состоящее из взаимозависимых частей, каждая из которых привносит что-то конкретное в уникальные характеристики целого. Организации считаются открытыми системами, потому что они динамично взаимодействуют с внешней средой.*⁷⁹

Разумеется, такое определение абстрактно, поскольку и само понятие системы достаточно условно. Общая теория систем лишь в самом общем смысле утверждает, что все системы содержат подсистемы, и при этом сами являются частью более крупных надсистем. Илья Пригожин пишет: *«Ни в биологической, ни в экологической или социальной эволюции мы не*

⁷⁷ См.: Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. – М.: Дело, 1994. – С. 80-81.

⁷⁸ Подробнее см.: Козловски П. Этика капитализма (с коммент. Дж. Бьюкенена); Эволюция и общество: критика социобиологии. – СПб: Экономическая школа, 1996.

⁷⁹ См.: Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. – М.: Дело, 1994. – С. 694.

*можем считать заданным определенное множество взаимодействующих единиц... . Это означает, что определение системы необходимо модифицировать в ходе эволюции».*⁸⁰

Отличие заключается в том, что *Общая теория систем* дает глубокую градацию состояний систем по признакам открытости и равновесности, раскрывает механизмы самоорганизации материи, предлагает методологические основания, позволяющие наиболее адекватно прогнозировать и моделировать системные процессы. *Бихевиористический подход* на этом фоне выглядит несколько поверхностным, ориентированным скорее на теорию управления.⁸¹

Сразу хочется отметить возможные обвинения в социальном дарвинизме *Общей теории систем*. Действительно, пригожинское понимание социальной самоорганизации на первый взгляд мало отличается от социобиологических концепций. В обоих случаях организационная структура рассматривается в качестве систем разной степени открытости (состоящих из взаимосвязанных подсистем), стремящихся достигнуть разнообразных целей в меняющейся внешней среде.

При этом ***преимущество обоих подходов заключено в их изначальной диалектичности, базирующейся на достижениях естественнонаучных дисциплин.*** Не случайно наиболее актуальные для человечества общественные дисциплины с начала Новой эры находились в функциональной зависимости от степени развития естественно-научного знания.

Так, если в середине века в Европе господствовала теология, то общественные науки практически не существовали. С развитием механистических построений Ньютона возникло соответствующее учение о функционировании общества (Вальрас, Декарт, Лаплас и др.). После появления термодинамики общественные науки получили новую методологию, и наука обратила свое внимание на вопросы системного взаимодействия в обществе.

Биологическая конкуренция

Ни в растительном, ни в животном мире не существует конкуренции как смертельной борьбы за обладание ресурсами. И тем более такой конкуренции нет на химическом или физическом уровне. Максимум, что мы можем встретить в естественных природных условиях – это соперничество между животными за контроль над территорией обитания.

Однако это не смертельная борьба на уничтожение противника. Побеждает тот, кто сильнее, а, следовательно, лучше адаптирован. Он не убивает противника – он лишь оттесняет его. Так, например, размеры охотничьей терри-

⁸⁰ См.: Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986. – С. 250.

⁸¹ См.: Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. – М.: Дело, 1994. – С. 133-138.

тории хищников часто зависят от наличия дичи и численности популяции. Чем больше объектов охоты, тем выше численность хищников и меньше территории необходимо для жизнедеятельности каждой отдельной особи.

Все совершенно естественно. Разумеется, два льва могут подраться из-за убитого буйвола. Однако конкуренция никогда не примет характера соперничества или борьбы на уничтожение.

Даже говорить на биологическом уровне о *биологической конкуренции* как о соперничестве абсолютно беспочвенно и субъективно. С точки зрения Общей теории систем под таким утверждением нет никаких оснований (прежде всего – системных).

Проблема в том, что *качественное развитие систем происходит не эволюционным, а революционным путем* (через бифуркации). Обезьяна не эволюционировала к человеку постепенно. Все современные исследования генетического кода свидетельствуют *о резком, не постепенном переходе*.

Их результаты свидетельствуют о том, что человек возник в африканских джунглях под радиационным влиянием в результате случайной мутации (бифуркации).⁸² Конкретная обезьяна (как представитель биологического вида) совершенно внезапно перешла на новый уровень самоорганизации, характеризующийся гораздо большим биологическим потенциалом социального развития.

Речь идет о революционном скачке, куда более важном, нежели изобретение колеса или земледелия. Зачатки социального поведения присутствуют у многих высших млекопитающих, но особенно развиты они у приматов. Однако до появления *человека* социальная самоорганизация сдерживалась граничными рамками чисто биологического свойства.⁸³

За период последних нескольких тысяч лет трудно говорить о заметной биологической эволюции человека. Можно даже сказать, что в биологическом смысле человечество вообще не изменилось. Основные биологические параметры (объем головного мозга, строение организма, его функциональные особенности и т.д.) те же, что и тысячелетия тому назад. Зато очень существенные изменения произошли в социальной организации общества и практических навыках его членов.

И сегодня, если отбросить культурные наслоения цивилизации, мы можем наблюдать, что представлял собой человек до биологической мутации. Многочисленные примеры социальной деградации, когда дети попадают в условия дикой природы и воспитываются животными, более чем красноречиво свидетельствуют об этом. Ни один из них, вернувшись в человеческое общество, не смог стать его полноценным членом.

⁸² Случайность вовсе не исключает направленности процесса самоорганизации, а относится лишь к его временным характеристикам.

⁸³ Подробнее см.: Шульговский В.В. Физиология целенаправленного поведения млекопитающих. – М.: Изд-во МГУ, 1993.

Социальная конкуренция

Социальная действительность человеческого общества значительно отличается от социобиологической действительности животного мира. Здесь есть и примеры борьбы на уничтожение себе подобных, и стремление к созданию общества всеобщего благоденствия, и многие другие системные признаки, не свойственные животному миру. Можно выделить две основные причины существующих отличий:

Причина 1. Абстрактное мышление, позволяющее человеку выходить за рамки сиюминутных потребностей.

Разумеется, человек не вычислительная машина, ему свойственны попытки выхода за рамки рационального поведения. Иначе никакой социальный прогресс был бы невозможен. И там, где имеется возможность такого выхода, она, так или иначе, реализуется. Проблема в том, что один человек имеет финансовую (ресурсную) возможность совершить кругосветное путешествие, а другой всю жизнь лишь мечтает об этом.

Однако и здесь не все просто. Жизнь материально обеспеченного человека характеризуется более высокой степенью организации. Это означает, что на более высоком (системном) уровне появляются новые *системные факторы*, которые **вынуждают человека жить по правилам, диктуемым окружающей средой**: приобретать предметы роскоши, переобучаться, осваивать новую технику и т.д. Трудно сказать, кому из них легче жить.

Причина объективна. Бедный человек затрачивает большую часть своих денежных доходов на поддержание биологического существования, тогда как богатый человек может позволить себе предметы роскоши, непосредственно не относящиеся к удовлетворению насущных потребностей.

И те пределы, которые животные устанавливают себе инстинктивно (например, количество пищи), человек устанавливает на основании субъективных умозаключений. В отличие от животных, человек подвержен влиянию сложных эмоций (религия, идеология и т.д.), а также способен к осуществлению расширенного товарного производства. Поэтому **на социальном уровне наряду с усложнением системных процессов, возрастает ресурсная обеспеченность систем и снимается ряд природных ограничений на привлечение ресурсов.**

Причина 2. Граничные рамки существования человеческого общества, вынуждающие его развиваться по пути нарастающей экспансии.

Проблема лишь одна: **экспансия в окружающей среде не подразумевает ничего, кроме экстенсивного роста**. Цель конкурентной стратегии, ориентированной на такой рост – т.н. «устойчивое развитие». Естественно, что ни о каком качественном развитии в условиях «устойчивого развития» не может быть речи.

Иная линия поведения также возможна и постоянно наблюдается в окружающей нас социальной действительности. Другое дело, что качествен-

но (интенсивно) человечество развивается вынужденно, не благодаря, а вопреки собственным устремлениям.

Экстраполируя выводы Общей теории систем на общественные отношения, мы получим то, что **внутренние потребности социальных систем обусловлены внешними факторами наличия ресурсов** (предметов ее удовлетворения), так же как и систем биологических. При этом **субъективные устремления человека, как и устремления социальных институтов, находятся в жестких рамках объективных возможностей** (наличия ресурсов для их удовлетворения).

Термин «*социальный*» сегодня подразумевает уже не столько специфические закономерности отдельной дисциплины, сколько общий процесс социальной самоорганизации во всех его проявлениях: исторических, экономических, культурных, идеологических и т.д. Во всех случаях можно без труда выделить системные интересы и лежащие в их основе ресурсные потребности.

При этом интерес может отражать не только потребность, но и способность системы к потреблению определенного количества ресурсов. Так, две однопрофильные системы какого-либо уровня (индивидуум, предприятие, территория) совершенно неоднозначно оценивают перспективы своего развития. Это то, что Пригожин обозначил термином «*сложность*».

Любой системный интерес проявляется в субъективной поведенческой функции. Однако обусловлена эта функция человеческого поведения все же объективными причинами. И это очень важно. Исчерпывающая трактовка природы интереса и потребности как социально-экономических, так и философских категорий была дана в начале 1980-х годов.⁸⁴

Интерес есть проявление потребности при наличии общественного отношения между носителем и предметом потребности.

Потребность – это внутренняя необходимость живых и общественных систем во внешнем предмете, нужном для их функционирования и развития.

Ресурсные потребности социальных систем носят объективный характер и лежат в основе любого интереса, определяющего осмысленное поведение. Однако столь же объективно существуют возможности субъектов по удовлетворению этих потребностей (**конкурентоспособность**).

Можно вывести частное определение: **Конкурентоспособность** – это способность субъекта к удовлетворению потребностей в условиях недостаточности ресурсов и наличия других субъектов, стремящихся к удовлетворению аналогичных потребностей.

Экономическая конкуренция

Экономическая конкуренция является одним из появлений социальной конкуренции, играя определяющую роль в рыночной экономике. **Внешней**

⁸⁴ См.: Бернацкий В.О. Интерес: познавательная и практическая функции. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1984. – С. 15, 20.

(определяющей) причиной экономической конкуренции является ограниченный платежеспособный спрос, а внутренней причиной – производственные издержки. Именно издержки, а не прибыль, поскольку доходы в рыночных условиях – ни что иное, как расходы будущих периодов (нераспределенная прибыль).

В этом заключено кардинальное отличие Общей теории систем от марксистских и классических концепций. Термин «конкуренция» здесь является синонимом терминов «самоорганизация» и «адаптация».

Как же происходит системная адаптация? Мы уже говорили ранее, что *самоорганизация систем возможна только в неидеальных энтропийных условиях, поскольку идеально равновесные условия характеризуют стагнацию систем*. Поэтому Общая теория систем имеет дело не с идеальными условиями (которые подразумевают также вычленение одного системного уровня), а со *средневзвешенным показателем* состояния систем в надсистеме (аттрактором) и отклонениями от него.

Представим себе экономическую среду предприятия отдельной отрасли промышленности. Если его показатели соответствуют равновесным в надсистеме, то можно предположить, что производитель находится в близком к равновесию состоянии, а *соотношение его совокупных доходов* (внешний фактор) *и совокупных затрат* (внутренний фактор) *примерно соответствует равновесным показателям надсистемы*.

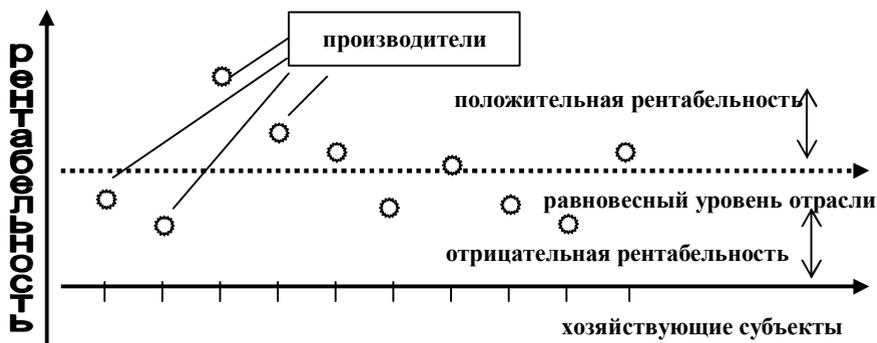


Рис. 9. Конкурентное равновесие в промышленной отрасли

Особенно важную роль здесь играет «*состояние-аттрактор*» (равновесие) системы. Если показатель адаптированности производителя к запросам покупателей ниже равновесного, то он задает своим предложением границу отсчета желаемости в качестве худшего варианта предложения.

И, наконец, если адаптированность производителя выше средневзвешенного уровня в надсистеме, то такой производитель получает от потребителей часть сэкономленных ресурсов в виде дополнительной прибыли. Размеры такой прибыли сокращаются по мере эволюционного перехода

других производителей на тот же уровень эффективности производства (т.е. постепенного роста самоорганизации всей надсистемы в целом).

Если при проведении сравнительного и функционального анализа **закон сохранения энергии** (например, в финансовых показателях) практически не проявляется, то при системном анализе он действительно позволяет рассматривать социальную самоорганизацию как явление планетарного масштаба. Отсюда следует вывод о том, что **хотя внешние (граничные) условия определяют сравнительные возможности адаптационного поведения систем, но сам процесс конкуренции отражает внутреннюю реакцию системы на изменение внешних условий.**

Рассмотрим, что дает изучение конкуренции при проведении системного анализа. Общая теория систем подразумевает, что **рост энтропии (издержек, невосполнимых потерь) является причиной процесса социальной самоорганизации.** Системы самоорганизуются (конкурируют), спонтанно адаптируясь к ухудшающимся условиям внешней среды.

Общая теория систем делит конкуренцию (системную адаптацию) на два вида:

1. **вертикальная конкуренция** – деятельность, направленная на повышение сравнительной эффективности использования ресурсов окружающей среды (синоним – «адаптация»);
2. **горизонтальная конкуренция** – деятельность, направленная на экстенсивное развитие за счет привлечения дополнительных ресурсов (т.н. «борьба за выживание»).

Представьте себе два предприятия-конкурента, отношения между которыми развиваются по двум сценариям:

Сценарий 1. Предприятия борются между собой за рынок сбыта, используя рекламные уловки, ценовые скидки, методы силового давления, манипулируя сведениями, порочащими продукцию конкурентов.

Сценарий 2. Предприятия ориентируются на потребности покупателей, соревнуясь между собой в качестве, полезности и технологичности выпускаемой продукции.

При любом развитии ситуации первый сценарий не способен обеспечить экономический рост даже в среднесрочной перспективе. В этом и заключается одно из основных отличий Общей теории систем от современных западных теорий социальной эволюции. *Если понимание сущности описанных явлений войдет не только в теорию, но и в практику социального управления, многие проблемы современности потеряют свою актуальность.*

Ресурсная составляющая конкуренции

Несколько утрируя, можно сказать, что, **поскольку любая энергия может быть кинетической или потенциальной, то и ее производные (ресурсы) могут быть относительно более или менее ликвидными** (например, деньги – товар или запросы избирателей – предвыборные обещания).

И при этом они находятся между собой в тесной, хотя и нелинейной причинно-следственной связи.

Если обратиться к толкованию понятия *граничных условий*, то мы увидим, что первый принцип термодинамики (*энергия Вселенной постоянна*), столь же справедлив для социально-экономических систем, сколь он справедлив для систем физико-химических. Этот тезис уже нашел свое отражение в работах экономистов неоклассического толка. Его можно сформулировать следующим образом: **ничто не берется ниоткуда и никуда не исчезает**.

Разумеется, нельзя бездумно использовать физические закономерности в общественных науках. Однако учитывать тот факт, что *социальная самоорганизация венчает процесс самоорганизации материи*, просто необходимо. Кроме того, трудно говорить о научной состоятельности социальной теории, если ее положения идут в разрез с положениями естественного-научной методологии.

Резюмируя можно отметить следующее: **не бихевиористическая борьба за место под солнцем, но адаптация к условиям Солнечной системы лежит в основе планетарных явлений**. Ресурсы, а не их обладатели в конечном итоге стимулируют системную активность. В этом процессе первично именно Солнце, а не те, кто к нему адаптируется, поскольку именно *Солнце определяет условия жизнедеятельности всего живого*.

Рассматривая ресурсную составляющую социального бытия, мы пришли к окончательному опровержению бихевиористической формулы "человек человеку – волк" и замене ее на формулу "Помоги себе сам!" (адаптируйся!). Представляется целесообразным несколько более подробно осветить этот момент.

Коллективистская идеология традиционно провозглашает лозунг "человек человеку – друг, товарищ и брат". В реальной жизни это не более чем идеологический штамп, хотя в определенных экстремальных обстоятельствах, что называется, имеет место быть.

Слабое место предлагаемого тезиса заключено в его изначальной замкнутости. С тезисом "человек человеку – волк" все ясно: *боремся друг с другом за ресурсы*. Здесь же ничего, кроме фразы «осваиваем и распределяем ресурсы» не следует. Иначе говоря, объединяемся для борьбы и завоевания инородной окружающей среды. Еще один типичный пример эндогенного подхода.

Общая теория систем рассматривает *общество как часть самоорганизующейся природы*. Поэтому **роль человека заключается не в постоянной борьбе с окружающей средой, а в прогрессирующей самоадаптации к ее условиям**. Если встать на такую точку зрения, тогда политическая борьба или банальная рыночная конкуренция сведется к процессу перераспределения внешних ресурсов и все общественно-политические системы разделятся по признаку эффективности их использования.

Макроэкономическая конкуренция

Следует отметить, что законы термодинамического равновесия действуют и **в макроэкономическом масштабе**. С той лишь разницей, что в качестве подсистем здесь выступают отдельные экономические отрасли, **эффективность преобразования внешних ресурсов которыми обуславливает приток дополнительных ресурсов (в виде инвестиций)**.

Иначе говоря, когда в надсистему поступает некоторое количество ресурсов, они распределяются не по признаку размера систем, а по признаку их восприимчивости и степени внутренней самоорганизации (адаптации). **Чем более открыта и самоорганизована система, тем эффективнее преобразует она внешние ресурсы и тем более значительную роль в надсистеме играет.**

Если сырьевые ресурсы более эффективно перерабатываются в странах с развитой рыночной экономикой, мы наблюдаем переток туда сырьевых ресурсов из стран с менее эффективной экономической инфраструктурой. Однако **для того, чтобы государство вышло на средний для высокоразвитых стран уровень, недостаточно добиться средних показателей, нужно превысить их.**

Так, к примеру, бурный рост в 1990-х гг. легкой промышленности в Китае произошел не только из-за дешевизны местной рабочей силы, но и из-за востребованности дешевых китайских товаров на зарубежных рынках (в первую очередь – в США и СНГ). Ресурсы буквально хлынули в Китай.

Прибыль шла на дальнейшее расширение и обновление высокорентабельного производства. А издержки (энтропия), вызванные освобождением внутренних цен и снижением рентабельности челночной торговли, подстегнули производителей к внедрению современных высокоэффективных технологий. В итоге за счет кустарных кроссовок и пуховиков было профинансировано т.н. «китайское экономическое чудо» в легкой промышленности.

Сегодня для того, чтобы догнать Китай по темпам развития легкой промышленности, необходимо не только повторить китайскую ситуацию, но и оказаться в гораздо лучших экономических условиях. Там перевооружение уже прошло, местный и мировой рынки в соответствии с новыми экономическими реалиями пришли в состояние динамического равновесия. Поэтому **новым участникам потребуется гораздо больше ресурсов, чтобы сначала вывести рынок этой отрасли из равновесия, а потом зафиксировать его новые параметры.**

Возможны два варианта. Первый – наличие рынка сбыта продукции с огромными свободными ресурсами, в том числе и для товарообменных операций. Экономическое развитие происходит за счет сокращения чужих малоэффективных производств. А второй – это высокотехнологический прорыв, подкрепленный грамотной маркетинговой политикой на макроуровне.

Пример – развитие японской экономики при общем дефиците полезных ископаемых и других природных ресурсов. В этом случае экономическое развитие происходит за счет сокращения совокупных издержек отрасли до тех пор, пока средний показатель эффективности мирового производства отрасли не зафиксируется на новом уровне.

Аналогичным образом можно представить и социально-экономическую ситуацию в Российской Федерации (в региональном разрезе). Вообще, разделение экономических процессов на микро- и макроэкономику представляется достаточно надуманным, поскольку совершенно однородные явления наблюдаются как на уровне отдельного предприятия, так и на уровне региона (территории) или мирового хозяйства в целом.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Прокомментируйте различия в конкурентной адаптации систем на различных уровнях самоорганизации материи.
2. Поясните значение постулатов Общей теории систем в развитии социальных дисциплин на примере конкурентных отношений.
3. Охарактеризуйте роль ресурсов в конкурентном развитии социальных систем.

Рекомендуемая литература:

1. Будон Р. Место беспорядка. Критика теорий социального изменения. – М.: Аспект Пресс, 1998.
2. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. – М.: Дело, 1994.
3. Тодаро М.П. Экономическое развитие. Учебник. – М.: ЮНИТИ, 1997.

РАЗДЕЛ IV. ИЗУЧЕНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ

ЛЕКЦИЯ 10. СОЦИАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Моделирование как метод исследования характеризуется опосредованным практическим или теоретическим исследованием объекта. При этом исследуется не столько сам объект, сколько вспомогательная искусственная или естественная система, обладающая некоторыми сопоставимыми с объектом параметрами.

Сущность моделирования заключается в отвлеченном познании изучаемого объекта, т.е. *по модели мы судим о некоторых свойствах оригинала*. С помощью моделирования процессы познаются на основе уже изученных явлений. Методы моделирования используются практически всеми естественно-научными дисциплинами.

Однако есть научное направление, использующее метод моделирования в качестве основы познания окружающей действительности. Это направление – *кибернетика*. Кибернетический подход опирается на диалектические закономерности функционирования *замкнутых систем*. Путь, который предлагает кибернетика, состоит в построении эскизных моделей, охватывающих все более и более адекватно соответствующих объекту исследования.

Общая теория систем, наоборот, изучает закономерности функционирования открытых систем. Проблема состоит в том, что замкнутые системы рассматриваются обособленно, без учета определяющего влияния внешней среды. Здесь скрыто *слабое место кибернетики*.

У Общей теории систем тоже есть свое слабое место. Она изучает открытые системы, поведение которых определяется труднопредсказуемыми условиями окружающей среды. Отсюда проистекают многие сложности в проведении системного анализа.

Поэтому на практике сначала следует анализ внешних условий функционирования системы, а уже затем происходит построение кибернетической модели. Кибернетическая модель выступает здесь в качестве функциональной составляющей анализа. Она вторична и потому меняется сразу, как только изменится соотношение внешних факторов.

Особенности человеческого восприятия

Понимание *сознания как отражения действительности* неизбежно означает понимание его как восприятия, возникающего в ходе адаптации организма к внешней среде. Причем это восприятие отражает не просто внешнее соответствие вещи (явления) и образа. Кибернетика понимает образ как оптимальное соответствие мысленной конструкции определенному состоянию объекта. Это соответствие и несет для нас информацию о внешнем мире.

Природа мышления, сознания, разума – одна из наиболее волнующих человека проблем с тех времен, когда человек стал впервые задумываться над

проблемой мышления. В подходе к ее решению существуют два основных диаметрально противоположных направления: *материализм* и *идеализм*. Но можно сформулировать и иначе – *объективизм* и *субъективизм*.

Субъективизм исходит из признания мышления некоей особой сущностью, в корне отличной от материи, от всего, с чем мы имеем дело во внешнем мире. *Объективизм*, напротив, утверждает, что "... тот вещественный, чувственно воспринимаемый нами мир, к которому принадлежим мы сами, есть единственный действительный мир и наше сознание и мышление, как бы ни казалось оно сверхчувствительным, являются продуктом вещественного, телесного органа мозга".⁸⁵

В наше время основной тезис объективизма получил новые доказательства. Естествознание с самого начала аргументировало материалистическую концепцию мышления. Данные физиологии, эволюционной биологии, психологии с самых разных позиций обосновали тезисы объективизма. И все эти данные имеют дело с одним объектом – мозгом, с присущей ему способностью мышления в готовом, данным природой виде.

Высшим судьей любых научных концепций, в конечном счете, всегда является практика. *"Если мы можем доказать правильность нашего понимания данного явления природы тем, что сами его производим, вызываем его из его условий, заставляем его к тому же служить нашим целям, то кантовской неуловимой "вещи в себе" приходит конец"*.⁸⁶

Этот аргумент всегда отсутствовал в субъективизме. Именно поэтому практическое доказательство того, что мышление есть функция высокоорганизованной биологической (химической, и даже – социальной) системы – важнейшее философское завоевание системологии. С точки зрения Общей теории систем и химические, и биологические, и социальные системы – только уровни единой пирамиды развития самоорганизующейся материи во Вселенной.

Разумеется, человеческое мышление обладает качеством, не свойственным в полной мере другим известным современной науке представителям животного мира. Рассмотрим подробнее это явление.

Под *интеллектом принято понимать способность любого организма (или устройства) достигать некоторой измеримой степени успеха при поиске одной из многих возможных целей в обширном многообразии сред*. Будем отличать знания от интеллекта, имея в виду, что *знания – это полезная информация, накопленная индивидуумом*, тогда как *интеллект – это способность предсказывать состояние внешней среды в сочетании с умением преобразовывать предсказание в подходящую реакцию*.

⁸⁵ Маркс К. и Энгельс Ф., Соч., т. 21. – С. 285-286.

⁸⁶ Там же. – С. 284.

Физиологическая работа человеческого мозга, как и мозга животных, сводится к биохимическим и биофизическим процессам. Эти процессы происходят на уровне нервных клеток.

На уровне процессов переработки информации действуют другие законы, закономерности которых на первый взгляд не всегда эквивалентны. Не касаясь вопроса о *структуре информации*, представляющей собой меру упорядоченности информационного процесса, охарактеризуем *внешнюю* (или относительную) *информацию*, всегда связанную с отношением двух процессов.

Пусть имеются процессы А и В со множеством упорядоченных состояний A_1, \dots, A_n и B_1, \dots, B_n . Если каждому A_i соответствует определенное B_i и отношение между состояниями А подобно состояниям В, то можно сказать, что процесс В несет в себе информацию о процессе А. Эта информация не заключается ни в В, ни в А, но существует именно в отношении этих процессов друг к другу. Таким образом, взятая сама по себе информация столь же объективна и материальна, как и любые другие свойства и отношения объектов или процессов.

Теперь возьмем множество состояний нашего мозга в процессе функционирования. Мозг отражает внешний мир, что значит, что между множеством состояний восприятия реальности мозгом и реальностью существует некоторое соответствие, т.е. мозг имеет информацию о внешних процессах. Эта информация заключена и не заключена в мозге. И сколько бы мы ни исследовали мозг – кроме электрических, химических и других характеристик нейронов мы там ничего не обнаружим. Необходимо рассмотреть связь мозга с внешним миром.

Только здесь заключена информация, носителем которой являются нейроны. Информация, с которой работает мозг – и есть та субъективная сторона в его работе, которая идеальна и не существует в виде особого предмета или субстанции. Оно существует как сторона деятельности мозга, заключающейся в установлении связей между множеством состояний внешнего мира и головного мозга. Субъективная информация человеческого мозга несет в принципе тот же характер, что и относительная информация вообще.

Поэтому преимущество человеческого мозга заключается не в этом свойстве восприятия, отражения и анализа. Оно – в самой способности субъективного восприятия действительности, в способности выйти за рамки чувственного, всего того, что мы ощущаем непосредственно вокруг нас.

Революционно, на определенной ступени самоорганизации материи произошел качественный скачок, в результате которого информация, превратившись в достояние человеческого мозга, приобрела характер субъективной информации. Мозг приобрел способность не просто воспринимать внешнюю информацию, но и стал самостоятельно генерировать информацию, не имеющую объективного содержания. Возникло абстрактное мышление.

Причем эта информация (глубинно все же связанная с реальностью) сопоставлялась с чувственной информацией, и на этой основе происходило развитие социальной адаптации в обществе. Здесь нет ничего внебиологического – зачатки ассоциативного мышления широко наблюдаются у животных. Произошел революционный прорыв, включивший в процесс новые факторы. И уже эти новые факторы направили эволюционный процесс в ином направлении.

И разве не является интеллект всего лишь одним из проявлений деятельности мозга? А с другой стороны, кто доказал, что человеческий интеллект – это конечная ступень самоорганизации материи, обладающая изначальным совершенством? Пугающая мысль, но если призадуматься, то отнюдь не абсурдная.

Современные догматики безоговорочно связывают мышление с одним, строго определенным, субстратом – человеческим мозгом, и не приемлют попытки определения мышления без связи со структурой мыслящей системы. По их мнению, это есть сведение мышления только к информационной стороне.

Общая теория систем под мышлением понимает наличие у биологических существ способности субъективного восприятия окружающей действительности. Таким образом, *мышлением можно назвать то, что является продуктом мыслительной деятельности, но не обязательно – приемлемым решением проблемы.*

Вообще вопрос о связи мышления с определенным видом объектов связан с вопросом о роли объективных методов исследования вообще. Пока наука имела дело лишь с непосредственно ощущаемыми объектами, она могла исходить из объективной точки зрения. Суть ее заключается в том, что объект обладает набором характеристик, выражающим его природу.

Зная эти характеристики объекта можно изучить его поведение. *Материал (субстрат) – первичен; движение, поведение – вторично.* Такая точка зрения образует содержание так называемого *мифического субстанционализма*. Уже в XIX веке ограниченность этой концепции была вскрыта диалектическим объективизмом, показавшим, что «...лишь в движении тело обнаруживает, что оно есть... Познание различных форм движения и есть познание тел».⁸⁷

Это, разумеется, не свидетельствует о том, что только движение существует, а никакого объекта нет вообще – вопрос в глубине подхода. Чем глубже подход, тем меньше проявляется объект. Иначе говоря, нет смысла говорить о существовании на каком-то уровне восприятия целостной замкнутой системы, будь то мозг, человек или компьютер. Всякая общественная система состоит из подсистем, которые являются не только социальными, но и биологическими и физическими системами.

⁸⁷ К.Маркс и Ф.Энгельс. Соч., т. 33. – С. 67-68.

И так вплоть до микромира. Причем на каждом уровне действуют свои факторы, восприятие которых напрямую связано с уровнем развития науки. Отсюда следует, что *поведение первично по отношению к объекту и познание объекта не содержит ничего иного, кроме непрерывно расширяющихся способов его изучения.*

В любом случае, не следует сводить самоорганизацию материи во Вселенной к проблеме возникновения и развития человеческого интеллекта. Самоорганизация материи не началась человеком и не человеком, по-видимому, закончится (См.: Приложение 1).

Специфика моделирования

До сих пор у исследователей, пытающихся применять методологию Общей теории систем в социальных науках, возникали непреодолимые проблемы. У этого есть множество самых разных причин, среди которых можно выделить следующее:

- I. *Попытки прямого наложения физических или биологических закономерностей на социальную действительность из-за сложности социальных процессов не приводят к желаемому результату.* Мы можем говорить лишь о тенденциях развития социальных систем, имеющих термодинамическую основу.
- II. *Подмена объективного (внешнего) основания человеческой деятельности субъективным (внутренним) началом буквально выбивает методологическую "почву" из-под ног у исследователей и уводит их в дебри метафизики.*

Главная проблема классической науки, по-видимому, заключается в том, что ее основу составляет утверждение о потенциальной возможности **абсолютного знания**. Если же в науку в качестве объективного знания ввести понятия **сложности, случайности и необратимости** наблюдаемых процессов, то допущение *прямой зависимости* между нашим описанием реальности и самой реальностью потеряет свою актуальность.

К примеру, в экономике сложность происходящих процессов заключается в том, что само представление о сущности экономических процессов – есть нечто совершенно аморфное, обусловленное скорее подходом наблюдателя, нежели реальным положением вещей. Отсюда проистекают различия в прогностических оценках. Сравните хотя бы кейнсианский и неоклассический подходы.

Аналогичная ситуация наблюдается и на междисциплинарном уровне. Так, если взглянуть на экономические процессы под иным углом зрения, то они легко трансформируются в процессы исторические, политические, социальные и т.д., где и терминология и действующие факторы выглядят совершенно иначе.

Другими словами, любое *знание есть ни что иное, как предвзятое толкование реальности*, в той же мере, как и любая *правда – есть субъек-*

ективное понимание истины.⁸⁸ И как бы мы не пытались интерпретировать реальность, ей всегда будет соответствовать некая наша мысленная конструкция. Потому и парадокс современной науки видится в том, что в научной среде зачастую принято рассматривать картину мира как приводимую в действие своей собственной внутренней логикой в почти полной изоляции от окружающих процессов.

В этой связи нельзя не отметить то, что большинство научных гипотез, теорий и моделей были сформированы под влиянием экономических, политических, исторических и иных факторов, действующих в конкретной социокультурной среде. Рассмотрим для наглядности совокупность идей и взглядов, сложившихся в XVIII веке под общим названием *классической науки*.

Приверженцы этого подхода предлагали концепцию мироздания, где любое событие однозначно определялось начальными условиями, задаваемыми (по крайней мере, в принципе) абсолютно точно. В таком мире не было места случайности, все элементы его находились в полной взаимозависимости друг от друга.

В начале XIX века термодинамика перевернула сложившуюся систему взглядов, отвергнув вневременной характер механистической картины мира. "*Если бы мир был гигантской машиной, – провозгласила она, – то такая машина неизбежно должна остановиться, так как запас ее полезной энергии рано или поздно будет исчерпан*".

Вскоре после этого последователи Ч.Дарвина (в экономическом контексте уже в нашем веке это сделал основатель Кембриджской школы – экономист Альфред Маршалл) выдвинули противоположную идею. По их убеждению, хотя мировая машина, расходуя энергию и переходя из более организованного в менее организованное состояние, могла замедлять свой ход и даже останавливаться, тем не менее, биологические (и социально-экономические) системы должны развиваться только по восходящей линии, переходя из менее организованного в более организованное состояние.

Сегодня эволюционный подход уже прочно вошел в западную экономическую теорию (главным образом – американскую) в качестве основного метода изучения экономических процессов. Основой этого подхода стал **бихевиоризм** – учение, рассматривающее деятельность биологических, социальных, экономических и др. высокоорганизованных систем через совокупность связей по принципу «**стимул – реакция**».

Общеметодологическими предпосылками бихевиоризма послужили принципы философии **позитивизма**, согласно которым наука должна описывать только непосредственно наблюдаемые и регистрируемые явления. Тогда как

⁸⁸ Понятие истина, по В.Далю, эквивалентно понятию абсолютное знание: «*Все, что есть, то истина; не одно-ль и то же есть и истина, истина?*». Поэтому укоренившееся деление истины на **абсолютную** и **относительную** не имеет смысла.

любые попытки субъективного анализа внутренних, непосредственно не наблюдаемых механизмов отклоняются ею как философские спекуляции.

Однако революционным этапом развития науки XX века стала *теория самоорганизации открытых систем* лауреата Нобелевской премии 1977 года И.Р.Пригожина. Ему удалось объяснить закономерности, общие для всех процессов, происходящих в природе, обществе, науке и вообще в любой сфере нашего бытия. Возникла единая всеобъемлющая концепция мироздания, значение которой просто невозможно переоценить. Вместе с работами других выдающихся ученых, теория самоорганизации легла в основу Общей теории систем.

Весьма примечательно, что степень применимости Общей теории систем возрастает по мере повышения внутренней сложности систем. В объектах живой природы её область применения шире, чем в неживой, а для сферы общественных отношений значение этой теории гораздо выше, чем для биологических систем.

Системное восприятие действительности

В основе системного моделирования лежат обычные методики и приемы. Однако здесь есть и несколько существенных отличий, связанных со спецификой Общей теории систем.

В сильно упрощенном виде главная особенность системного моделирования сводится к следующему: *Функционирование некоторых структур может напоминать работу обособленных механизмов. Однако подавляющее большинство систем открыты – они обмениваются энергией или веществом (можно добавить – и информацией) с окружающей средой.*

К числу открытых систем относятся все биологические и социальные системы, а это означает, что всякая попытка понять их в рамках традиционного подхода, заведомо обречена на провал. Самое интересное здесь заключается в том, что и процесс познания общественных явлений также подчиняется общим постулатам теории самоорганизации (от замкнутых моделей к закрытым, и далее – к открытым моделям).

Так, к примеру, если первые социально-экономические модели носили ярко выраженный отвлеченно-механистический характер (см. работы А.Смита, А.Курно, Г.Госсена и др.), то уже в работах представителей Математической (Шведской) школы мы видим основы современного «системного подхода». И в дальнейшем при детальном рассмотрении экономической теории вплоть до наших дней мы можем обнаружить элементы Общей теории систем. Причем, самым новейшим и, кстати, еще не достаточно укоренившимся подходом, сегодня и является этот так называемый «*системный подход*», основанный на постулатах Общей теории систем.⁸⁹

⁸⁹ См.: Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. "Основы менеджмента". – М.: Дело, 1994. – С. 697.

Тем не менее, уже сейчас можно утверждать, что Общая теория систем обеспечила экономическую теорию основой для интеграции концепций, разработанных предшествующими школами.⁹⁰ Многие из таких концепций, даже несмотря на явные недостатки, имеют огромную ценность. Они органически вписываются в Общую теорию систем, конкретизируя ее постулаты.

Общая теория систем предлагает более глубокий подход к анализу экономических процессов. Не просто объяснение через адаптационные реакции систем на внешние воздействия (как это делают необихевиористы), но рассмотрение социальных явлений в качестве одного из проявлений многограннейшего процесса развития цивилизации на фоне самоорганизации жизни на Земле в частности, и общей самоорганизации Вселенной в целом.

Однако трудно отрицать и то, что, невзирая на все отговорки, проблемы и противоречия, классическая парадигма и сегодня служит своеобразной «точкой отсчета», образуя базовую основу социальной науки в целом. Оказываемое классической парадигмой влияние столь велико, что большая часть социальных наук, а в особенности – экономика, к сожалению, до сих пор находится под ее влиянием.

Конечно, уже мало кто отважится в чистом виде пропагандировать традиционно-механистическую науку. Причиной этому служит даже не столько кардинальная перемена мировоззрения в научном мире, сколько неостребованность таких знаний на научном рынке.

К сожалению, современная наука по-прежнему чересчур большое внимание уделяет абстрактному теоретизированию в ущерб изучению реальных процессов. У нас в России такое положение усугубляется годами культивировавшимся **нормативным подходом** в науке. В качестве иллюстрации этого утверждения хочется немного перефразировать два определения из базового учебника по экономике:⁹¹

Позитивная наука ищет объективные объяснения реальности; она имеет дело с тем, что есть или может быть.

Нормативная наука предлагает рецепты действий, основанные на субъективных, личностных суждениях; она имеет дело с тем, что должно быть.

Цивилизационное моделирование

Еще Ф.Энгельс показал диалектическую связь законов развития и функционирования живых систем и дал определение жизни как результата динамического обмена веществ с окружающей природой. Впоследствии В.И.Вернадский сформулировал учение о **ноосфере** как о качественно новом, высшем состоянии биосферы, отличительным признаком которого является наличие разума. Согласно представлениям В.И.Вернадского, ос-

⁹⁰ Kast F.E.& Rosenzweig J.E. "General System Theory: Applications and Management". Academia of Management Journal, vol.15, n.4 (December 1972), p.p.447-455.

⁹¹ См.: Фишер С., Дорнбуш Р., Шмалензи Р. "Экономика". – М.: Дело, 1993. – С. 2-3.

новая функция ноосферы состоит в наращивании «*культурной биогеохимической энергии*», которая направлена на преобразование окружающего мира в интересах человечества.

Осуществляя эту функцию, человечество достигает в своей творческой, преобразующей деятельности сначала масштабов всей планеты, а затем выходит за их пределы. Цивилизацию, количественные характеристики деятельности которой достигли космических масштабов, логично называть *космической*. Яркий пример такой деятельности – излучение Земли в радиодиапазоне, которое из-за работы радиотелевизионных систем в настоящее время намного превышает по интенсивности излучение всех других планет Солнечной системы.

Подобное функциональное определение космических цивилизаций пригодно для любых форм организации живого. Очевидно также, что оно сохраняет силу и в том случае, если земная цивилизация является единственной в нашей галактике.

Итак, преобразующая деятельность является основной функцией цивилизации. Поэтому *основной закон самоорганизации космических цивилизаций* можно сформулировать в следующем виде: *цель разумной деятельности космических цивилизаций состоит в исследовании, освоении и преобразовании природы, в создании новых экологических ниш и в повышении устойчивости собственного существования*.⁹²

Однако преобразуя окружающую среду, цивилизация и сама не может оставаться неизменной. Подчиняясь общим законам самоорганизации живых систем, разумная жизнь в этом процессе неизбежно должна развиваться сама. *Самоорганизация ноосферы носит главным образом социальный и технический характер, находя практическое выражение в нарастающем усложнении и дифференциации внутренней структуры цивилизации*. В этом состоит *второй закон самоорганизации космических цивилизаций*.

Практическим средством преобразования окружающей среды является *технология*. Условие успешного использования сложных технологий заключается в общественном разделении труда. Последовательная смена технологий, составляющая реальное содержание процесса самоорганизации материи, носит характер диалектического преодоления противоречий, возникающих на очередных этапах социальной эволюции.

Используя функциональное определение цивилизации и указанные общие закономерности их развития, можно перейти к построению моделей ее самоорганизации. При построении *моделей самоорганизации цивилизации* обычно используется несколько предпосылок:

⁹² Подробнее см.: Лесков Л.В. Космические цивилизации: проблемы эволюции. – М.: Знание, 1985. – С. 12-13.

1. модель должна опираться на наиболее фундаментальные достижения современной науки и прогноз развития по перспективным научным направлениям.
2. прогноз должен носить комплексный, общенаучный характер.
3. достоверность прогноза последовательных этапов самоорганизации можно существенно повысить, учитывая различные способы решения одной и той же проблемы.
4. в основу прогноза следует положить сочетание детерминированного и стохастического, или вероятностного, подходов.

В тех случаях, когда прогноз основан на достаточно полном объеме фундаментальных научных представлений, модели самоорганизации будут носить детерминированный, т.е. определенный характер. Простой показатель полноты и завершенности фундаментальных научных представлений – это возможность построения на их основе не только технических, но и социальных технологий в интересах развития всего общества.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. *Покажите, как объективное и субъективное сочетаются в человеческом восприятии действительности.*
2. *Поясните сильные и слабые стороны кибернетики, взаимосвязь кибернетики и механистических построений в науке.*
3. *Раскройте содержание и прокомментируйте отличительные черты системного моделирования.*

Рекомендуемая литература:

1. *Винер Н. Кибернетика и общество. – М.: ИЛЛ, 1958.*
2. *Могилевский В.Д. Методология систем: вербальный подход. – М.: Экономика, 1999.*
3. *Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1989.*

ЛЕКЦИЯ 11. МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Главная ошибка традиционных социальных теорий, как представляется, заключена в том, что ученые всегда выполняют своего рода социальный заказ. Развитие и финансовую поддержку получают только те научные направления, которые укрепляют сложившуюся систему и соответствуют насаждаемой правящей элитой идеологии. Это тоже объективная реальность – ученые напрямую зависят от условий социальной среды.

Однако игнорировать существующие реалии уже вряд ли возможно. Практический потенциал социальных теорий давно уже не соответствует потребностям мирового развития. Рано или поздно придется признать примат объективных оснований социального поведения над идеалистическими догмами.

И это уже происходит. Для примера рассмотрим сообщение информационного агентства «Интерфакс» по поводу приоритетов структурной политики администрации Свердловской области: *«Предприятия, ущемляющие права своих акционеров, будут лишены в Свердловской области государственной финансовой поддержки, различных льгот, кредитов и инвестиций. Такая мера предусмотрена указом губернатора Свердловской области Эдуарда Росселя о мерах по защите имущественных прав акционеров и инвесторов. Согласно документу, правительство области будет применять санкции к акционерным обществам, допускающим нарушения федерального законодательства в ведении реестра, проведении собраний акционеров и выборов советов директоров, которые влекут ущемление имущественных прав владельцев ценных бумаг»*.⁹³

Мы наглядно видим, как администрация Свердловской области в пределах своей компетенции устанавливает граничные рамки деятельности хозяйствующих субъектов. Речь идет именно об установлении граничных рамок, а не об увещевании или силовом вмешательстве во внутренние дела предприятий.

Чем выше уровень социальной иерархии, тем больше ответственности ложится на лиц, принимающих управленческие решения, и тем слабее обратная связь с низовыми уровнями. Любое решение федерального центра, так или иначе, отражается на низших уровнях социальной организации.

Сложно сразу сказать, например, как отразится на наполняемости местных бюджетов, уровне жизни населения и конкурентоспособности отечественной продукции удовлетворение федеральным правительством требования МВФ о двадцатипроцентном повышении акцизов на бензин. И это далеко не единственный пример.

Так, со времен СССР официальная статистика никогда не давала сравнительных показателей с развитыми странами Запада (США, ЕвроСоюза, Японии).⁹⁴ Сопоставление всегда производилось с данными предыдущих периодов или даже 1913 года. Почему?

Ответ здесь равнозначен вопросу: зачем производить конкурентоспособную продукцию, когда простая добыча сырья и энергоносителей дает несопоставимо большую рентабельность. Гораздо дальновиднее экономическая политика США, которые не только приостановили изыскательские работы и разработку собственных месторождений, но и даже создают стратегические запасы.

Что с того, что Россия обеспечивает львиную долю мировой добычи энергоносителей, если она не в состоянии использовать экспортируемые невозобновляемые ресурсы для производства конкурентоспособной продукции? Даже низкие внутренние цены не стимулируют сегодня промышленное производство.

⁹³ Газета "Финансовые известия", 18 апреля 1996 г. – С.2.

⁹⁴ Практически ни одна из стран Запада не ведет на своей территории промышленной добычи энергоносителей – они их потребляют.

Проблема в методологии принятия управленческих решений на всех системных уровнях. Именно поэтому так важно выявлять объективные причинно-следственные связи социальных явлений. И именно поэтому системный анализ как новая социальная дисциплина приобрел значительную актуальность в последние годы.

Системный анализ социально-экономических явлений

Методология Общей теории систем предполагает выделение причинно-следственных связей и анализ ресурсных потоков. Она в равной мере может быть распространена на все научные дисциплины, отражающие различные аспекты функционирования социальных систем. Иными словами, при изучении самоорганизации в социальных системах:

Объектом исследования выступает структура социальных систем, адаптирующихся к условиям внешней среды.

Предметом исследования является адаптационное поведение систем (отклонение параметров от средневзвешенных показателей).

Методом исследования служит системный анализ, как самостоятельная дисциплина со своим понятийным и методологическим аппаратом.

Теория и практика социального управления свидетельствуют о том, что сегодня речь должна идти не столько о систематизации противоречий и интересов, сколько о методологии изучения и систематизации формирующих их причин. **Главная причина социальных изменений на любом системном уровне – ресурсные потоки.**

Мы уже рассмотрели важнейшие признаки социальной системности:

1. наличие обособленных ресурсных потоков (бюджет);
2. наличие обособленной организационной структуры;
3. наличие обособленных потребностей и связанных с ними интересов.

Если все перечисленные требования соблюдаются, мы можем говорить о применимости методов системного анализа.

Общая теория систем утверждает, что любое **развитие – это адаптация к внешним условиям окружающей среды**. Профессор Л.И.Евенко пишет: «Управление организацией – это адаптация. Таков краеугольный камень современной методологии менеджмента. Ничто в управлении не происходит немотивированно, все имеет свою причину, все определяется архисложным хитросплетением влияния многих переменных, внешней и внутренней среды организации».⁹⁵ С этим утверждением трудно не согласиться.

Следовательно, проводя системный анализ, мы должны прежде всего рассматривать как те или иные социальные системы адаптируются к условиям окружающей среды. Понятие системного анализа можно трактовать двояко. С одной стороны, это то, о чем говорилось выше. Но, с другой сто-

⁹⁵ См.: Евенко Л.И. Уроки американского менеджмента // в кн. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. – М.: Дело, 1994. – С. 14.

роны, можно сказать, что **системный анализ дополняется другими видами анализа**, поскольку так или иначе, речь там все же идет об анализе систем.

Продуктивное сопоставление показателей системы может осуществляться только с аналогичными показателями надсистемы (системный анализ) или с аналогичными показателями других систем (сравнительный анализ).

Сопоставление показателей системы в различные моменты времени (функциональный анализ) отражает изменение ее внутренней структуры, не учитывая при этом состояние окружающей среды и других систем. Это не означает, однако, что такое сопоставление не приносит практической пользы. Наоборот, максимальный эффект получается при одновременном использовании всех трех способов. Рассмотрим эти способы анализа:

Функциональный анализ – анализ показателей самой системы за определенный период времени.

Сравнительный анализ – анализ роли и места системы в сравнении с показателями аналогичных системам.

Системный анализ – анализ роли и места системы в окружающей среде (надсистеме).

Существует одна интересная особенность системного анализа. Заключается она в том, что *адекватно прогнозировать можно лишь процессы, происходящие на более низких системных уровнях*. Например:

из корпоративного уровня – процессы индивидуального уровня;

из территориального уровня – процессы корпоративного и индивидуального уровней;

из регионального уровня – процессы территориального, корпоративного и индивидуального уровней;

из федерального уровня – процессы регионального, территориального, корпоративного и индивидуального уровней.

Это связано с тем, что для уровней низшего порядка система самостоятельно определяет граничные условия (цены, налоги, законодательные нормы).⁹⁶ Подсистемы низших уровней вынуждены приспосабливаться к новым условиям. Роль субъективного начала максимально ограничивается внешними рамками, и поведение субъектов приобретает детерминированный характер.

Что не означает, однако, что сравнительный или функциональный анализ ничего не дает исследователю. Все зависит от стоящих задач:

Сравнительный анализ – рассматривает социальные показатели индивидуального уровня (системообразующие для всех уровней) и процессы одного уровня с точки зрения ресурсной эффективности.

Функциональный анализ – рассматривает социальные показатели подконтрольных системных уровней с точки зрения ресурсной целесообразности.

⁹⁶ Корпоративный уровень является системообразующим по критерию отдельных товаров или услуг.

Системный анализ – рассматривает показатели социальной системы как целостности, обладающей некоторыми уникальными характеристиками в иерархии «...-подсистемы-системы-надсистема-...».

Отличие системного анализа от традиционного подхода к социально-экономическому анализу заключается в ином осмыслении реальности. В качестве ориентира принимается не поведение основных конкурентов на рынке, но общее состояние рынка и динамика изменения совокупного спроса (разумеется, и иные факторы). Даже совокупный спрос определяется здесь не на основе стоимости, которую покупатели готовы заплатить за товары, но на основе стоимости, которую покупатели готовы заплатить за их потребительские свойства.

Остановимся подробнее на вопросах методологической последовательности проведения системных исследований в социальной сфере. основополагающее положение будет звучать следующим образом: **Системный анализ подразумевает выявление доминирующих факторов, определение критериев их оценки и построение модели взаимодействия системы с внешней средой.**

Общая теория систем не рассматривает предприятие как изолированную социально-экономическую систему с фиксированными показателями валового производства (по принципу В.Леонтьева: «**выпуск – затраты**»)⁹⁷. Речь идет о субъекте хозяйственных отношений, в полной мере подверженном внешним влияниям социально-экономической конъюнктуры. Здесь есть два существенных отличия от традиционных подходов:

1. не внутренние приоритеты, а внешние обстоятельства (граничные рамки) определяют поведение социальных систем;
2. не рост прибыли, но рост издержек (энтропия) стимулируют развитие социальных систем.

Проблема в приоритетах. На поверхности всегда лежит стремление к прибыли, но в так или иначе присутствует и осознанная необходимость компенсации издержек. Исходя из двойственного характера системных процессов, подход в конечном итоге сводится к сопоставлению влияния внешних и внутренних факторов в системе. Например:



Рис. 10. Структура финансовых потоков хозяйствующего субъекта

⁹⁷ Сравните с формулами: "стимул – реакция" или "деньги – товар – деньги".

Любое превышение доходов над издержками в единицу времени будет являться прибылью, а для обратной ситуации – убытком. Доходы отражают обратную связь с надсистемой (совокупным спросом). Тогда как издержки играют первостепенную роль в производственном процессе, отражая степень самоорганизации всей системы в целом и отдельных ее элементов в частности.

В этом скрыт ответ на то, почему *теория прибавочной стоимости* отрицает возможность революционного развития рыночной системы хозяйствования. Марксистская теория делает упор на примат показателей прибыли, что называется "*при прочих равных*". Поскольку научно-технический прогресс К.Маркс не учитывал, то источник привлечением дополнительных ресурсов он видел только в росте эксплуатации наемных рабочих со всеми вытекающими отсюда последствиями. Историческая действительность доказала несостоятельность этой на первый взгляд очень стройной концепции.

Изучая ресурсные возможности социальных систем, мы исследуем наличие ресурсов внешней среды и степень их доступности. Изучая издержки, мы рассматриваем внутренние показатели систем и сравнительную эффективность их функционирования.

Энтропия в системных исследованиях

Энтропия играет определяющую роль в самоорганизации материи. В то же время социальное развитие – всего лишь одна из форм развития материи. Как же проявляется энтропия на социальном уровне? Попробуем разобраться. Мы уже говорили, что *энтропия отражает потерю системной ресурсов* (энергии). Можно взять любую систему отсчета и выявить степень энтропийности социальных явлений. Например, демографический показатель превышения смертности над рождаемостью будет отражать энтропию *в заданной системе отсчета*. Далее мы можем провести:

функциональный анализ – исследовать динамику, факторы и следствия естественного прироста (убыли) населения одной территории;

сравнительный анализ – сопоставлять аналогичные показатели естественного прироста (убыли) населения различных территорий;

системный анализ – изучать соответствие показателей территории на фоне аналогичных показателей естественного прироста (убыли) населения показателям всей страны (по группы стран, всего мира).

В специальной литературе иногда вводят понятие *неэнтропии*, явления обратного энтропии. На первый взгляд оно, что называется, «имеет место быть». Возьмем хотя бы превышение показателя рождаемости над смертностью.

Однако при более пристальном рассмотрении кажущаяся неестественность существования такого явления с точки зрения начал термодинамики

теряет свою актуальность.⁹⁸ Тот же рост численности населения (популяции живых организмов) будет означать лишь рост потребления ресурсов окружающей среды.

Энтропия никуда не исчезла. Она по-прежнему остается на природном (базовом, первичном) уровне: солнечная энергия потребляется растениями и животными, расходуются невозобновляемые ресурсы. **Неэнтропия отражает только одно – методологическую ошибку, возникающую при проведении функционального и сравнительного анализа.** Выявить и объяснить ее можно только на методологическом уровне системного анализа.

Описанные явления существуют не только в социальной, но и в экономической сфере. Представим для наглядности некую технологию, основанную на использовании энергии от сжигания угля. Пусть она позволяет эффективно использовать только 40 % выделяющегося тепла (в качестве полезной энергии).

Допустим, в результате внедрения дополнительных технологических новшеств удалось поднять показатель до 50 %. С помощью традиционного подхода к анализу эффективности производства, основанного на вычленении отдельных признаков процесса, мы можем проследить только количественное изменение качественных показателей. Нам кажется, что система сама собой стала производить на 20 % больше продукции.

Это типично **эндогенный подход**, своего рода априорное признание существования «вечного двигателя» в экономике. Мы знакомы с таким подходом на примерах планирования в СССР, когда субъективно вычленилась одна цель социального развития. При этом потери от сопутствующего ухудшения других параметров системы часто оказывались совершенно неожиданными (перенос сибирских рек, строительство ЦБК на Байкале, непропорциональное развитие угольной промышленности и т.д.)

Подход с точки зрения Общей теории систем позволяет увидеть в происходящем **лишь повышение сравнительного уровня самоорганизации системы в новых граничных условиях.** Система при этом характеризуется соотношением воздействия внешних факторов (качеством, ценой и другими показателями) и внутренней эффективностью использования ресурсов (производительностью, уровнем издержек и т.д.).

В любом случае энтропийность социального (и любого другого) развития подразумевает то, что оценка эффективности происходит не по критерию валового производства (как в СССР – т угля на гора), а по критерию ресурсоемкости и эффективности использования. Такой подход позволяет оценить не только ресурсный потенциал, но и **степень самоорганизации социальной системы.**⁹⁹

⁹⁸ Если энтропия – мера необратимого рассеяния энергии, то неэнтропия – это мера обратимости процесса, возможность продуктивного воспроизводства материи.

⁹⁹ Аналогии – «степень адаптации», «степень конкурентоспособности».

Инструментарий системного анализа

Методологические основания системного анализа достаточно полно разработаны в современной теории. В экономике они восходят к трудам Венской экономической школы (Леон Вальрас, Вильфредо Парето и др.), в психологии – представлены работами Курта Левина. В философии истоки подхода можно обнаружить еще у Жюльена Офре Ламетри и других.

Особенность традиционных (несистемных) подходов заключается в том, что они рассматривают социальные процессы, ориентируясь на идеальные модели – возьмите хотя бы условия **совершенной конкуренции**.

Однако **системные процессы проявляются лишь как отклонение от идеального (равновесного) состояния**, что мы и наблюдаем на практике. Такие отклонения определяются системными параметрами и той средой, к которой система адаптируется. Рассматривается сравнительная степень адаптации систем либо по отношению друг к другу, либо по отношению к внешним условиям.

Основанием системных оценок выступают **средневзвешенные** (синонимы – *равновесные, аттракторы*) показатели систем. Отклонение параметров системы от **средневзвешенных показателей** надсистемы отражают степень адаптированности (*конкурентоспособности, самоорганизации*) систем.

Резонно возникает вопрос: Чем отличается **средний показатель** от **средневзвешенного показателя**? Средневзвешенный показатель представляет собой не только арифметическое среднее параметров нескольких систем, он позволяет учесть и взаимное влияние систем и надсистемы.

Следующий вопрос: Как это выглядит на практике? Допустим, перед нами стоит задача исследовать доходы трех категорий граждан:

1-я категория (D_1 , 10 чел.) – имеет личный доход 12.000 руб./месяц (33 %);

2-я категория (D_2 , 20 чел.) – имеет личный доход 9.000 руб./месяц (25 %);

3-я категория (D_3 , 15 чел.) – имеет личный доход 15.000 руб./месяц (42 %).

Средний показатель доходности граждан будет выглядеть так:

$$D_{cp} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3} = \frac{12.000 + 9.000 + 15.000}{3} = 12.000 \text{ руб./мес.},$$

где D_n – доходы отдельных категорий граждан.

Однако **средневзвешенный показатель** существенно отличается от **среднего**, поскольку он **учитывает не только качественные (размер доходов), но и количественные параметры (структуру) системы**. В данном случае в системе наблюдается три подсистемы (категории граждан). Их удельный вес в общей совокупности неодинаков. Поэтому мы используем **средневзвешенный показатель (аттрактор)**, который выглядит так:

$$D_{св} = \frac{(D_1 \times Ч_1) + (D_2 \times Ч_2) + (D_3 \times Ч_3)}{Ч_1 + Ч_2 + Ч_3} = \frac{(12.000 \times 10) + (9.000 \times 20) + (15.000 \times 15)}{10 + 20 + 15} = 11666,7 \text{ руб./мес.},$$

где D_n – доходы отдельных категорий граждан, $Ч_n$ – численность исследуемых категорий граждан.

Для того чтобы оценить преимущество использования средневзвешенных показателей, достаточно просто сравнить их со средними показателями системы. В нашем случае если параметры подсистем абсолютно идентичны (каждая категория граждан составляет 15 человек) показатели совпадут и это ничего нам не даст.

Однако в реальной действительности даже две абсолютно идентичные системы встречаются чрезвычайно редко. Следовательно, **средневзвешенный показатель не равнозначен среднему**.

Системный анализ позволяет исследовать не только удельный вес каждой категории граждан, но и влияние этих категорий на состояние всей системы. **Средневзвешенный показатель (аттрактор)** учитывает не два параметра (доходы и количество категорий граждан), а три (плюс количество граждан в каждой категории).

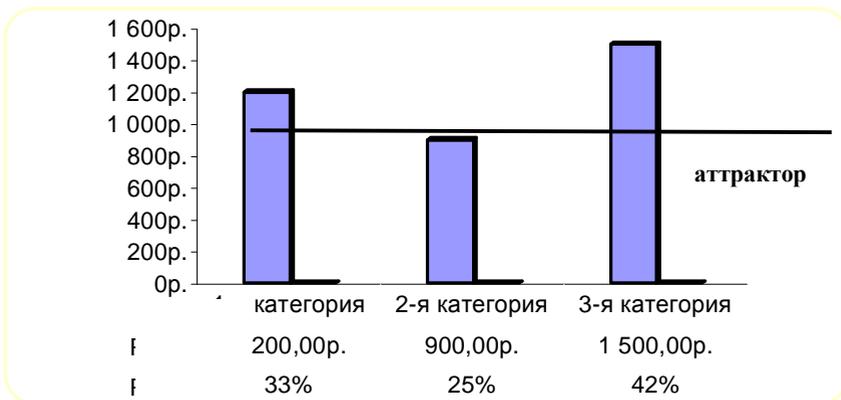


Рис. 11. Аттрактор доходов граждан

Именно это преимущество использования **средневзвешенных показателей** лежит в основе системного анализа. Сначала исследуются средневзвешенные показатели системы, а уже затем – влияние окружающей среды (внешние факторы) и состояние подсистем (внутренние факторы).

Результаты системного анализа имеют чрезвычайно большую практическую ценность для информационной поддержки управленческих решений на любом уровне управления. (См. Приложение 3). Классик шведского менеджмента Б.Карлоф пишет: «*Организации или лица, первыми выявившие перемены в структуре запросов потребителей ... и осознавшие мотивы, которые лежат в их основе, имеют наилучшие шансы на успех*».¹⁰⁰

¹⁰⁰ См.: Карлоф Б. Деловая стратегия: концепция, содержание, символы. – М.: Экономика, 1991. – С. 54.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Прокомментируйте отличительные черты различных видов социального анализа.
2. Охарактеризуйте роль энтропии в развитии социальных систем.
3. Покажите прикладное значение средневзвешенных показателей при изучении адаптивного поведения социальных систем.

Рекомендуемая литература:

1. Калужский М.Л. *Методологические основы анализа системных противоречий общественного развития.* – Омск: ОмГАУ, 2000.
2. Могилевский В.Д. *Методология систем: вербальный подход.* – М.: Экономика, 1999.
3. Погостинская Н.Н., Погостинский Ю.А. *Системный анализ финансовой отчетности.* – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 1999.

ЛЕКЦИЯ 12. ИНСТРУМЕНТАРИЙ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Огромное количество информации можно получить, анализируя адаптивную реакцию социальных систем с использованием методологии общей теории систем. Другое дело, что жизненно важная информация, необходимая для адаптивного поведения на одном социальном уровне, зачастую теряет актуальность на другом уровне. Это связано с несовпадением потребностей и интересов систем различных социальных уровней.

Возможно, отсюда проистекает большинство нареканий в адрес государственной статистики, которая отражает интересы государственного уровня. Причем, на корпоративном уровне гораздо большее значение имеют маркетинговые исследования, а на территориальном уровне – социологические.

Особенности системного подхода

Речь идет не о методе сбора и обработки информации, а скорее о предмете исследования. Хотя любой из методов, используемый для анализа ситуации на нетипичном для этого уровне все же позволяет составить картину адаптированности систем к внешним условиям. К примеру, мы можем оценить предвыборную ситуацию через систему критериев "*товар (предвыборные программы кандидатов) – деньг (голоса избирателей)*". Такие методики достаточно широко распространены.

Рассмотрим т.н. "*маркетинговый подход*", использующий терминологию корпоративного уровня. Сущность его очень точно определил Ф.Котлер: "*Товар – это все, что может удовлетворить нужду или потребность и предлагается рынку с целью привлечения внимания, приобретения, использования или потребления. Это могут быть физические объекты, услуги, лица, места, организации и идеи*".¹⁰¹

¹⁰¹ См.: Котлер Ф. Основы маркетинга. – М.: Прогресс, 1991. – С. 284-285.

Такой подход столь же объективно отражает ситуацию на своем уровне, как социологический подход – на индивидуальном уровне, а статистический подход – на государственном уровне. Маркетинговый подход прочно укоренился в западной социально-экономической теории и активно применяется в последние десятилетия.

При этом каждый подход освещает ситуацию не только с использованием определенной методологии, но и под определенным углом зрения. В результате сделанные выводы не всегда согласуются с дальнейшим развитием ситуации, поскольку неизбежно упускают отдельные ее аспекты.

К примеру, личная популярность Св.Федорова отнюдь не привела его к победе на президентских выборах 1996 года, несмотря на данные социологических опросов. Причина очень простая – используемые социологами команды Федорова критерии выявили его популярность, но не как потенциального президента, а как директора МНТК "Микрохирургия глаза".

Поэтому одно из основополагающих правил любого социального исследования может звучать следующим образом: ***В процессе изучения социального взаимодействия целесообразно применять методологию, оперирующую показателями, соответствующими предмету исследования.*** Сложность заключается в определении критериев, соответствующих этому предмету.

Существует определенная закономерность: ***чем теснее ресурсная связь между социальными уровнями, тем меньше задействован субъективный фактор.*** Если продолжить разговор о президентских выборах, то совершенно определенно можно сказать об определяющем влиянии общественного мнения (субъективного фактора) на поведение избирателей.

В корне неверно преувеличивать роль избирательных технологий, забывая, что интересы избирателей определяются их ресурсными потребностями. Границы эффективности определяются здесь экстремумами оправданных ожиданий избирателей. В противном случае системные противоречия между интересами общества и интересами властных структур будут только обостряться.

Проблема еще и в том, что федеральный уровень достаточно далек от уровня конкретных избирателей, а бифуркационные моменты здесь крайне редки.¹⁰² Обратная связь фактически отсутствует. Не случайно еще Вильфредо Парето в свое время отмечал, что политические процессы по большому счету сводятся к борьбе и циркуляции элит (тоже своего рода пригожинский цикл).

Аналогичная ситуация наблюдается и на думских выборах. Однако на выборах регионального и территориального уровня мы видим совершенно иную картину. На первое место здесь выходят соображения объективных потребностей индивидуального уровня.

¹⁰² Речь идет о революциях и массовом гражданском неповиновении властям.

В результате побеждают на выборах именно те кандидаты, которые сумеют наилучшим образом убедить избирателей в своей полезности. И это понятно. Проще, что называется "подкупить избирателей" на выборах в Городской Совет, чем на выборах в Государственную Думу.¹⁰³

Кроме того, влияние депутатов Городского совета (где их число не превышает несколько десятков человек) на развитие территории несравненно выше, чем влияние депутатов Государственной Думы. Естественно, соотношение чисто экономических (объективных) и политических (субъективных) предпочтений избирателей в обоих случаях будет различным.

Особенность системного подхода заключается не в том, что системные противоречия рассматриваются в соответствии с особенностями видения ситуации на социальных уровнях. Гораздо важнее выявить, как те или иные внешние факторы влияют на адаптационное поведение системы в целом.

Сопоставлять данные можно как со средними показателями (***отклонение от состояния-аттрактора***), так и с показателями аналогичной системы (***сравнительный анализ***). В последнем случае упор делается на сравнение адаптационной реакции в соответствии с существующими граничными условиями и ресурсными возможностями систем.

Потребности социальных систем

Для любых социальных систем свои потребности объективно превалируют. Поэтому везде ***в основе системного анализа будет лежать анализ ресурсных потоков***. К примеру, перераспределение ресурсных потоков (налоговых поступлений) в пользу государства и регионов объективно ухудшает внешние условия функционирования социальных систем территориального уровня (органов местного самоуправления).

Разумеется, чем больше ресурсов поступит в распоряжение социальных систем регионального уровня, тем большее количество социальных потребностей они смогут удовлетворить. Однако вполне вероятна ситуация, когда на уровне территориального самоуправления прозвучит: ***«хватит, я больше не могу...»***.

Такая ситуация чревата социальными конфликтами – забастовками работников бюджетной сферы (территориальная надсистема не обеспечивает приемлемые граничные рамки существования), сбоями в работе социальной инфраструктуры (транспорт, системы жизнеобеспечения, др.) и т.д.

И не потому, что на региональном уровне присутствует злой умысел. Для регионального уровня потребности территорий – чужие потребности, они просто неактуальны.

Это – потребности, закрепленные в региональном бюджете, определенные рамками федерального законодательства. Потребности, выступающие

¹⁰³ Хотя бы по критерию количества избирателей.

критериями эффективности работы на региональном уровне. Потребности, за которые приходится отчитываться перед избирателями.

Поэтому *интересы регионального уровня зачастую входят в объективное противоречие с интересами территориального уровня.*¹⁰⁴

Несколько иная ситуация наблюдается, когда предпринимаются попытки прогнозировать поведение системы из уровня подсистем. Возможностей влияния снизу крайне мало и ограничиваются они значимостью передаваемых ресурсов.¹⁰⁵

Иначе говоря, социальная система устанавливает граничные рамки вне участия подсистем. Поэтому роль субъективного в поведении социальных систем по отношению к своим подсистемам весьма велика.

Отсюда мы можем сделать следующий вывод: *вторым этапом после конкретизации потребностей при системном анализе должно стать определение позиций, с которых проводится исследование.*

Непродуктивно рассматривать поведение системы регионального уровня с точки зрения систем корпоративного уровня. На региональном уровне существуют совершенно иные ценности и действуют совершенно иные приоритеты.

Однако мы можем рассмотреть деятельность регионального уровня с позиций федерального уровня (например, через призму федерального законодательства). И уже затем спрогнозировать, как будет развиваться ситуация в отношении субъектов хозяйствования.

Все вроде бы звучит очень просто. Однако мы постоянно наблюдаем попытки, не только прогнозировать, но и субъективно оценивать деятельность высших социальных уровней с позиций низших уровней. Такие попытки можно встретить на самых разных научных форумах, в речах государственных деятелей и даже в нормативно-правовых документах.

Итак, мы пришли к утверждению о том, что системный анализ может эффективно проводиться только с позиций стороннего наблюдателя. Для внутреннего наблюдателя появляется возможность сопоставить свои критерии оценки ситуации с критериями оценки внешних уровней, а затем уже спрогнозировать дальнейшее ее развитие. Потребление внешних ресурсов в этом случае выражается формулой:

ресурсы на выходе = ресурсы на входе – энтропия

Чем эффективнее система преобразует внешние ресурсы по сравнению с другими системами, тем выше уровень её самоорганизации. В качестве инструментария оценок предлагается использовать целый комплекс частных агрегатных индексов в различных системах отчета. Все эти индексы сводятся к соотношению Гульдберга-Вааге:

¹⁰⁴ И тех социальных подсистем более низких уровней, чьи интересы совпадают с интересами муниципальных образований.

¹⁰⁵ Это одна из причин центробежных тенденций в государстве.

$$\frac{\sum \text{обратных воздействий на систему}}{\sum \text{прямых воздействий на систему}} \rightarrow \text{const} \quad (1),$$

где вычисленная *const* служит показателем равновесия системы во внешних граничных рамках – в полном соответствии с теоремой о минимуме производства энтропии И.Р.Пригожина. Показатели внутренней адаптации соотносятся с показателями внешних воздействий, поскольку именно такой подход отражает адаптивное поведение систем в окружающей среде.

Если система имеет показатель ниже равновесного (аттрактора), то мы говорим о её относительной закрытости и сравнительно низком уровне самоорганизации. Если же наоборот – тогда можно говорить о форсированном привлечении внешних ресурсов и опережающем уровне самоорганизации.

Индексы в системном анализе

Системный анализ изучает качественное или количественное изменение системных параметров. Индексы здесь служат для измерения непосредственно не наблюдаемых (т.н. «латентных») свойств системы. Поэтому в качестве основных направлений использования индексов можно выделить:

1. оценку состояния (уровня эффективности) социальных систем в пространственно-временном разрезе;
2. вычленение основных внешних факторов, вызвавших изменения показателей и оценка их значимости;
3. анализ возможностей и перспектив дальнейшего развития социальных систем.

Все они, так или иначе, связаны с показателем-аттрактором. Любое отклонение от показателя-аттрактора в близком к равновесному состоянии будет отражать *степень конкурентоспособности системы*. Иначе говоря, способности системы максимально быстро и с минимальными издержками адаптироваться к условиям внешней среды. Отсюда следует вывод:

Сущность системного анализа на базе Общей теории систем заключается в выделении равновесного состояния системы при помощи соотношения Гульдберга-Вааге и последующего исследования причинно-следственного характера отклонений от такого состояния.

Внешнее воздействие на системы будет всегда являться прямым, а внутреннее (реактивное) – обратным. Значение *const* отражает равновесное состояние системы в существующих граничных рамках (например, оптимальное производство в граничных рамках совокупного спроса). Здесь возможны два варианта построения индексов:

Вариант 1. Для анализа отклонений отдельных параметров системы от аналогичных показателей надсистемы.

Отношение показателей эффективности использования ресурсов в системе сопоставляется с аналогичным соотношением, но уже для всей над-

системы. Полученный индекс отражает отклонение показателей аттрактора системы от общего равновесного показателя надсистемы.

Так, при анализе показателей сбыта через торговую сеть АО «Роспечать» газеты «Коммерческие вести» в 1995-98 годах автором были использованы следующие формулы:

$$J_e = \frac{\text{возврат " KB''}}{\text{поступило " KB''}} \cdot \frac{\text{возврат по городу}}{\text{поступило по городу}} \quad (2),$$

$$J_n = \frac{\text{продано " KB''}}{\text{поступило " KB''}} \cdot \frac{\text{продано по городу}}{\text{поступило по городу}} \quad (3),$$

где J_e – индекс возврата, а J_n – индекс продаж печатных изданий.

Отклонение результатов вычислений от единицы отражает долю отставания (опережения) адаптации системы к граничным условиям (совокупному спросу) в сравнении с соответствующим показателем надсистемы. В дальнейшем, можно оперировать полученными данными для достижения следующих целей:

- расчет доли показателей системы в общих показателях надсистемы;
- изучение динамики изменения показателей адаптации системы и выявления причин отклонений от средневзвешенного состояния;
- сопоставление показателей конкурирующих систем и т.д.

Аналогичным образом можно рассчитать, к примеру, политические предпочтения электората на думских выборах:

$$J_n = \frac{\text{голосовало за КПРФ в округе}}{\text{голосовало всего в округе}} \cdot \frac{\text{голосовало за КПРФ по региону}}{\text{всего голосовало по региону}} \quad (2.1),$$

где J_n – индекс предпочтений избирателей.

Вариант 2. Для вычисления агрегированного индекса, отражающего степень адаптированности системы к внешним условиям.

Речь идет о целой группе частных агрегатных индексов, которые сводятся к базовому соотношению:

$$J_k = \frac{\text{совокупный доход}}{\text{совокупные издержки}} \cdot \frac{\text{объем продаж}}{\text{объем всех продаж}} \quad (4),$$

где J_k – индекс конкурентоспособности (адаптированности) всей системы в целом; агрегатный показатель, отражающий качественную взаимосвязь доли издержек и доли занимаемого рынка (соотношение *Гульдберга-Вааге*).

Например, два пивобезалкогольных завода, реализуя стандартные партии аналогичной (сопоставимой) газированной воды в определенный промежуток времени имеют следующие показатели сбыта:

	<i>A</i>	<i>B</i>
<i>отпускная цена партии</i>	10.000.000	10.000.000
<i>совокупные издержки</i>	800.000	700.000
<i>доля рынка (% продаж)</i>	45	55

применив формулу исчисления индекса конкурентоспособности, получаем:

$$J_{k(a)} = \frac{1000000}{800000} * 0,45 = 0,56$$

$$J_{k(b)} = \frac{1000000}{700000} * 0,55 = 0,78$$

Таким образом, у второго завода уровень конкурентоспособности в 1,4 раза выше, чем у первого – за счет большего рынка сбыта и меньших издержек.

Сущность индекса конкурентоспособности

Агрегированность индекса конкурентоспособности позволяет одинаково эффективно использовать его как для глобального, так и для локального анализа по признаку охвата рынка. Кроме того, индекс конкурентоспособности может применяться для анализа влияния отдельных затрат на общее состояние адаптированности системы.

Приведенная выше формула годится как для выявления соответствия системы условиям надсистемы, так и для сопоставления адаптированности нескольких систем или для внутреннего анализа эффективности отдельных элементов системы, т.е. практически на всех системных уровнях. Суть формулы заключается в следующем:

1) с увеличением (уменьшением) размера совокупных затрат на производство и реализацию продукции соответственно уменьшаются (увеличиваются) результаты соотношения:

доходы / издержки

т.е., чем выше издержки, тем меньше результат.

2) увеличение рыночной доли субъекта автоматически ведет к росту показателя конкурентоспособности.

Таким образом, при сравнении показателей нескольких рыночных субъектов мы получаем возможность анализа связей нелинейного характера, когда сигналы на входе и на выходе систем не совпадают.¹⁰⁶ Подобный подход позволяет анализировать конкурентоспособность исходя из плавающих исходных показателей. Так как частное не меняется, это значительно облегчает подбор исходных данных, руководствуясь лишь временными рамками.

В частном случае, когда монопольный производитель выводит на рынок абсолютно новый, не имеющий аналогов товар, эта формула примет вид:

$$J_k = \frac{\text{доходы}}{\text{издержки}} \times 1 \quad (5),$$

¹⁰⁶ В отличие от привычных показателей (рентабельности, капиталоемкости, оборачиваемости и т.д.)

Единица здесь *отражает уникальность качественных характеристик системы*, и сравнение будет проводиться с показателями предыдущего замера для определения динамики изменения количественных показателей. При этом качественные и количественные характеристики систем неразрывно связаны с внутренними и внешними процессами:

Внешние показатели отражают количественные характеристики (адаптированность) систем, поскольку они определяются состоянием окружающей среды.

Внутренние показатели отражают качественные характеристики (эффективность) систем, поскольку они определяются самими системами.

Системный подход весьма перспективен в стратегическом планировании на корпоративном уровне. Так, например, если расширение рынка сбыта предприятия вызовет стабильный рост доли совокупных издержек в общей выручке, то осуществление контроля за изменением этого показателя позволит вовремя принять решение об интенсификации производства и о дополнительных вложениях в рекламу или в НИОКР.¹⁰⁷

Возвращаясь к основной формуле конкурентоспособности (4), следует отметить, что в обеих ее частях в роли активных показателей выступают потенциально наименьшие (внутренние) показатели, непосредственно отражающие состояние системы. Это вызвано тем, что оба соотношения призваны отразить противоположно направленное действие внутренних и внешних факторов в системе,

$$\text{а по формуле} \quad \frac{\text{внешнее}}{\text{внутреннее}} \times \frac{\text{внутреннее}}{\text{внешнее}}$$

Причем, в ходе эволюционного развития системы (за исключением бифуркационных изменений), результат первого соотношения будет объективно стремиться к *min*, а второй – к *max* (в полном соответствии с теоремой о минимуме производства энтропии И.Р.Пригожина). Тот факт, что результат соотношения *доходы / издержки* в нормальных условиях имеет базовое значение в формуле (всегда >1 , тогда как издержки $1 <$), отражает прогрессирующую адаптацию системы к внешним условиям, а не наоборот.

Следовательно, в закрытой гипотетической системе близкой к состоянию равновесия индекс конкурентоспособности будет $\sim \text{const}$. В экономических показателях это означает, что увеличение совокупных издержек одного из участников рынка неизбежно вызовет снижение объемов его продаж и перedel всего рынка.

Индекс конкурентоспособности позволяет достаточно эффективно анализировать динамику адаптации системы к внешним условиям. Этот процесс происходит под действием всей гаммы факторов – начиная от эволю-

¹⁰⁷ абр. НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки.

ционных изменений, обусловленных взаимным влиянием затрат и продаж, и заканчивая бифуркационными явлениями.

И абсолютно неважно, будут сопоставляться показатели адаптации одной системы в разные моменты времени или показатели конкурирующих систем – индекс конкурентоспособности одинаково эффективно отражает флуктуации в системах. Кстати, критика Венской экономической школы, наиболее приблизившейся к методологии общей теории систем, была вызвана недостаточным вниманием к роли объективных условий товарного производства: платежеспособности покупателей и производственным издержкам продавцов.¹⁰⁸

Указанный подход одинаково применим как непосредственно для оценки социально-экономических показателей, так и при анализе других социальных процессов. Во всех случаях внутренние показатели сопоставляются с внешними. Если результат соотношения больше единицы – он отражает развитие системы, если меньше – деградацию.

На Западе такая постановка вопроса давно уже не вызывает сомнений: *«Внешнее окружение организации все больше становится источником проблем для современных руководителей. По сути дела, руководители самых важных для общества организаций – деловых, образовательных, государственных – под влиянием недавних событий в мире были вынуждены сосредоточить внимание на быстро изменяющейся внешней среде и ее воздействиях на внутреннее строение организации»*.¹⁰⁹

При этом *там, где речь идет о роли системы во внешней среде, рассматриваются агрегированные индексы, отражающие соотношение соотношений для системы и окружающей среды (надсистемы)*.

Здесь практически нет ничего такого, что не было бы известно прежде. Описанные индексы широко применяются в зарубежной экономической практике (см. Приложение 2). Новизна методологии заключается в обобщении частных методик и алгоритмизации системного анализа в социальной сфере на основе постулатов Общей теории систем.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. *Поясните, как различные подходы к анализу социально-экономических явлений отражают специфику отдельных уровней государственной иерархии.*
2. *Приведите примеры использования методологии системного анализа в повседневной практике управления.*
3. *Раскройте социально-экономическое значение индексов, сводимых к соотношению Гультберга-Вааге.*

¹⁰⁸ См.: Бухарин Н.И. Политическая экономия рантье. Теория ценности и прибыли австрийской школы. – М.-Л.: Гос. изд-во, 1925. – С. 54-59.

¹⁰⁹ Elbing Alvar O. On the Applicability of Environmental Models / in J.W.McGuire, ed., Contemporary Management. – N.J.: Prentice-Hall, 1974. – P. 283.

Рекомендуемая литература:

1. Кадужский М.Л. *Методологические основы анализа системных противоречий общественного развития.* – Омск: ОмГАУ, 2000.
2. Могилевский В.Д. *Методология систем: вербальный подход.* – М.: Экономика, 1999.
3. Погостинская Н.Н., Погостинский Ю.А. *Системный анализ финансовой отчетности.* – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 1999.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реально сегодня можно выделить лишь одну причину несоответствия социальных теорий требованиям жизни: *социальные институты государства в лице своих функционеров не заинтересованы в развитии объективной науки*. Не случайно в современном обществе финансовую поддержку получают чаще всего направления, не несущие в себе угрозы для стабильности существующего государственного устройства.

И это объективно: *никогда никакая социальная система не поставит интересы общества выше своих собственных интересов*. Если это произойдет, то социальная система попросту утратит свои уникальные системные свойства и прекратит существование...

Такая ситуация характерна не только для отдельных социальных дисциплин или отдельных стран, она наблюдается везде в мире. Известный американский экономист Дж.К.Гелбрейт в книге «*Экономические теории и цели общества*» справедливо указывает: «*Содействие, которое экономическая теория оказывает осуществлению власти, можно назвать ее инструментальной функцией в том смысле, что она служит не пониманию или улучшению экономической системы, а целям тех, кто обладает властью в системе*».

Когда современное общество осознает неизбежность перехода к новой методологии и, возможно, идеологии – социальная наука сможет предложить пути разрешения существующих противоречий. Многие проблемы социальной теории сегодня надуманы так же, как надуман кризис общественных дисциплин. Прошло время, когда можно было разрабатывать все новые и новые узконаправленные социальные дисциплины, игнорирующие единство мироздания. Социальная действительность едина. Различны лишь ее проявления.

Экономика, политология, социальная философия, экология – все это различные грани единого цивилизационного процесса. У этого процесса есть единая основа – воспроизводство ресурсов (иначе – потребление энергии). Именно воспроизводство ресурсов, а не социальной бытийности или строительства светлого будущего.

Нужно раз и навсегда определиться: социальная наука – это наука о реальных закономерностях общественного развития или соревнование в построении абстрактных теорий? Либо наука будет находиться вне влияния государственного аппарата, либо она никогда не сможет решать практические проблемы социального развития.

Отсюда проистекает неостребованность современной экономической теории на более низких уровнях и ее дробление на макроэкономику, микроэкономику, мезоэкономику и другие трудносогласуемые направления. Хотя на деле получается, что мы просто теоретически обосновываем виденные ситуации на разных системных уровнях социального устройства.

То же самое можно сказать и о других социальных дисциплинах: социологии, педагогике, политологии и др. В социальных дисциплинах по-

чему-то укоренилось мнение, что первопричиной социальных процессов являются внутрисистемные процессы. Однако это далеко не так.

Простой пример. Если говорить о внутренних процессах как первопричине социальных изменений, то можно сравнивать даже экономическую ситуацию 2000 года и 1913 года, как это делалось в советской статистике.

На первый взгляд это выглядит научно и обосновано. Такой подход игнорирует состояние внешней среды: в 1913 году была совершенно иная структура потребления, другой уровень технического прогресса, несопоставимы и большинство социально-экономических показателей.

Обратимся к истории. Д.И.Менделееву на юбилей подарили вазу из алюминия. В то время алюминий ценился дороже платины и тем более золота.

Сегодня ситуация кардинально изменилась. Изменилась технология производства, методы применения этого металла. Как же можно сравнивать производство алюминия в XIX и в XX веке? Аналогичная ситуация наблюдается при сопоставлении объемов промышленного производства или социального обеспечения и в менее отдаленной ретроспективе.

Зачем это делается? Ответ напрашивается сам – указанный подход позволяет манипулировать цифрами для оправдания проводимой социально-экономической политики. Он изначально ангажирован и субъективен.

Трудно ожидать объективности информационных потоков в тех случаях, когда реализуемые или планируемые мероприятия предполагают увеличение затрат ресурсов по сравнению с имеющейся ситуацией. Это основная причина сопротивления внедрению инноваций на социальном уровне.

И как можно строить адекватные социально-экономические модели, если исходные предпосылки изначально ущербны? В результате находится решение одной проблемы, но неизбежно это вызывает возникновение множества других сопутствующих проблем.

К сожалению ни одна модель не в состоянии адекватно отразить все процессы системного взаимодействия. Это неизбежное следствие *открытости* и *нелинейности*. Так, к примеру, на базе таможенной статистики мы можем строить межотраслевые балансы и делать социально-экономические прогнозы общественного развития. Но на практике часто оказывается, что статистические данные не отражают реальной действительности.

Такое положение сложилось не вчера. Рассмотрим его проявление на примере экспортно-импортных потоков. Вот что сообщает по этому поводу информационное агентство «Интерфакс»: *«Ни для кого не секрет, что сегодня из России вывозится гораздо больше экспортных товаров, чем официально пересекает государственную границу»*.¹¹⁰

Официальные данные таможенной статистики представляют интерес лишь для системы государственного управления. А объективизация статистической информации несет определенную угрозу устоявшемуся (равно-

¹¹⁰ Сообщение агентства "Интерфакс" от 12.04.99 г.

весному) состоянию системы таможенных органов, поскольку речь идет о коррупции, неэффективности работы и недостоверности учета.

Вопрос: можно ли ожидать объективного отражения ситуации в статистических материалах, предоставляемых аналитическими подразделениями таможенных органов? Почти ежегодная смена руководителей Государственного таможенного комитета РФ достаточно лаконично на него отвечает.

То же самое можно сказать о работе Генеральной Прокуратуры, Министерства социальной защиты населения, Госналогслужбы и большинства других федеральных органов. Описанная ситуация достаточно характерна, что называется, для «всех времен и народов». Она объективно возникает во всех социально-экономических системах, когда интересы развития систем низшего социального уровня входят в противоречие с интересами стабильности систем высшего уровня.

Вот как выглядело одно из таких противоречий в конце 1980-х годов: *«Начальник Главного производственного управления Минмедбиопрома СССР М.Григорьев проанализировал причины отставания отрасли. В стране уже на протяжении нескольких пятилеток не ведется учет потребности в медикаментах, объемов производства, поставок, темпов социального и демографического развития».*¹¹¹

Нельзя обойти вниманием и противоречия, связанные с выравниванием уровня жизни населения. Все полномочия здесь переданы Конституцией РФ на низшие уровни государственного и муниципального управления.

Однако сбор информации, критерии ее оценок и контролирующие функции до сих пор остаются в ведении федерального центра. Сюда можно отнести *разработку балансов денежных доходов и расходов населения, региональное регулирование общественных фондов потребления, сбалансирование бюджетных расходов и доходов* и т.д.

Эффективной методологии социального анализа до сих пор не существует. Государственная система сбора и анализа статистической информации просто не способна удовлетворить потребности низших социальных уровней. Она объективно не учитывает их особенности и ориентируется лишь на федеральные потребности.

Создававшаяся социально-экономическая действительность диктует необходимость внедрения новой методологии моделирования и прогнозирования социальных процессов. И Общая теория систем позволяет это сделать. Дело за малым – внедрить системную методологию в повседневную практику.

М.Калужский (февраль 2001 г.)

¹¹¹ Газета "Известия", 2 мая 1989 г.

ГЛОССАРИЙ

- Абстрактное мышление** – способность индивидуума абстрагироваться от понятий «здесь» и «сейчас», мысленно выйти за рамки окружающей действительности.
- Агрегат** (от лат. «*aggregatus*» – присоединенный) – результат агрегирования показателей системы (См. «агрегирование»).
- Агрегирование** – метод обобщения трудносопоставимых параметров для получения единого обобщенного показателя. Применяется в условиях нелинейной связи между агрегируемыми показателями.
- Адаптация** (от лат. «*adaptatio*<*adaptare*» – приспособлять) – изменение качественных характеристик систем под действием условий окружающей среды.
- Акселератор** (от англ. «*accelerator*») – показатель экономического поведения инвесторов в соответствии с ожидаемыми объемами производства; уравнение, устанавливающее зависимость эндогенных переменных от влияния экзогенных факторов.
- Анализ системный** – изучение роли и места системы в окружающей среде (надсистеме).
- Анализ сравнительный** – изучение роли и места системы в сравнении с другими аналогичными системами.
- Анализ функциональный** – изучение показателей самой системы и ее составных частей за определенный период времени.
- Анархия** (от греч. «*anarchia*» – безвластие) – состояние системного хаоса, достигаемое в результате полного упразднения государственной организации.
- Антропный принцип** – один из принципов современной теории эволюционного развития материи, гласящий, что жизнь является неотъемлемой частью эволюции Вселенной, естественным следствием ее самоорганизации.
- Аттрактор** – показатель состояния системного равновесия в рамках существующих граничных условий, определяемых внешней средой.
- Бифуркация** (от лат. «*bifurcus*» – раздвоенный) – разделение чего-либо на самостоятельные части; в теории самоорганизации подразумевает процесс спонтанной реструктуризации систем под влиянием непреодолимых внешних факторов.
- Бихевиоризм** (от англ. «*behavior*» – поведение) – социальная теория, рассматривающая поведение животных, человека и общества на основе схемы «стимул-реакция». Бихевиоризм лежит в основе современной американской теории менеджмента.
- Бульон опаринский** – химический состав, имитирующий состав атмосферы в период зарождения жизни на Земле, позволяющий смоделировать некоторые процессы перехода от неживой материи к материи живой.

Вербальное восприятие – словесное восприятие, которому соответствуют слова человеческой речи (устные или письменные).

Внешняя (окружающая) среда – совокупность внешних условий функционирования систем.

Время – мера сопоставимости изменения системных процессов во Вселенной, пространственно расширяющейся под действием энтропии.

Гомеостаз (гомео... + греч. «stasis» – стояние) – свойство поддержания системами параметров в определенных границах, основанное на внутренней устойчивости к возмущающим воздействиям внешней среды.

Государство – полиструктурная система социальных институтов, формирующая среду и средства собственного функционирования и развития.

Граничные рамки (условия) – совокупность условий окружающей среды (надсистемы), определяющих параметры функционирования систем.

Гульдберга-Вааге соотношение – соотношение, отражающее равновесность систем, согласно которому отношение сумм обратных воздействий на систему и сумм прямых воздействий стремится к константе (в состоянии близком к равновесному).

Дарвинизм – материалистическая теория эволюции живой природы, основанная на утверждении, что живая природа непрерывно изменяется и развивается. В основе этого развития лежат три фактора: изменчивость, наследственность и естественный отбор.

Детерминизм (от лат. «determinare» – определять) – философская концепция, признающая объективную закономерность и причинную обусловленность самоорганизации природы и общества.

Диалектика (от греч. «dialektikē teVhē» – искусство вести беседу, спор) – метод познания действительности в ее противоречивости, целостности и развитии.

Динамика (от греч. «dynamikos» – относящийся к силе) – ход развития процесса под влиянием действующих факторов в течение определенного периода времени.

Диссипация (от лат. «dissipatio» – рассеивание) – переход энергии или вещества от упорядоченного состояния к хаотическому движению.

Договор общественный – результат делегирования социальными субъектами властных полномочий на высшие уровни государственной организации в обмен на создание приемлемых условий существования; одно из проявлений социальной системности.

Закрытости (открытости) свойство – характеристика системной самоорганизации, проявляющаяся при сопоставлении параметров взаимодействия различных систем с окружающей средой (надсистемой).

Измерение динамическое – количественное описание изменений во времени отдельных системных характеристик и их соотношений.

Измерение контрольное – описание исходных значений системных характеристик, сравнение с которыми позволяет оценить состояние системы.

- Измерение прогнозное** – описание ожидаемых значений отдельных системных характеристик и их соотношений.
- Измерение статическое** – количественное описание системных характеристик за определенный период или на определенный момент времени.
- Индекс** (от лат. «*index*») – относительный показатель развития (изменения) какого-либо явления.
- Индикатор** (от лат. «*indicator*» – *указатель*) – условный показатель, используемый для качественного анализа параметров системы; в системном анализе в качестве индикатора используется аттрактор (См. «*аттрактор*»).
- Интеграция** (от лат. «*integratio*» – *восстановление, восполнение*) – сторона процесса развития, связанная с объединением в единое целое ранее разнородных частей и элементов.
- Истина** – абсолютное знание; понятие, равнозначное информационному эквиваленту материальной Вселенной.
- Катализатор** (от греч. «*katalysis*» – *разрушение*) – внешняя причина, ускоряющая или, наоборот, замедляющая системные процессы.
- Каузальность** (от лат. «*causa*» – *причина*) – причинная обусловленность явлений и процессов, неперемное свойство самоорганизации материи.
- Кибернетика** (от греч. «*kgderhētikē teVhē*» – *искусство управления*) – наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в машинах, живых организмах и обществе.
- Конкуренция** (от лат. «*concurrere*» – *сталкиваться*) – соперничество, борьба за достижение наилучших результатов.
- Конкуренция вертикальная** – системная деятельность, направленная на повышение сравнительной эффективности использования внешней энергии (ресурсов) окружающей среды (синоним – «*адаптация*»).
- Конкуренция горизонтальная** – системная деятельность, направленная на экстенсивное развитие во внешней среде за счет привлечения дополнительных ресурсов (т.н. «борьба за выживание»).
- Конкуренция совершенная** – условия открытой равновесной экономической системы, при которых все хозяйствующие субъекты однородны и находятся в равном положении.
- Материализм диалектический** – теоретическая основа научного мировоззрения, наука о наиболее общих законах природы, общества и мышления.
- Материализм исторический** – философское направление, трактующее смену различных эпох в истории человечества как закономерный процесс смены прогрессирующих способов производства.
- Моделирование** – воспроизведение превалирующих свойств одного объекта (оригинала) при помощи другого объекта (модели).
- Мониторинг** (от англ. «*monitoring*») – постоянное наблюдение за показателями состояния систем с целью изучения динамики их изменения.

Мультипликатор (от англ. «multiplier») – отношение изменения дохода к вызвавшему его исходному изменению расходов; коэффициент, характеризующий соотношение между агрегатной величиной и ее структурной составной частью.

Начало I термодинамики – логический аналог Закона сохранения энергии («энергия Вселенной постоянна»).

Начало II термодинамики – логический вывод из Теории расширяющейся Вселенной («энтропия мира стремится к максимуму»).

Негэнтропия – явление, обратное энтропии (См. «энтропия»). Негэнтропия может проявляться в отдельной системе отчета (См. «система отчета»), отражая процессы поступательного системного развития.

Ноосфера – качественно новое, высшее состояние биосферы, отличительным признаком которого является наличие разума.

Ньютонианство – механистическое направление в развитии естествознания, подразумевающее периодическую повторяемость и взаимную обусловленность природных явлений, представляющее мироздание в качестве единого механизма.

Общество – несистемная совокупность людей, проживающих на территории какого-либо государственного образования.

Петля реакционная – графическое представление течения химической реакции под действием катализатора (См. «Катализатор»).

Пирамида потребностей – иерархическая схема, предложенная американским социологом А.Х.Маслоу для графического представления приоритетности человеческих потребностей.

Позитивизм (от лат. «positivus» – *положительный*) – направление в философии, исходящее из того, что источником истинного знания являются специальные науки, задача которых сводится к описанию, систематизации и интерпретации фактов.

Принцип взаимности – термодинамическая закономерность приобретения системой, линейно изменяющейся за счет переориентации внутренних ресурсов, новых возможностей компенсации внешних воздействий.

Принцип Подвижного равновесия (*Ле Шателье*) – принцип, описывающий закономерность системной самоорганизации в наиболее благоприятном для этого направлении.

Равновесность – свойство устойчивости системной самоорганизации, проявляющееся при сопоставлении показателей систем в надсистеме (окружающей среде).

Развитие систем – процесс адаптации систем к меняющимся условиям окружающей среды под влиянием энтропии.

Революция (от фр. «revolution») – коренной переворот, глубокое качественное изменение в развитии явлений природы, общества или познания.

Самоорганизация – процесс системной адаптации к меняющимся условиям окружающей среды под действием энтропии.

- Связь линейная** – прямая связь между двумя закрытыми системами, когда изменения в одной системе вызывают адекватные и легко прогнозируемые изменения в другой.
- Связь нелинейная** – непрямая связь между двумя открытыми системами, когда, помимо непосредственного взаимодействия между двумя системами, присутствуют внешние факторы-катализаторы, усиливающие или ослабляющие это взаимодействие.
- Связь обратная** – механизм взаимодействия на разных системных уровнях, обеспечивающий получение информации, влияющей на адаптацию систем к условиям внешней среды (надсистемы).
- Сенсорное восприятие** – чувственное восприятие, которому соответствуют в психологическом плане чувственные образы – ощущения, представления.
- Синергетика** (от греч. «συνεργητικοξ» – совместный) – направление междисциплинарных исследований, синтез наук, объектом изучения которых являются процессы самоорганизации в открытых системах различной природы.
- Система** (от греч. «*systēma*» – целое, составленное из частей) – единство, состоящее из взаимозависимых частей, каждая из которых привносит что-то конкретное в уникальные характеристики целого.
- Система закрытая** – система, в которой существующие граничные условия в той или иной степени препятствуют адаптации подсистем к внешним воздействиям. Все системы обладают определенной степенью закрытости, проявляющейся при сопоставлении их параметров.
- Система замкнутая** – гипотетическая система, не осуществляющая какого-либо энергетического (ресурсного, информационного) обмена с окружающей средой. По-видимому, единственным примером такой системы может служить наша Вселенная.
- Система открытая** – система, осуществляющая свободный обмен энергией (ресурсами, информацией) с окружающей средой.
- Система отчета** – совокупность критериев, используемых для моделирования отдельных параметров систем в изначально заданных условиях окружающей среды.
- Система термодинамическая** – система, содержащая некоторое количество составных частей, характеризуемая в состоянии равновесия определенными значениями внутренних параметров.
- Социобиология** – социальная теория, основанная на постулате об общности законов, лежащих в основе биологических и социальных процессов.
- Средневзвешенный показатель** – показатель среднего уровня адаптированности (конкурентоспособности, самоорганизации) систем в надсистеме.
- Средний показатель** – арифметическое среднее значение каких-либо показателей.

- Стрела времени** – понятие, введенное и экспериментально доказанное И.Р.Пригожиным, обозначающее направление самоорганизации материи во Вселенной.
- Тектология** – наименование «*всеобщей организационной науки*» русского философа-позитивиста А.А.Богданова (Малиновского), призванной изучать общие закономерности организации систем любой природы.
- Темпоральность** – свойство самоорганизации систем, в основе которого лежит функциональная зависимость скорости и продуктивности системных процессов.
- Теорема Пригожина** – теорема И.Р.Пригожина, устанавливающая взаимосвязь развития, граничных условий и энтропии в процессе самоорганизации материи во Вселенной.
- Теория Большого Взрыва** – космогоническая теория возникновения и развития расширяющейся Вселенной, экспериментально подтвержденная в настоящее время.
- Теория Динамического хаоса**– теория, рассматривающая появление хаоса в физических системах как следствие динамики развития этих систем.
- Теория Общая Систем** – теория, рассматривающая общие закономерности развития материи во Вселенной во всех ее проявлениях (физических, химических, биологических, социальных и т.д.).
- Теория Относительности** – теория, рассматривающая пространственно-временные закономерности, справедливые для любых физических процессов.
- Теория Прибавочной стоимости**– экономическая теория К.Маркса, основанная на рассмотрении стремления к получению прибыли как основополагающего фактора развития рыночной экономики.
- Теория Самоорганизации** – теория развития системной организации материи во Вселенной под действием энтропии.
- Устойчивость** – способность систем противодействовать внешним воздействиям окружающей среды без изменения внутренней структуры (адаптации).
- Флуктуация** (от лат. «*fluctuari*» – колебаться) – краткосрочное отклонение параметров системы от равновесного состояния (аттрактора) под влиянием внешних или внутренних факторов.
- Фракталы** – нерегулярные, но самоподобные фигуры, получаемые при компьютерном представлении некоторых математических соотношений.
- Фрактальная геометрия** – научное направление, позволяющее при помощи компьютерного представления некоторых математических соотношений получить картины, напоминающие строение живых и неживых объектов.
- Цикл** – совокупность взаимосвязанных явлений, образующих законченный круг развития в течение определенного промежутка времени.

- Цикличность** – периодическая повторяемость тех или иных процессов во времени под влиянием объективных факторов внешней среды.
- Эволюция** (от лат. «*evolutio*» – *развертывание*) – процесс непрерывного и постепенного количественного изменения в природе и обществе.
- Экзергоническая (экзотермическая) реакция** – реакция, в ходе которой энергия выделяется в окружающую среду.
- Экзогенность** (от греч. «*ἔξω*» – *снаружи, извне*) – обусловленность явлений внешними причинами, вызванными изменениями условий окружающей среды и не зависящими от системы.
- Эндергоническая (эндотермическая) реакция** – реакция, в ходе которой энергия поглощается из окружающей среды.
- Эндогенность** (от греч. «*endon*» – *внутри*) – обусловленность явлений внутренними причинами, находящимися в прямой зависимости от системы.
- Энергия** – общая количественная мера движения и взаимодействия материи, связывающая воедино все явления природы.
- Энтропии показатель** – разность между привнесённой извне и воспринятой системой полезной энергией (ресурсами).
- Энтропия** (от греч. «*en*» – *в, внутри* и «*thropē*» – *поворот, превращение*) – неизбежный процесс рассеяния энергии в результате самоорганизации материи в расширяющейся Вселенной, единственной замкнутой системе мироздания. Понятие энтропии неразрывно связано с законом сохранения энергии.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

- Тема 1.* Возникновение и развитие Вселенной.
- Тема 2.* Физическая самоорганизация.
- Тема 3.* Химическая самоорганизация.
- Тема 4.* Биологическая самоорганизация.
- Тема 5.* Энергия и материя во Вселенной.
- Тема 6.* Термодинамическое равновесие.
- Тема 7.* Возникновение жизни на Земле.
- Тема 8.* Возникновение разума.
- Тема 9.* Интересы и потребности в социальных системах.
- Тема 10.* Системность в науке.
- Тема 11.* Методология системного знания.
- Тема 12.* Научное наследие А.Л. Чижевского.
- Тема 13.* Научное наследие И.Р. Пригожина.
- Тема 14.* Научное наследие А.А. Богданова.
- Тема 15.* Научное наследие Ф.Энгельса.
- Тема 16.* Научное наследие В.И. Вернадского.
- Тема 17.* Научное наследие Г.Хакена.
- Тема 18.* Научное наследие Ч.Дарвина.
- Тема 19.* Энтропия.
- Тема 20.* Равновесие в природе и обществе.
- Тема 21.* Закрытость как свойство системности.
- Тема 22.* Флуктуации в системах.
- Тема 23.* Эволюция и революция в развитии систем.
- Тема 24.* Ресурсы и развитие систем.
- Тема 25.* Социальная самоорганизация.
- Тема 26.* Социальные потребности, интересы и противоречия.
- Тема 27.* Конкуренция и адаптивные возможности систем.
- Тема 28.* Объективное и субъективное в социальной действительности.
- Тема 29.* Кибернетическое моделирование социальных процессов.
- Тема 30.* Виды социального анализа.
- Тема 31.* Закономерности системного развития цивилизаций.
- Тема 32.* Информация и самоорганизация.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ИНФОРМАЦИЯ К РАЗМЫШЛЕНИЮ

Кого-то, вероятно, позабавит, что можно так увлеченно размышлять о самом процессе мышления. И этот кто-то будет не прав. Потому что именно способность к абстрактному мышлению и ничто иное отличает человека от любого другого существа, живущего на Земле. Попробуем бросить взгляд на эволюцию, никоим образом не претендуя на глубокое ее осмысление, а лишь затрагивая главные поворотные пункты из подсказанных нам палеонтологами, отмечая самые важные вехи на пути прогресса с тех отделенных времен, когда в первобытном океане зародились первые микроскопические формы жизни.

Одной из первых важнейших вех следует, безусловно, признать выход каких-то форм жизни из воды на сушу. Перемена среды обитания была, несомненно, затажным, болезненным и, вероятно, рискованным процессом. Но для нас сегодняшних время сжалось, и процесс предстает в нашем понимании единым событием в эволюционной схеме.

Другая веха – образование хорды, которая в предстоящие миллионы лет постепенно преобразилась в спинной хребет. Еще одна веха – развитие способности к передвижению на двух ногах, хотя я лично не склонен придавать прямохождению особое значение. Человека, каким он стал сегодня, создало не прямохождение, а способность отвлекаться от «здесь» и «сейчас», способность мыслить за пределами сиюминутных решений.

Эволюционные процессы – это длинные цепи событий. Многие эволюционные тенденции были опробованы природой и отброшены как тупиковые, и виды вымирали, поскольку были жестко привязаны к таким тенденциям. Но неизменно какой-то фактор или группа факторов, выявившиеся в развитии ныне вымерших видов, давали начало новым линиям эволюции.

И неизбежно приходишь к выводу, что в запутанном клубке изменений и усовершенствований всего живого прослеживается и единая стержневая эволюционная нить, ведущая к главному изменению. Сквозь все миллионы лет это главное изменение лежало в постепенном наращивании мозга, который с течением времени преобразовал мышление в разум.

Как мне кажется, особенность эволюционных процессов состоит еще и в том, что как бы замечателен не был результат тех или иных изменений, он раскрывается лишь потом, когда они произошли. А до того ни один беспристрастный наблюдатель не смог бы его предвидеть и предсказать. Полмиллиарда лет назад никакой наблюдатель не мог бы обосновать догадку, что, через два-три миллиона лет, некоторые формы жизни выберутся из воды и переселятся на сушу.

Подобная догадка оказалась бы маловероятной, граничащей с невозможным. Потому что все известные тогда формы жизни нуждались в воде, были приспособлены к жизни в воде, не могли существовать без воды. А суша, голая и бесплодная, наблюдателю представилась бы пустыней, вра-

ждебной жизни, примерно такой же, каким нам видится сегодня космическое пространство.

Полмиллиарда лет назад все формы жизни были миниатюрными. Миниатюрность в то время казалась столь же обязательным жизненным требованием, как вода. И никакой наблюдатель тогда не мог бы представить себе чудовищных динозавров последующих эпох или современных китов. Подобные размеры для него лежали бы за пределами воображения.

Точно также наблюдатель той поры вообще не подумал бы о летающих существах: такое просто не пришло бы ему в голову. А если и подумал бы, вопреки всякой вероятности, то уж никак не отыскал бы путей к тому, чтобы жизнь поднялась в воздух, и не понял бы, зачем ей это может понадобиться.

Таким образом, мы осознаем обоснованность и правоту эволюции, когда оглядываемся назад. Но предсказать ее дальнейший ход нам, повидимому, не дано.

Кто придет на смену человеку? Вопрос не нов, иногда его поднимают и обсуждают хотя бы в порядке праздных предположений. По-моему, мы инстинктивно сопротивляемся тому, чтобы размышлять на эту тему всерьез. В большинстве своем люди, если думают об этом вообще, считают, что вопрос относится к весьма отдаленному будущему, а значит, его и ставить-то нет резона.

Приматы появились восемьдесят миллионов лет назад, может быть и того меньше, а человеку, по самой щедрой оценке, не более двух-трех миллионов лет. По сравнению с трилобитами и динозаврами это ничтожный срок, и получается, что пройдут еще тысячи тысяч лет, прежде чем приматы исчезнут или утратят свое главенствующее положение на Земле.

В сущности, мы инстинктивно не допускаем самой мысли о том, что род человеческий когда-либо прекратит свое существование. Иные из нас (разумеется, далеко не все) могут кое-как примириться с идеей, что лично они физически умрут.

Человек еще в состоянии представить себе мир без себя как личности, однако, представить себе Землю, на которой не осталось людей, оказывается, куда труднее. Ведомые странным внутренним испугом, мы прячемся оттого, что сам наш род рано или поздно погибнет. Умом, если не сердцем, мы готовы допустить, что каждый из нас как часть человечества однажды исчезнет, однако нам не по силам даже помыслить, что само человечество также смертно и не вечно.

В немногих серьезных исследованиях, касавшихся этой проблемы, речь шла, в сущности, вовсе не о ней. словно наш разум воздвиг неодолимую преграду, мешающую нам углубиться в тему.

Мы почти не задумываемся над вопросом, кто и что может вытеснить человека: все, на что мы способны, – нафантазировать сверхлюдей будущего, может, и отличных от нас во многих отношениях и, тем не менее, остающихся людьми. Обогнавших нас умственно, интеллектуально, но

биологически прямых наших потомков. Даже в фантазиях такого пошиба мы исходим из упрямой веры, что человечество будет существовать вечно.

Естественно, это заблуждение. Если эволюционные процессы, создавшие человека, тем самым не исчерпали себя, то вслед за ними на сцену должно выйти нечто большее, чем человек. История как будто учит, что эволюция не может исчерпать себя. Минувшие эпохи накопили достаточно свидетельств, что она никогда не затруднялась в создании новых форм жизни, в изыскании новых ценностей, полезных в борьбе за существование.

На нынешнем уровне знаний нет оснований предполагать, что с появлением человека эволюционные процессы застопорились, не оставив ничего про запас...

Клиффорд Д. Саймак
«Исчадия разума»¹¹²
(фрагмент).

¹¹² Подробнее см.: Миры Клиффорда Саймака, кн. 4. – Рига: Полярис, 1993. – с. 233-240.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. НЕКОТОРЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, СВОДИМЫЕ К СООТНОШЕНИЮ ГУЛЬДБЕРГА-ВААГЕ¹¹³

Advance/Decline Ratio (коэффициент "подъем/спад") – количество акций, поднявшихся в цене за день, деленное на количество упавших в цене за день акций. Этот индикатор рыночных тенденций служит важным дополнением другого показателя – изменения фондового индекса.

Current Ratio (коэффициент текущей ликвидности) – текущие активы отнесенные к текущим обязательствам. Если показатель меньше единицы, то считается, что над компанией навис "кризис ликвидности" вследствие недостатка ресурсов.

Debt Service Ratio (коэффициент обслуживания задолженности) – стоимость экспорта государства, выраженная в конвертируемой валюте и отнесенная к годовым выплатам и основной части долга. Позволяет грубо оценить платежеспособность государства.

Debt to Total Funding Ratio (коэффициент "задолженность / привлеченные средства") – кредиторская задолженность компании, деленная на сумму собственного капитала и дебиторской задолженности. Применяется для оценки риска привлечения заемных средств.

Market to Book Value (коэффициент "рыночная стоимость к балансовой") – рыночная стоимость акций, деленная на балансовую стоимость компании. Если коэффициент больше единицы, принято говорить о высокой котировке акций компании.

Stockturn, Stock-Turnover, Stock-Turnover Ratio (коэффициент оборачиваемости запасов) – объем продаж за период, отнесенный к величине запасов на конец периода.

Tobin Q (коэффициент Тобина) – отношение рыночной стоимости котироваемых на бирже акций компании к балансовой стоимости ее активов.

¹¹³ Приводится по: Кох Р. Менеджмент и финансы от А до Я. – СПб: Питер Ком, 1999. – С.152-154, 356.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ИНДЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ (ТРУДОВОГО УЧАСТИЯ) РАБОТЫ МЕДРАБОТНИКОВ

В 1995 году руководство ТОО «Стомсервис» обратилось к автору с просьбой разработать методику оценки эффективности работы врачей при оказании платных медицинских услуг. Проблема заключалась в том, что существующая система организации труда в крупных хозрасчетных медицинских учреждениях не позволяла увязать не линейно связанные между собой показатели выручки и трудозатрат.

Расчет заработной платы в ТОО «Стомсервис» производился на основе государственных стоматологических стандартов с использованием У.Е.Т. (условных единиц трудозатрат). Согласно этой системе каждая операция имеет свою трудоемкость. Задача медработника – выработать в течение одного рабочего дня определенное количество У.Е.Т.

Решение проблемы усложняло то, что размер выручки от оказания стоматологических услуг в ТОО «Стомсервис» значительно превышал заработную плату врачей. И, кроме того, высокая стоимость расходных материалов, а также сложность их учета создавали объективные условия для оказания неучтенных услуг в ущерб фирме.

Методика была создана в 1995 году. При ее разработке ставились следующие задачи:

- 1) учесть воедино нормативные затраты труда, временные затраты на оказание услуг и полученный фирмой доход (т.е. показатели не зависящие напрямую друг от друга);
- 2) разработать универсальный инструментарий сравнительного анализа хозяйственной деятельности фирмы.

Основой расчета эффективности работы врачей при оказании платных медицинских услуг стал **Индекс трудового участия** (ИТУ). Основная формула исчисления этого индекса выглядит следующим образом:

$$J_{\text{з}} = \frac{K_{\text{д}}}{K_{\text{н}}},$$

где, $J_{\text{з}}$ – индекс эффективности (трудоового участия) работы врача за день; $K_{\text{д}}$ – коэффициент доходности работы врача за день, рассчитывается как

$$K_{\text{д}} = \frac{\text{выручка врача}}{\text{общая выручка}};$$

$K_{\text{н}}$ – коэффициент незанятости врача за день, рассчитывается как

$$K_{\text{н}} = \frac{\text{незанятое время}}{\text{рабочее время}}.$$

Использование ИТУ для определения сравнительной эффективности работы врача за день позволяет учесть в динамике влияние таких нелинейно-

связанных показателей, как выручка от работы врачей и их загруженность в течение рабочего дня. Текущий анализ проводится следующим образом:

- если речь идет только о показателях посещаемости, то чем выше доходность от работы врача за день, тем ниже степень его незанятости и наоборот;
- если рост доходности не сопровождается падением незанятости врача, то это свидетельствует о росте эффективности его работы как штатной единицы для фирмы;
- если падение доходности не сопровождается ростом незанятости врача, то это свидетельствует о падении эффективности его работы как штатной единицы для фирмы;
- если рост незанятости не сопровождается падением доходности от работы врача, то это говорит о росте эффективности его работы как штатной единицы для фирмы;
- если падение незанятости не сопровождается ростом доходности от работы врача, то это свидетельствует о падении эффективности его работы как штатной единицы для фирмы;

Алгоритм применения:

- 1) определить сумму Фонда заработной платы (% от месячного дохода);
- 2) вычесть из этой суммы себестоимость материалов на исправление брака и "фирменных" пациентов;
- 3) рассчитать пропорционально трудовому вкладу на базе ИТУ сумму заработной платы каждого работника.

Разработанная система плавающих показателей основана как на использовании прежних У.Е.Т., так и на зависимости от общей выручки фирмы. Причем зависимость эта – нелинейного характера.

Табл. Пример расчета заработной платы при помощи ИТУ (в ценах 1995 г.)

<i>Врач \ дата</i>	<i>01.03</i>	<i>02.03</i>	<i>03.03</i>	<i>04.03</i>	<i>05.03</i>	<i>1/5.03</i>	<i>ФЗП, руб.</i>
<i>A</i>	<i>0,186</i>	<i>0,121</i>	<i>0,103</i>	<i>0,134</i>	<i>0,167</i>	<i>0,711</i>	<i>2.755.814</i>
<i>B</i>	<i>0,192</i>	<i>0,183</i>	<i>0,189</i>	<i>0,122</i>	<i>0,192</i>	<i>0,878</i>	<i>3.403.101</i>
<i>C</i>	<i>0,056</i>	<i>0,091</i>	<i>0,081</i>	<i>0,090</i>	<i>0,120</i>	<i>0,438</i>	<i>1.697.674</i>
<i>D</i>	<i>0,091</i>	<i>0,082</i>	<i>0,123</i>	<i>0,073</i>	<i>0,091</i>	<i>0,460</i>	<i>1.782.945</i>
<i>E</i>	<i>0,112</i>	<i>0,039</i>	<i>0,142</i>	<i>0,154</i>	<i>0,062</i>	<i>0,609</i>	<i>2.360.465</i>
<i>A/E</i>	<i>0,637</i>	<i>0,616</i>	<i>0,638</i>	<i>0,573</i>	<i>0,632</i>	<i>3,096</i>	<i>12.000.000</i>

При этом:

1. стоимость исправления допущенного в работе брака вычитается из общего дохода (смены, отделения, фирмы), а для врача допустившего брак – не учитывается нормативное время на переделку;¹¹⁴

¹¹⁴ Это связано с несопоставимостью заработка врача и расходов на исправление брака.

2. при перевыполнении врачом норматива (УЕТ), что в принципе немислимо, рекомендуется считать коэффициент незанятости =1.

В отличие от существующей прежде практики были разрешены следующие неразрешимые задачи:

1. «фирменные» пациенты учитываются общим порядком, т.е. теперь врач заинтересован в них как в обычных платных пациентах, а издержки на лечение «фирменных» пациентов распространяются равномерно на весь коллектив;
2. при исправлении брака ИТУ исключается из результатов работы (за день, за месяц или вообще – задним числом), а стоимость материалов ложится на весь коллектив (отделение, смену), что косвенно способствует внутреннему контролю в коллективе за качеством работы.

Необходимо отметить, что наиболее эффективно данная методика прикладного применения методов системного анализа может применяться при единой процентной надбавке фирмы на себестоимость услуг. Хотя и при дифференцированном ценообразовании она позволяет также достаточно объективно оценить реальный вклад каждого работника.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев Г.Н. Энергоэнтропика.* – М.: Знание, 1983.
2. *Ансофф И. Новая корпоративная стратегия.* – СПб: Питер, 1999.
3. *Ансофф И. Стратегическое управление.* – М.: Экономика, 1989.
4. *Архангельский Н.Е. Системный анализ в международных экономических отношениях.* – М.: МГИМО, 1980.
5. *Афанасьев В.Г. Мир животных: системность, эволюция и управление.* – М.: Политиздат, 1986.
6. *Бернацкий В.О. Интерес: познавательная и практическая функции.* – Томск: Изд-во ТГУ, 1984.
7. *Берталанфи Л. Общая теория систем: критический обзор. / В кн.: Исследования по теории систем.* – М.: Прогресс, 1969. – С. 23-82.
8. *Бестужев-Лада И.В. Нормативное социальное прогнозирование: возможные пути реализации целей общества.* – М.: Мысль, 1987.
9. *Бестужев-Лада И.В. Прогнозное обоснование социальных нововведений.* – М.: Наука, 1993.
10. *Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода.* – М.: Наука, 1973.
11. *Богданов А.А. Всеобщая организационная наука (тектология). В 2 т.* – М.: Экономика, 1989.
12. *Боголепов В.П. О состоянии и задачах развития общей теории организации. / В кн.: Организация и управление.* – М.: Наука, 1968.
13. *Бондаренко Н.И. Методология системного подхода к решению проблем: история, теория, практика.* – СПб: СПбУЭФ, 1997.
14. *Боулдинг Л. Общая теория систем – скелет науки. / В кн.: Исследования по общей теории систем.* – М.: Прогресс, 1969.
15. *Будон Р. Место беспорядка. Критика теорий социального изменения.* – М.: Аспект Пресс, 1998.
16. *Вайнберг С. Первые три минуты.* – М.: Энергоатомиздат, 1981.
17. *Василькова В.В. Порядок и хаос в развитии социальных систем: Синергетика и теория социальной самоорганизации.* – СПб.: Лань, 1999.
18. *Вернадский В.И. О науке. Том 1. Научное знание. Научное творчество. Научная мысль.* – Дубна: ИЦ "Феникс", 1997.
19. *Винер Н. Кибернетика и общество.* – М.: ИЛЛ, 1958.
20. *Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине.* – М.: Советское радио, 1958.
21. *Власов Р.Г. Регион России: внутрорегиональная политика, устойчивое развитие и безопасность.* – Омск: ОмГУ, 1998.
22. *Волькенштейн М.В. Энтропия и информация.* – М.: Наука, 1986.
23. *Воронцов Н.Н. Теория эволюции: истоки, постулаты и проблемы.* – М.: Знание, 1984.

24. Гвишиани Д.М. *Методологические аспекты системных исследований.* / В кн.: *Философско-методологические основания системных исследований.* – М.: Наука, 1983. – С. 3-16.
25. Гелбрейт Дж. *Экономические теории и цели общества.* – М.: Прогресс, 1976.
26. Голубков Е.П. *Использование системного анализа в отраслевом планировании.* – М.: Экономика, 1977.
27. Голубков Е.П. *Методы системного анализа при принятии управленческих решений.* – М.: Знание, 1973.
28. Горский Ю.М. *Системно-информационный анализ процессов управления.* – Новосибирск: Наука, 1988.
29. Гражданников Е.Д. *Метод построения системной классификации наук.* – Новосибирск: Наука, 1987.
30. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. *Биология.* В 3 т. – М.: Мир, 1996.
31. Гробстайн К. *Стратегия жизни.* – М.: Мир, 1968.
32. Гэлбрейт Дж. *Новое индустриальное общество.* – М.: Прогресс, 1969.
33. Друкер П.Ф. *Управление, нацеленное на результаты.* – М.: Технологическая школа бизнеса, 1994.
34. Дубнищева Т.Я. *Концепции современного естествознания. Учебник.* – Новосибирск: ЮКЭА, 1997.
35. Захарченко Н.Н. *Основы системного анализа. Ч. 1.* – СПб.: СПбУЭФ, 1992.
36. Зельдович Я.Б., Хлопов М.Ю. *Драма идей в познании природы.* – М.: Наука, 1988.
37. *Исследования по общей теории систем / Под ред. В.Н. Садовского, Э.Б. Юдина.* – М.: Прогресс, 1969.
38. *Исследования по теории структур. (Сб. науч. тр.)* – М.: Наука, 1988.
39. Калужский М.Л. *Методологические основы анализа системных противоречий общественного развития.* – Омск: ОмГАУ, 2000.
40. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. *Синергетика и прогнозы будущего.* – М.: Наука, 1997.
41. Каррери Дж. *Порядок и беспорядок в структуре материи.* – М.: Мир, 1985.
42. Карлоф Б. *Деловая стратегия: концепция, содержание, символы.* – М.: Экономика, 1991.
43. Карлоф Б., Седерберг С. *Вызов лидеров.* – М.: Дело, 1996.
44. Кинг У., Клиланд Д. *Стратегическое планирование и хозяйственная политика.* – М.: Прогресс, 1982.
45. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. *Законы эволюции и самоорганизации сложных систем.* – М.: Наука, 1994.
46. Клир И. *Абстрактное понятие системы как методологическое средство.* – В кн.: *Исследования по общей теории систем.* – М.: Прогресс, 1969.

47. Колесников Л.А. *Основы теории системного подхода*. – Киев, 1988.
48. *Компьютерное моделирование социально-политических процессов*. – М.: Интерпракс, 1994.
49. *Концепции самоорганизации: становление нового образа научного мышления*. – М.: Наука, 1994.
50. Краснощеков П.С., Петров А.А. *Принципы построения моделей*. – М.: Изд-во МГУ, 1983.
51. Крейсберг М.М. *США: системный подход в управлении: (Практика промышленных корпораций)*. – М.: Наука, 1974.
52. Куц Г., О'Доннел С. *Управление: системный и ситуационный анализ управленческих решений. Т. 1-2*. – М.: Прогресс, 1981.
53. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. *Синергетика и теория саморегуляции. Идеи, методы, перспективы*. – М.: Знание, 1983.
54. Ладенко И.С., Тульчинский Г.Л. *Логика целевого управления*. – Новосибирск: Наука, 1988.
55. Ламетри Ж.О. *Сочинения*. – М.: Мысль, 1976.
56. Ледников Е.Е. *Критика позитивистских и постпозитивистских концепций философии науки / В кн. Научное знание: (Логика. Понятия. Структура)*. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние РАН, 1987.
57. Лесков Л.В. *Космические цивилизации: проблемы эволюции*. – М.: Знание, 1985.
58. Малинецкий Г.Г. *Хаос, структуры, вычислительный эксперимент*. – М.: Наука, 1997.
59. Маршалл А. *Принципы экономической науки. В 3 т.* – М.: Прогресс, 1993.
60. Махлуп Ф. *Теории фирмы: маржиналистские, бихевиористские и управленческие*. / В кн. *Теория фирмы*. – СПб.: Экономическая школа, 1995.
61. Месарович М., Такахара И. *Общая теория систем: математические основы*. – М.: Мир, 1978.
62. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. *Основы менеджмента*. – М.: Дело, 1994.
63. Милованов В.П. *Синергетика и самоорганизация: Экономика. Биофизика*. – М.: КомКнига, 2005.
64. Мильнер Б.З., Евенко Л.И., Рапопорт В.С. *Системный подход к организации управления*. – М.: Экономика, 1983.
65. Могилевский В.Д. *Методология систем: вербальный подход*. – М.: Экономика, 1999.
66. Могилевский В.Д. *Основы теории систем. В 2 ч.* – М.: МИРЭА, 1997.
67. Николис Г., Пригожин И.Р. *Познание сложного. Введение*. – М.: Мир, 1990.
68. Новиков И.Д. *Как взорвалась Вселенная*. – М.: Наука, 1988.
69. Новиков И.Д. *Эволюция Вселенной*. – М.: Наука, 1983.

70. *Опарин А.И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие.* – М.: Наука, 1968.
71. *Оптнер С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем.* – М.: Советское радио, 1969.
72. *Парсонс Т. Система координат действия и общая теория систем действия: культура, личность и место социальных систем. / В сб. Американская социологическая мысль.* – М.: МУБиУ, 1996. – С. 462-478.
73. *Пайтген Х.–О., Рихтер П.Х. Красота фракталов.* – М.: Мир, 1993.
74. *Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ.* – М.: Высшая школа, 1989.
75. *Погостинская Н.Н., Погостинский Ю.А. Системный анализ финансовой отчетности.* – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 1999.
76. *Пригожин И.Р. От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках.* – М.: Мир, 1985.
77. *Пригожин И.Р., Стенгерс И. Время, Хаос и Квант.* – М.: Прогресс, 1994.
78. *Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой.* – М.: Прогресс, 1986.
79. *Проблемы методологии системного исследования.* – М.: Мысль, 1970.
80. *Проблемы планирования и управления. Опыт системных исследований.* – М.: Экономика, 1987.
81. *Райзберг Б.А., Голубков Е.П., Пекарский Л.С. Системный подход в перспективном планировании.* – М.: Экономика, 1975.
82. *Ребане К.К. Энергия, энтропия, среда обитания.* – М.: Знание, 1985.
83. *Розгачева И.К. Самоорганизующиеся системы во Вселенной.* – М.: Знание, 1989.
84. *Русский позитивизм: В.В.Лесевич, П.С.Юшкевич, А.А.Богданов.* – СПб.: Наука, 1995.
85. *Саати Т., Керис К. Аналитическое планирование. Организация систем.* – М.: Радио и связь, 1991.
86. *Садовский В.Н. Системный подход и общая теория систем: статус, основные проблемы и перспективы развития. / В кн.: Системные исследования: Методологические проблемы. Ежегодник.* – М.: Наука, 1979. – С. 29-54.
87. *Саймон Г.А. Методологические основания экономики. / В кн. Системные исследования: Методологические проблемы. Ежегодник: 1989–1990.* – М.: Наука, 1991. – С. 91-109.
88. *Саймон Г.А. Теория принятия решений в экономической теории и науке о поведении. / В кн. Теория фирмы.* – СПб.: Экономическая школа, 1995. – С. 54-72.
89. *Седов Е.А. Одна формула и весь мир. Книга об энтропии.* – М.: Знание, 1982.
90. *Седов Е.А. Эволюция и информация.* – М.: Наука, 1976.

91. *Сетров М.И. Основы функциональной теории организации. Философский очерк.* – Л.: Наука, 1972.
92. *Стиглиц Дж.Ю. Экономика государственного сектора.* – М.: МГУ; ИНФРА-М, 1997.
93. *Турчин В.Ф. Феномен науки: Кибернетический подход к эволюции.* – М.: ЭТС, 2000.
94. *Уемов А.Н. Системный подход и общая теория систем.* – М.: Мысль, 1973.
95. *Уилсон Р.А. Квантовая психология.* – К.: Янус, 1998.
96. *Уилсон Р.А. Психология эволюции.* – К.: Янус, 1998.
97. *Физика живого.* – М.: Знание, 1985.
98. *Философско-методологические основания системных исследований.* – М.: Наука, 1983.
99. *Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах.* – М.: Мир, 1985.
100. *Хачатуров С.Е. Организация производственных систем (теоретическое основание организационной науки).* – Тула: Шар, 1996.
101. *Химия. Учебник.* – М.: Мир, 1972.
102. *Хомич И.И. Человек – живая система: Естественнонаучный и философский анализ.* – Мн.: Беларусь, 1989.
103. *Хорафас Д.Н. Системы и моделирование.* – М.: Мир, 1967.
104. *Чижевский А.Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия.* – М.: Мысль, 1995.
105. *Шамбадаль П. Развитие и приложение понятия энтропии.* – М.: Наука, 1967.
106. *Шляпентох В.Э. Эконометрика и проблемы экономического роста (Макромоделирование в работах буржуазных экономистов).* – М.: Мысль, 1966.
107. *Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели.* – М.: Радио и связь, 1982.
108. *Шумпетер Й. Теория экономического развития.* – М.: Прогресс, 1982.
109. *Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. Введение в теорию диссипативных структур.* – М.: Мир, 1979.
110. *Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул.* – М.: 1973.
111. *Эйген М., Шустер П. Гиперцикл: Принципы самоорганизации макромолекул.* – М.: 1982.
112. *Экономическая кибернетика и системные исследования в управлении. Сб. научн. трудов.* – СПб.: СПбУЭФ, 1998.
113. *Энгельс Ф. Диалектика природы.* – М.: Политиздат, 1969.
114. *Эткинс П. Порядок и беспорядок в природе.* – М.: Мир, 1987.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

В.Г. Засканов, Д.Ю. Иванов, М.В. Цапенко

Общая теория систем

Методические указания к практическим занятиям

Самара 2013

Засканов В.Г., Иванов Д.Ю., Цапенко М.В.

Общая теория систем [Электронный ресурс] : метод. указания к практическим занятиям / В. Г. Засканов, Д. Ю. Иванов, М.В. Цапенко; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т).-Электрон. текстовые и граф. дан.(0,7МБайт) - Самара, 2013.

Данный практикум рекомендуется в качестве руководства для выполнения практических занятий по курсу «Общая теория систем» студентами, проходящими обучение в образовательных учреждениях высшего профессионального образования по направлениям 080500 – бизнес-информатика. Он разработан с учётом действующих государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования по данному направлениям.

Практические задания, вошедшие в состав практикума, основаны на решении сквозной задаче. Особенностью настоящего практикума является то, что задания ориентированы на коллективное выполнение рабочими группами студентов. Это, во-первых, позволяет решать учебную задачу той степени сложности, при которой удаётся сохранить содержательность предметной области в сочетании с необходимой степенью разнообразия используемых аналитических процедур, приёмов и методик. Во-вторых, в ходе выполнения заданий формируются начальные навыки координации и компетенции, необходимые для командного стиля работы.

Электронный курс предназначен для студентов факультета экономики и управления, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 080500.62 «Бизнес-информатика», изучающих дисциплину «Общая теория систем» в 4 семестре.

Курс разработан на кафедре организации производства.

ВВЕДЕНИЕ

Данный практикум рекомендуется в качестве руководства для выполнения практических занятий по курсу «Общая теория систем» студентами, проходящими обучение в образовательных учреждениях высшего профессионального образования по направлениям 080500 – бизнес-информатика. Он разработан с учётом действующих государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования по данному направлению.

Практические задания, вошедшие в состав практикума, основаны на решении сквозной задаче.

Особенностью настоящего практикума является то, что задания ориентированы на коллективное выполнение рабочими группами студентов. Это, во-первых, позволяет решать учебную задачу той степени сложности, при которой удаётся сохранить содержательность предметной области в сочетании с необходимой степенью разнообразия используемых аналитических процедур, приёмов и методик. Во-вторых, в ходе выполнения заданий формируются начальные навыки координации и компетенции, необходимые для командного стиля работы.

Приступая к выполнению заданий лабораторного практикума, студент обязан внимательно изучить раздел «Постановка задачи» и при необходимости получить консультации у преподавателя по всем возникшим вопросам.

Постановка задачи и каждая изучаемая тема снабжены теоретическим материалом, минимально необходимым для понимания задания и его выполнения. Его наличие не освобождает от необходимости обращения к лекционному материалу, рекомендуемой литературе и ресурсам сети интернет для вовлечения в процесс решения учебной задачи самых современных методических подходов, адекватных специфике анализируемой системы.

Практическая часть каждой темы содержит формулировку цели работы, перечень необходимых приборов и материалов, задание для самостоятельного выполнения, методические указания по его выполнению, включающие рекомендации технического и организационного плана, облегчающие и ускоряющие выполнение работ, и перечень требований к отчёту, обязательных для выполнения. Отчёт принимается преподавателем только в печатном виде на листах формата А4 или А5, аккуратно оформленным. Небрежность в оформлении отчёта (включая ошибки компьютерного редактирования, непоименованные показатели, пропущенные единицы измерения, неправильные названия рисунков и таблиц) является достаточным основанием

для повторного выполнения задания с самого начала по новому варианту во внеучебное время. Перед сдачей отчёта каждый участник рабочей группы **обязан внимательно прочитать** отчёты (или индивидуальные разделы коллективного отчёта) всех своих товарищей по группе, указать им на замеченные ошибки, неточности и опечатки в отчёте и проконтролировать их исправление.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ

Предлагаемый практикум рассчитан на 18 академических часов аудиторного времени для выполнения лабораторных работ и 45 академических часов самостоятельной работы на освоение теоретического материала, необходимого для их выполнения.

Цель практикума — освоение комплекса методических подходов к системному анализу производственных систем в условиях ограниченности априорных знаний об их структуре.

Используемый для организации практикума комплекс методических подходов обладает следующими характерными чертами:

- ♦ в прагматическом плане — пригодность к исследованию систем, плохо поддающихся структуризации, слабо изученных, при условии, что их переменные поддаются наблюдению (количество доступных наблюдений может быть ограниченным);

- ♦ в педагогическом плане — иллюстрация специфики предметных областей, требующих применения метода системного анализа, и сущности самого системного анализа как достаточно общего метода, предполагающего выбор и использование более конкретных методов исследования для решения частных задач.

Вследствие естественных условий проведения учебного практикума требования к детальности структуризации системы и информационной базе, предусматриваемыми заданиями к лабораторным работам, соотносятся с ограничениями, налагаемыми учебным процессом. Это приводит к ограниченной достоверности получаемого решения. Студенты должны иметь ясное представление об учебном характере задачи и о том, каким образом достигается требуемая достоверность результатов анализа при применении подобных методик для решения задач, имеющих научно-исследовательское или прикладное значение.

Для системного анализа предлагаются системы, структура которых хорошо изучена и известна студентам. Это даёт им возможность соотнести результаты формального подхода к структуризации с известными и проверенными практикой представлениями о структуре данных систем, а также сократить требуемый объём данных, опираясь на собственный опыт в данных предметных областях, накопленный при изучении соответствующих дисциплин и в ходе производственной практики.

Для решения одного варианта практического задания создаётся рабочая группа численностью 4...6 студентов. Как правило, функции каждого члена рабочей группы определяются студентами самостоятельно. Задание принимается

только при условии и подготовки отчёта в соответствии с требованиями, приведёнными в практических заданиях по каждой теме. Студенты, не принимающие участие в работе группы либо выполняющие задание несвоевременно, исключаются из состава группы и работают самостоятельно по индивидуальным заданиям. При наличии уважительных причин они по решению деканата могут быть направлены на повторное прохождение курса «Общая теория систем», в противном случае на итоговой аттестации не могут претендовать на оценку выше удовлетворительной, а в случае, если отдельные задания практикума не выполнены до окончания учебного времени, выделенного на освоение данного курса согласно календарно-тематическому плану — не допускаются к ней.

На титульном листе отчёта указываются наименование темы, номер варианта задания, номер рабочей группы, фамилии и инициалы составителей и дата составления. В целях экономии бумаги допускается замена титульного листа заголовком, содержащим вышеуказанную информацию.

Формат бумаги, используемой для отчёта, — А4 или А5. Размер шрифта основного текста — 12 пунктов, межстрочный интервал — 12 пунктов (минимум). Разрешается двусторонняя печать. Отчёт рекомендуется печатать на принтере ПЭВМ, но допускаются и рукописные отчёты при условии выполнения их разборчивым почерком и без помарок. Страницы должны быть пронумерованы, листы надёжно скреплены или сшиты. Таблицы и рисунки оформляются в соответствии с ГОСТ 2.105-95.

В конце отчёта *обязательно* приводится список литературы, использованной при выполнении практического задания, оформленный в соответствии со стандартом библиографического описания ГОСТ 7.1-2003 (как в библиотечных карточках). В списке литературы не следует указывать настоящие методические указания и неопубликованные источники.

Ссылки на источники в сети Интернет допустимы при условии указания автора или составителя (в том числе коллективного), наименования документа, адреса (URL) и даты доступа. Адреса источников должны быть точными: адресуемый ресурс должен действительно содержать использованную в отчёте информацию (а не ссылки на неё).

При невыполнении требований, сформулированных выше, отчёт не принимается.

Отметка о принятии отчёта с указанием даты ставится преподавателем на титульном листе отчёта или на первой странице.

Оценка выполненного задания осуществляется по пятибалльной системе с учётом следующих факторов:

- ◆ степень владения теоретическим материалом;

- ◆ трудоёмкость выполнения задания¹;
- ◆ личный вклад студента в результат работы группы;
- ◆ своевременность выполнения задания;
- ◆ оригинальность предложенного решения.

Оценки за выполненные задания по каждой теме рекомендуется использовать в системе рейтинговой оценки знаний студентов по изучаемому курсу. Рекомендуется применять к оценке по каждой теме весовые коэффициенты, пропорциональные количеству часов, выделенных на изучение данной темы (аудиторной и самостоятельной работы в совокупности).

¹ Например, следует учитывать, что трудоёмкость предварительного статистического анализа числовой переменной значительно выше, чем нечисловой. Преподавателю рекомендуется контролировать равномерность распределения учебной нагрузки между студентами в рабочих группах, а при необходимости своевременно предупреждать студентов как о чрезмерности намеченного объёма работ, так и о его недостаточности для отличной (хорошей, удовлетворительной) рейтинговой оценки.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Теоретическая часть

Представим процесс производства, распределения обмена и (или) потребления, характеризующий аграрную или аграрно-промышленную систему, в форме системы, обладающей структурой $\langle \mathbf{x}, \mathbf{q}(\mathbf{x}) \rangle$, где \mathbf{x} — вектор переменных системы (не обязательно числовых), $\mathbf{q}(\mathbf{x})$ — вектор отношений, упорядочивающих вектор \mathbf{x} . Для многих приложений можно предположить, что вектор-функция $\mathbf{q}(\mathbf{x})$ отображает вектор \mathbf{x} на вектор действительных чисел, а правило упорядочения представляет собой векторное уравнение $\mathbf{q}(\mathbf{x}) = \mathbf{0}$.

Предположим далее, что вектор-функция $\mathbf{q}(\mathbf{x})$ нам не известна, зато имеются данные наблюдений некоторых (возможно, не всех) компонентов вектора \mathbf{x} , и в их числе того компонента, который характеризует цель управления данной системой.

Задача состоит в том, чтобы аппроксимировать реально существующую структуру $\langle \mathbf{x}, \mathbf{q}(\mathbf{x}) \rangle$ некоторой другой структурой $\langle \mathbf{y}, \mathbf{r}(\mathbf{y}) \rangle$, обладающей следующими свойствами:

- ◆ она гомоморфна структуре $\langle \mathbf{x}, \mathbf{q}(\mathbf{x}) \rangle$, откуда, в частности, следует существование отношения, отображающего \mathbf{x} на \mathbf{y} ;
- ◆ её можно синтезировать на основе имеющихся данных, пользуясь некоторой формализованной процедурой.

Аппроксимацию нужно выполнить таким образом, чтобы возможно полнее использовать информацию о структуре $\langle \mathbf{x}, \mathbf{q}(\mathbf{x}) \rangle$, содержащуюся в матрице \mathbf{X} , в которой представлены все имеющиеся в распоряжении исследователя результаты наблюдений данной системы.

Если бы имело место следующее:

- a) в распоряжении исследователя были сведения, достаточные для обоснованного выбора функциональной формы уравнения $\mathbf{r}(\mathbf{y}) = \mathbf{0}$;
 - b) данные наблюдений представляли бы собой репрезентативную выборку;
 - c) компоненты вектора \mathbf{y} представляли бы нормально распределённые случайные величины;
 - d) все они, кроме одного, были бы независимы между собой,
- тогда можно было бы воспользоваться классическими методами регрессионного анализа.

Если бы выполнялось по крайней мере условие (а), существовала бы возможность воспользоваться специальными методами оценивания параметров корреляционных связей — например, методом максимальной энтропии. При подобных обстоятельствах необходимо, чтобы результат оценивания параметров уравнений регрессии в полном объёме сохранял неопределённость, объективно обусловленную недостаточностью, неполнотой, а подчас и недостоверностью имеющихся данных. Методы данного класса отвечают указанному требованию. Благодаря этому они обеспечивают использование информации, заключённой в теоретической модели исследуемого процесса и в имеющихся наблюдениях, в условиях, когда этой информации недостаточно для применения классических методов.

Но часто случается, что нет никаких оснований для того, чтобы предположить ту или иную функциональную форму. В этом случае постулирование функциональной формы приводит к систематическим ошибкам в принятии управленческих решений, подготавливаемых на основе результата системного анализа — модели $\langle y, r(y) \rangle$. Причина в том, что предположение о форме функциональной связи, если только оно случайно не совпало с действительным законом, присущим системе $\langle x, q(x) \rangle$, препятствует отражению действительной степени неопределённости исследуемой системы, создавая иллюзию более высокой управляемости исследуемой системы в сравнении с действительностью.

Методика, представленная в практикуме, используется (наряду с другими приёмами системного анализа) для формализации систем, структура которых изучена недостаточно. Она опирается на систему общенаучных и специальных методов, используемых в различных областях знания.

Цель методики — описать структуру исследуемой системы в форме таблиц условных вероятностей реализации возможных состояний её переменных.

Реализация данной методики обычно предполагает следующие этапы:

1. Выбор *выходной* переменной, отражающей полезный эффект функционирования изучаемой системы.
2. Выбор входных переменных, влияющих на выходную переменную.
3. Приведение действительных переменных (если таковые имеются) к дискретной форме.
4. Проверка существенности влияния входных переменных на выходную и взаимной независимости входных переменных.
5. Построение таблиц условных вероятностей и оценка достоверности значений условных вероятностей.
6. При необходимости — рассмотрение некоторых или всех переменных, отображенных на шаге 2, в качестве выходных переменных и выполнение

для каждой из них шагов 2...6 данного алгоритма.

7. Проверка работоспособности модели.

Данная методика может применяться при выполнении следующих условий.

- ◆ Постановка задачи системного исследования должна включать спецификацию переменной, закон изменения значений которой требуется установить (далее — *выходной переменной*).

- ◆ Исследуемая система должна допускать декомпозицию на подсистемы, описываемые единственной выходной и произвольным числом входных переменных.

- ◆ Входные переменные каждой подсистемы должны быть взаимно независимыми или степень зависимости между ними должна быть пренебрежимой.

- ◆ Обусловленность значения выходной переменной каждой подсистемы значениями входных переменных должна быть достаточно высока, чтобы обеспечить необходимую точность его определения.

На тип переменных никаких ограничений не накладывается: допустимы как числовые, так и нечисловые (в частности, логические) переменные. Примеры переменных: норма внесения удобрений (ц действующего вещества на 1 га пашни), сорт культуры, наличие системы орошения, число полей в севообороте.

Этап 6 выполняется в тех случаях, когда не удаётся установить непосредственное влияние некоторых переменных на выходную переменную (нет соответствующих данных). Тогда, если возможно, изучают их влияние на другие входные переменные, зависимость от которых выходной переменной уже изучена, но которые на практике не могут использоваться для её оценивания¹.

Формализм условных вероятностей, применяемый для представления знаний о связях между переменными исследуемой системы, не требует предположений о форме функциональной связи. Он, в отличие, например, от метода наименьших квадратов, широко используемого для статистического оценивания² параметров регрессионных зависимостей, не имеет теоретических ограничений по применению в случае малого количества наблюдений, на основании которых можно судить об исследуемых связях. Практические ограничения, связанные со снижением достоверности оценивания параметров связей, сохраня-

¹ Например, информация о них поступает лишь тогда, когда выходная переменная уже известна достоверно.

² В статистико-математических и эконометрических приложениях следует различать понятия «оценка» (*estimate* – англ.) — суждение о величине параметра, не поддающегося непосредственному наблюдению, на основе и «оценивание» (*estimation*– англ.) — процесс получения оценки.

ются: о том, достаточно ли достигнутой точности для принятия конкретного управленческого решения, судит лицо, принимающее данное решение.

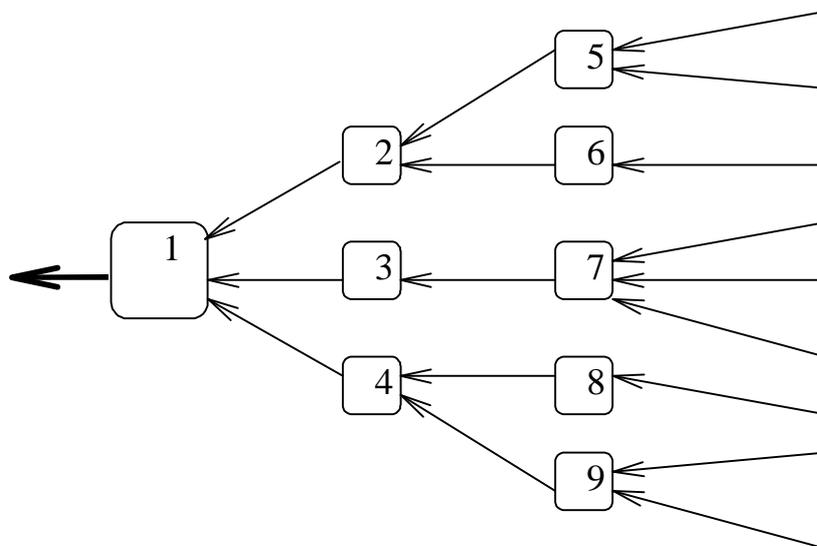


Рис. 1. Представление производственной системы после декомпозиции.

Декомпозиция позволяет представить исследуемую систему в виде дерева, подобного изображённому на рис. 1. Здесь (1) — подсистема первого уровня, (2)...(4) — подсистемы второго уровня, (5)...(9) — третьего. Стрелками обозначены переменные системы, в том числе жирной стрелкой — выходная переменная.

Число входных переменных каждой подсистемы и число уровней иерархии модели определяются:

- ♦ доступной информационной базой;
- ♦ требуемой точностью предсказания значения выходной переменной на основе информации о значениях входных переменных.

Кроме того, обычно необходимо, чтобы входные переменные терминальных подсистем (то есть подсистем низшего уровня) допускали непосредственное наблюдение либо поддавались управлению со стороны человека. Иначе их невозможно будет использовать для определения значения выходной переменной.

Библиографический список

- Городецкий В.И. Байесовский вывод. Л.: ЛИИАН, 1991.
- Нейлор К. Как построить свою экспертную систему. М.: Энергоатомиздат, 1991.
- Zellner, A. Bayesian analysis in econometrics and statistics. North-Holland publ., 1980.

Zellner, A. An introduction to Bayesian inference in econometrics. Wiley, 1971.

Задание

Описать структуру системы, определяющей значение выходной переменной, указанной в разделе «Варианты заданий для лабораторного практикума», в форме таблиц условных вероятностей. Оценить степень адекватности описания путём тестирования модели и сопоставления его результатов с фактическими данными.

Самостоятельно определить множество входных переменных, принимая во внимание следующие ограничения, обусловленные учебным характером задачи:

- ◆ число уровней — 2 (см. этап 6 последовательности реализации методики, с. 9);
- ◆ число переменных первого уровня — 4 или 5;
- ◆ число переменных в каждой модели второго уровня — 2;
- ◆ число моделей второго уровня — не менее 3 (остальные переменные первого уровня предполагаются поддающимися непосредственному наблюдению или управлению);
- ◆ число наблюдений, используемых для формулирования моделей первого уровня — от 45 до 60; для формулирования моделей второго уровня — от 20 до 60.

В процессе выполнения лабораторного практикума добиться возможно большей информативности модели по отношению к выходной переменной.

Проделанную работу отразить в письменных отчётах в соответствии с требованиями, сформулированными в практикуме.

Варианты заданий

Наименование выходной переменной

1. Цена кукурузы, произведённой в странах Европы.
2. Производство кукурузы в странах Европы.
3. Потребление молока в странах Европы.
4. Урожайность пшеницы в странах Европы.
5. Производство яблок в странах Европы.
6. Импорт картофеля в страны Европы.

7. Производство хлопкового волокна в странах мира.
8. Производство мяса птицы в странах Европы.
9. поголовье овец в странах Европы.
10. поголовье овец в странах Азии.
11. Производство куриных яиц в странах Европы.
12. Производство шерсти в странах Азии.
13. Мясная продуктивность свиней в странах Европы.

Примечание. Дополнительные варианты при необходимости могут быть получены выбором другой группы стран.

ТЕМА 1. СПЕЦИФИКАЦИЯ ПЕРВОГО УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

Теоретическая часть

Приступая к исследованию системы, структура которой неизвестна, прежде всего определяют множество переменных (как количественных, так и нечисловых), которыми можно описать её состояние и поведение. Выделив в их числе выходную переменную — ту, зависимость которой от других переменных необходимо определить для решения тех или иных задач управления, — и задавшись целью представить данную зависимость в форме таблиц условных вероятностей, полезно предварительно определить набор переменных, связь которых с выходной переменной наиболее существенна.

Теоретически для этой цели можно использовать все доступные для наблюдения переменные. Однако на практике такое решение приводит к неприемлемо высоким затратам труда на представление системы в требуемой форме. Поэтому обычно из всего множества доступных для наблюдения переменных отбирают те, которые, по мнению экспертов, накопивших большой опыт наблюдения исследуемой системы, сильнее других влияют на выходную переменную. В дальнейшем мнение экспертов подвергают проверке с помощью формализованных методов, которые будут рассмотрены в теме 3.

В практических приложениях число отобранных таким образом переменных имеет порядок сотен или тысяч. При этом в процессе оценивания выходной переменной участвуют лишь немногие из них, отбираемые на основе формализованных критериев (статистических оценок тесноты связи, показателей относительной информативности и т.д.).

Мнения одного эксперта относительно степени влияния переменных (факторов) на выходную переменную обычно бывает недостаточно. Если система сложна, каждый эксперт, как правило, располагает достаточными сведениями о зависимости выходной переменной лишь от части факторов, с которыми она связана в действительности. Чтобы повысить вероятность адекватного представления исследуемой системы, включающего наиболее существенные факторы, к оценке их значимости привлекают группы экспертов. При этом необходимо заботиться о том, чтобы мнение каждого эксперта оставалось, по возможности, не зависимым от мнений его коллег. В противном случае внимание экспертов, как показывает практика, сосредоточивается на сравнительно уз-

ком круге факторов, и многие существенные переменные ускользают от их внимания.

Для организации коллективных экспертиз предложен ряд специальных методик, содействующих преодолению данной проблемы: метод мозгового штурма, метод Дельфи, метод провокаций, метод решающих матриц и др. В нашем случае целесообразно использовать форму организации коллективной экспертизы, в которой выделяются три этапа:

- ◆ идентификация факторов;
- ◆ согласование мнений экспертов о факторах;
- ◆ ранжирование факторов.

На этапах выявления и ранжирования факторов каждый эксперт работает самостоятельно, чем достигается его независимость от мнения других экспертов. Процедура согласования обладает характерными чертами метода комиссий: она представляет собой открытое обсуждение с целью уточнения смыслового содержания отобранных факторов и характера их влияния на выходную переменную. Последнее необходимо для того, чтобы эксперты, не знакомые со смысловым содержанием отдельных факторов, могли на третьем этапе экспертизы дать оценку их ранга в сравнении с другими факторами.

Для проведения первого этапа каждый эксперт получает задание в течение установленного времени (обычно 15-20 минут) указать (как правило, в письменном виде) как можно больше известных ему факторов, влияющих на заданную целевую переменную. На этом этапе взаимодействие между экспертами должно быть полностью исключено. Факторы могут иметь числовое или нечисловое выражение, но должны характеризоваться единственным значением — в частности, не могут выражаться векторами¹. Эксперту вменяется в обязанность формулировать факторы таким образом, чтобы из формулировки однозначно вытекала процедура их измерения или оценивания. Тем самым, в частности, подразумевается следующее:

- ◆ каждому фактору, допускающему количественное выражение, должна сопоставляться единица измерения, а также процедура его измерения, если она не очевидна²;

- ◆ если фактор отражается нечисловой переменной, эксперт должен однозначно указать множество его значений и процедуру определения конкретного значения данного фактора.

¹ Фактор, требующий представления в векторной форме, должен рассматриваться как набор факторов, соответствующих каждому компоненту вектора.

² Как правило, процедура измерения приводится в форме ссылки на источник, в котором она описана.

На данном этапе эксперт не должен принимать во внимание доступность фактора для наблюдения и измерения, сопряжённые с этим процессом затраты и другие возможные препятствия его использованию. Его задача состоит лишь в том, чтобы перечислить возможно больше факторов, информация о которых (если доступна) снимает неопределённость выходной переменной.

Цель второго этапа — формирование объединённого списка факторов. На этом этапе должны быть исключены повторяющиеся (возможно, под разными наименованиями) факторы, встречающиеся в индивидуальных списках, и достигнуто единообразное понимание смысла каждого фактора, названного каждым экспертом.

Работа осуществляется по процедуре, схожей с методом комиссий в том отношении, что решения принимаются по результатам открытого обсуждения (как правило, консенсусом). Отличие состоит в отсутствии заранее определённого списка дискутируемых положений: его функцию выполняет объединённый список факторов, названных каждым из экспертов. Комиссия (состоящая из тех же экспертов, которые работали на первом этапе) обладает правами:

- ◆ исключить фактор, названный каким-либо экспертом, только в том случае, если он в точности повторяет по смыслу и по процедуре измерения фактор, названный другим экспертом и уже включённый в объединённый список;
- ◆ уточнять наименование факторов, а также единицы их измерения либо множество их значений.

Продолжительность второго этапа, как правило, не регламентируется.

Неповторяющиеся факторы включаются в объединённый список даже в том случае, если эксперт, предложивший данный фактор, на втором этапе экспертизы отказывается от своего мнения, выраженного на первом этапе. Во избежание непродуктивных дискуссий не разрешается также включение в объединённый список факторов, не названных на первом этапе, но выявленных в процессе работы комиссии.

При необходимости по результатам второго этапа координатор экспертизы может вынести решение о повторении её первого этапа с целью пополнения полученного объединённого списка факторов. Такое решение принимается в случае, если комиссия в процессе уточнения смысла уже названных факторов выявила отсутствие в результатах работы экспертов целых классов факторов, отражающих существенные аспекты формирования значения целевой переменной. Вновь предложенные факторы *пополняют* ранее полученный объединённый список.

На третьем этапе эксперты получают задание ранжировать объединённый список факторов, выработанный комиссией, *по предполагаемой степени*

информативности для оценивания значения целевой переменной. Время, выделяемое на ранжирование, как правило, не регламентируется. От эксперта не требуется указание мотивов, по которым он присвоил показателю тот или иной ранг.

Технически этот этап поддерживается программным обеспечением, позволяющим эксперту визуально располагать факторы в определённой последовательности.

Лучше других зарекомендовала себя следующая процедура ранжирования. Вначале каждому фактору присваивается балльная оценка по пятибалльной шкале, отражающая мнение эксперта о его информативности для получения оценки выходной переменной, и производится ранжирование по баллам. Далее процедура повторяется для всех показателей, получивших одинаковый балл на предыдущем этапе, но высшую оценку (пять баллов) получает наиболее информативный, а низшую (один балл) — наименее информативный фактор из числа получивших одинаковый балл на предыдущем этапе. Новая балльная оценка приписывается к предыдущей в качестве разряда десятичной дроби.

Например, если некоторый фактор в группе факторов, оценённых в 4 балла, получил оценку, равную 2 баллам, то ему приписывается оценка 4,2. Когда все показатели получили двузначную балльную оценку, ранжирование всего списка повторяется.

Факторы, снова получившие одинаковый балл, могут быть вновь подвергнуты оценке по тому же принципу, что и выше, и таким образом приобретают трёхзначную оценку (например, 4,25); но если численность факторов, имеющих одинаковый балл, не более 4 или 5, то они могут быть упорядочены между собой непосредственно, без помощи присвоения баллов.

Характерная ошибка, допускаемая экспертами на этом этапе, — размещение целой группы факторов в ранжированном ряду как неделимого целого. Эксперты должны вполне уяснить, что ранг каждого фактора определяется безотносительно к смысловым связям данного фактора с другими факторами. Он должен отражать только способность фактора информировать о вероятном значении целевой переменной.

Завершается процедура суммированием индивидуальных оценок рангов каждого фактора, полученных каждым экспертом, и повторным ранжированием списка факторов в порядке возрастания полученной суммы. Факторы, сумма номеров рангов которых оказалась одинаковой, упорядочиваются решением комиссии экспертов.

По завершении экспертизы в формализованное описание исследуемой системы включается заранее оговорённое число факторов, получивших наи-

большой ранг. Это число зависит, с одной стороны, от уровня приемлемых затрат труда и денежных средств на представление исследуемой системы, с другой — от требуемой точности предсказания значения выходной переменной. При этом допускается:

- ◆ заменять факторы, не доступные для наблюдения, их аппроксиматорами, если выполняются два условия: аппроксиматор поддается наблюдению и не встречается в ранжированном списке факторов;

- ◆ пропускать факторы, которые в принципе не поддаются наблюдению в сроки, обусловленные целью исследования системы, с помощью средств, имеющихся в распоряжении исследователей.

Библиографический список

Гаврилова Т.А., Червинская К.Р. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. М.: Радио и связь, 1982.

Глушков В.М. О прогнозировании на основе экспертных оценок // Кибернетика, 1969. — №2.

Литвак Б.Г. Экспертные технологии в управлении. М.: Дело, 2004.

Нейлон К. Как построить свою экспертную систему. М.: Энергоатомиздат, 1991.

Практическая часть

Аудиторные занятия: 2 часа.

Цель работы

Овладеть приёмами спецификации входных и выходных переменных исследуемой подсистемы.

Закрепить теоретические знания по вопросам «предмет теории систем» и «методы организации сложных экспертиз».

Приборы и материалы

Компьютерный класс с доступом к сети Internet; программное обеспечение, автоматизирующее рутинные операции по ранжированию факторов¹; информационный сайт госстатистики

¹ Всеми необходимыми возможностями для этого обладают табличные процессоры.

Задание

Выполнить предварительную спецификацию входных переменных подсистемы первого уровня производственной системы, исследуемой в соответствии с индивидуальными вариантами задания, приведёнными на с.12 практикума. Для этого:

- ◆ составить ранжированный список факторов, влияющих на целевой показатель, соответствующий индивидуальному варианту задания;

- ◆ выбрать факторы для включения в модель исследуемой системы с учётом их положения в ранжированном списке, требования их взаимной независимости, имеющейся информационной базы.

Оформить отчёт.

Методические указания по выполнению задания

Задание выполняется коллективно рабочей группой численностью 4...6 чел., сформированной преподавателем.

Ранжированный список факторов составляется в соответствии с методиками, изложенными в теоретической части данной темы.

Учитывая учебный характер задачи, предлагается отобрать 4 (рекомендуется) или 5 входных переменных подсистемы первого уровня.

Каждый член рабочей группы индивидуально составляет список переменных, оказывающих, с его точки зрения, непосредственное влияние на выходную переменную.

Рабочая группа совместно производит объединение индивидуальных списков, устранение повторов, достигает соглашения о точных наименованиях переменных, исключает переменные, не связанные непосредственно с выходной.

Отмечаются переменные, информация по которым не содержится в материалах производственной практики и не может быть предоставлена преподавателем.

Оставшиеся переменные тем или иным способом ранжируются по степени их влияния на выходную. Из наиболее существенных формируется список переменных для включения в модель. Среди них не должно быть заведомо зависящих друг от друга переменных.

Чтобы исключить возможную неоднозначность толкования переменных, каждая переменная должна иметь название, исчерпывающим образом характеризующее её смысл. Для каждой переменной должна быть указана единица её измерения или (если переменная нечисловая) возможные значения. Рекомендую-

ется указывать источник, из которого можно получить значение переменной (коды документа, строки и столбца).

Требования к отчёту

Отчёт о выполнении практического задания состоит из коллективной и индивидуальных частей. Объём коллективной части не должен превышать 3 страниц¹, каждой индивидуальной — 1 страницы. При необходимости отчёт может быть дополнен приложениями.

В индивидуальной части должны быть представлены:

- ◆ краткая характеристика личного вклада студента в работу группы;
- ◆ список предложенных составителем переменных, из которых производился отбор входных переменных;
- ◆ список использованной литературы.

В коллективной части должны быть представлены:

- ◆ ранжированный список переменных, составленный рабочей группой;
- ◆ список выбранных входных переменных;
- ◆ краткие аргументы в пользу выбранных входных переменных;
- ◆ краткое описание использованных подходов к спецификации подсистемы первого уровня, отличающихся от рекомендуемых в методических указаниях (с указанием источника).

¹ Предполагается, что одна страница содержит не более 40 строк по 66 символов.

ТЕМА 2. ПРИВЕДЕНИЕ ЧИСЛОВЫХ ПЕРЕМЕННЫХ К ДИСКРЕТНОЙ ФОРМЕ

Теоретическая часть

Для приведения числовых переменных системы к дискретной форме проводится их статистический анализ, преследующий цели:

- ◆ снизить энтропию модели до уровня, обусловленного целями исследования;
- ◆ повысить достоверность определения вероятности каждого состояния модели.

Один из приёмов приведения числовых переменных к дискретной форме состоит в разбиении интервала вариации переменной на квантили — интервалы, обладающие тем свойством, что вероятности попадания значения переменной в каждый из них равны. На практике часто выделяют квантили приближённо, пользуясь непосредственно эмпирическими данными. Однако во многих (хотя не во всех) случаях использование теоретического знания о законе распределения исследуемой переменной в дополнение к имеющимся опытным данным (часто ограниченным и не всегда достоверным) позволяет несколько повысить точность разбиения, а значит, и достоверность результатов системного анализа. В этом случае следует:

- ◆ определить число наблюдений исследуемой переменной (N).
- ◆ разбить интервал вариации переменной на \sqrt{N} аналитических интервалов, определить число наблюдений в каждом аналитическом интервале, выдвинуть гипотезу о характере статистического распределения вариации переменной и проверить её (см. Приложение 2);
- ◆ определить число квантилей, учитывая требования снижения энтропии модели и обеспечения достаточной точности её результатов;
- ◆ выделить квантили.

Для выделения квантилей используется алгоритм, приведённый ниже.

- ◆ Определить вероятность $p = 1 / Q$ того, что значение переменной принадлежит требуемой квантили (Q — число квантилей).
- ◆ Определить верхнюю границу x_1 первой квантили из уравнения

$$\int_a^{x_1} f(x)dx = p, \quad (1)$$

где $f(x)$ — функция *плотности распределения* вероятностей значений переменной, a — нижняя граница области определения $f(x)$, x_1 — верхняя граница первой квантили. Если известны значения функции *распределения* вероятностей $F(x)$, то следует решить относительно x_1 уравнение $F(x_1) - F(a) = p$.

После разбивки интервала вариации на квантили каждое значение переменной заменяется номером квантили, которой оно соответствует. В результате получаем отображение непрерывного множества значений переменной на конечное дискретное множество значений. Это впоследствии обеспечит требуемую уровень грубости (робастности) модели анализируемой системы, обеспечивающую её работоспособность при ограниченной эмпирической базе для её разработки.

Библиографический список

Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. М, 1980.

Гатаулин А.М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве. М., 1992.

Искусственный интеллект: Справочник: в 3 книгах / Под ред. Э.В. Попова. М., 1990.

Орлов А.И. Прикладная статистика: Учебник. М.: «Экзамен», 2004.

Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. 4-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.

Практическая часть

Аудиторные занятия: 4 часа.

Самостоятельная работа: 2 часа.

Цель работы

Освоить приёмы приведения числовых переменных к дискретной форме. Закрепить теоретические знания по вопросу «виды шкал».

Приборы и материалы

Компьютерный класс с доступом к сети Internet; программное обеспечение, реализующее аналитическую группировку, проверку статистических гипотез о характере распределения случайной величины и численные методы реше-

ния интегральных уравнений (рекомендуется MathCad; в его отсутствие задача может быть решена средствами Excel и VBA).

Задание

Привести числовые переменные системы, специфицированной при выполнении предыдущего задания, к дискретной форме. Для этого:

- ◆ обоснованно выдвинуть и проверить гипотезу о характере статистического распределения факторных переменных;
- ◆ выделить квантили интервалов вариации факторных переменных.

Методические указания по выполнению задания

Чтобы избежать неоправданно большого объёма вычислений, в учебной задаче достаточно выделить четыре квантили для каждой числовой переменной, а нечисловые переменные не должны иметь более пяти вариантов.

Если переменная принимает только неотрицательные значения, её распределение не может быть нормальным¹. Многие из неотрицательных экономических переменных имеют распределения, близкие к гамма-распределению или логнормальному распределению. Переменные, означающие численность редких событий (неисправностей сельхозтехники, заболеваний скота, отказов контрагентов от выполнения обязательств), распределены согласно закону Пуассона.

Если эмпирическое распределение многовершинное, совокупность наблюдений (при их достаточной численности) часто удаётся разделить на качественно различающиеся совокупности, в каждой из которых эмпирическое распределение одновершинное. Если наблюдений мало (до 20), в подобных случаях практически оправданно выдвигать гипотезу о равномерном распределении.

Требования к отчёту

Отчёты о выполнении практического задания составляются индивидуально. Объём каждого отчёта не должен превышать 6 страниц (не считая приложений).

В каждом отчёте должны присутствовать:

- ◆ характеристики распределения вероятности для каждой числовой переменной, исследованной составителем отчёта;

¹ В ряде случаев для таких переменных гипотеза о нормальном распределении может быть приемлемой, если вероятность отрицательных значений согласно теоретическому распределению исчезающе мала.

- ◆ расчёт и результаты проверки гипотезы о соответствии эмпирического распределения выбранному теоретическому распределению;
- ◆ краткое описание подходов к статистическому анализу, не описанных в методических указаниях, но использованных при выполнении практического задания (со ссылками на источники);
- ◆ границы квантилей числовых переменных;
- ◆ список использованной литературы.

ТЕМА 3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ О СТРУКТУРЕ СИСТЕМЫ В ФОРМЕ УСЛОВНЫХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ. ПРОВЕРКА СУЩЕСТВЕННОСТИ И НЕЗАВИСИМОСТИ ПЕРЕМЕННЫХ

Теоретическая часть

Проверка существенности и независимости переменных

Входные переменные подсистем изучаемой производственной системы должны обладать свойствами независимости и существенности.

Свойство *независимости* состоит в том, что все входные переменные должны быть взаимно независимы либо связь между ними должна быть достаточно слабой, чтобы её можно было игнорировать.

Свойство *существенности* — в том, что выходная переменная должна зависеть от каждой из входных, причём после получения информации о значениях всех входных переменных энтропия выходной переменной должна быть как можно меньше.

О наличии этих свойств у переменных, включённых в модель, судят на основе статистических показателей тесноты связей, проверки статистических гипотез о независимости переменных, доли энтропии (относительной информативности) переменной, снимаемой информацией о значении другой переменной. Выбирая методы оценки тесноты связи, следует учитывать особенности их содержания. В частности:

◆ критерий χ^2 может быть использован применительно к дискретным переменным для проверки гипотез о независимости двух дискретных переменных на основании имеющихся наблюдений (см. Приложение 4), а также о том, не противоречит ли предполагаемая форма связи между переменными имеющимся данным;

◆ однофакторный дисперсионный анализ имеет целью проверку гипотезы о существовании статистически достоверной зависимости непрерывной нормально распределённой переменной¹ от дискретной (или приведённой к дискретной форме) переменной (см. Приложение 5);

¹ При гамма-распределении результаты оценки тесноты связи при посредстве дисперсионного анализа содержат ошибку, величина которой, однако, для большинства практических приложений не слишком велика.

♦ метод относительной информативности (см. Приложение б) позволяет определить, какая доля энтропии одной дискретной переменной снимается другой дискретной переменной. Проверку тесноты связи по этому методу делают *после* построения таблиц условных вероятностей (см. ниже);

♦ корреляционный анализ оценивает тесноту связи между переменными непрерывными при условии, что связь между ними предполагается линейной. Если величина $r\sqrt{N-2}/\sqrt{1-r^2}$, где N — число наблюдений, а r — коэффициент парной корреляции по Пирсону, оказывается за пределами соответствующего выбранному уровню доверия квантиля распределения Стьюдента для числа степеней свободы $N-2$, гипотеза о независимости переменных отвергается¹. Соответствующие вычисления можно выполнить по формуле Excel

$$=СТЮДРАСП(ABS(КоефКор)/КОРЕНЬ(1-КоефКор^2)*$$

$$\text{КОРЕНЬ(СЧЁТ(Ряд1)-2);СЧЁТ(Ряд1)-2;2).$$

Здесь КоефКор — имя ячейки, содержащей коэффициент парной корреляции по Пирсону, вычисляемый по формуле

$$=ПИРСОН(Ряд1;Ряд2),$$

Ряд1 и Ряд2 — имена диапазонов ячеек, содержащих наблюдаемые значения переменных, связь между которыми исследуется. В обоих рядах должно быть одинаковое количество ячеек, нечисловых значений и пустых ячеек быть не должно. В программе MathCad соответствующие вычисления выглядят следующим образом:

$$=dt\left(\frac{\text{corr}(\text{Дя}1;\text{Дя}2)\cdot\sqrt{\text{length}(\text{Дя}1)-2}}{\sqrt{1-\text{corr}(\text{Дя}1;\text{Дя}2)^2}};\text{length}(\text{Дя}1)-2\right),$$

где Ряд1 и Ряд2 — имена векторов, содержащих наблюдения исследуемых переменных.

¹ Если наблюдений больше 30 — можно использовать нормальное распределение, которое является пределом распределения Стьюдента при бесконечном числе наблюдений.

При исследовании систем принимают во внимание, что независимость некоторой переменной x_1 от каждой из остальных ($x_2 \dots x_n$) ещё не означает, что x_1 не зависит от некоторой функции $f(x_2 \dots x_n)$.

Входную (факторную) переменную исключают из модели в следующих случаях:

- ◆ отсутствие её связи с выходной переменной статистически достоверно;
- ◆ она тесно коррелирует с другой входной переменной, не исключаемой из модели, либо снимает существенную часть её энтропии.

Представление знаний о структуре системы в форме условных вероятностей

Числовая модель производственной системы в данном случае представляет собой систему количественных зависимостей выходных переменных от входных.

В данном случае в каждой подсистеме входные переменные предполагаются независимыми, сами переменные — дискретными, а связи между выходными и входными переменными — вероятностными. Следовательно, связи могут быть количественно охарактеризованы математическим ожиданием вероятностью значений входных переменных при заданном значении выходной переменной.

Такая количественная характеристика связей может быть построена на основе наблюдений моделируемых систем даже при полном отсутствии какого-либо априорного знания о характере связей. Однако её достоверность зависит от количества имеющихся наблюдений моделируемых систем и от точности выполнения условий применимости формализма условных вероятностей. Часто наличие априорного знания позволяет получить значительно более точные и достоверные количественные характеристики связей. В этом случае создание числовой модели требует более мощных формализмов для представления знаний о связях.

На основе наблюдений за поведением изучаемой системы нельзя сделать полностью достоверное заключение о вероятностях её состояний. Например, если 18 раз бросить игральную кость, то из того, что единица выпала шесть раз, не следует, что вероятность её выпадения равна $\frac{1}{3}$.

Наблюдаемая частота некоторого значения переменной может быть обусловлена различной действительной вероятностью этого значения. Однако при разных действительных вероятностях шансы на то, чтобы наблюдать именно такую частоту, различны.

Располагая только ограниченным количеством наблюдений изучаемой дискретной переменной, исследователь не имеет никакой более обоснованной

оценки вероятности её значений, нежели средняя взвешенная вероятностей данного значения, которые могли вызвать его реализацию n раз из N наблюдений. Эта величина называется *наиболее правдоподобной оценкой вероятности*.

Можно доказать, что наиболее правдоподобная оценка вероятностей, которые могли вызвать наблюдение некоторого значения дискретной переменной n раз из N наблюдений, равна $\frac{n}{N}$ где k — число возможных значений. Для полной характеристики стохастических связей дискретной выходной переменной от дискретных взаимно независимых входных переменных достаточно определить:

- ◆ оценки вероятности каждого значения всех переменных;
- ◆ оценки условной вероятности каждого значения всех *входных* переменных при заданном значении *выходной* переменной.

При отсутствии какой-либо другой информации математические ожидания условной вероятности рассчитываются на основе комбинационных таблиц (таблиц сопряжённости), включающих выходную и одну из входных переменных. Столбцы такой таблицы соответствуют дискретным значениям входной, а строки — выходной переменной. В клетках таблицы помещается число наблюдений, в которых наблюдались соответствующих значения обеих переменных.

При этом:

- ◆ вероятность выходной переменной оценивается по вышеприведённой формуле (в при выполнении заданий данного практикума этот способ применяется редко: см. ниже!);

- ◆ условные вероятности значений *входной* переменной при известных значениях *выходной* переменной (именно эти вероятности потребуются нам для модели) — по формуле

$$\frac{n_{ij} + 1}{n_j + Q},$$

где n_{ij} — число наблюдений, при которых выходная переменная имела значение i , а входная — j ; n_j — общее число наблюдений j -го значения входной переменной; Q — число квантилей выходной переменной. При правильном вычислении сумма всех условных вероятностей, имеющих одинаковый индекс j , должна быть равна единице.

Для вероятностей значений числовых переменных, *приведённых к дискретной форме* путём разбиения интервала вариации на Q квантилей, возможна лучшая оценка, чем вышеприведённая, поскольку, кроме данных, можно использовать знание закона распределения случайной величины, основанное на теоретическом представлении о причинах её вариации.

В этом случае вместо оценки вероятности по вышеприведённой формуле используется оценка, равная $1/Q$. Эта оценка надёжнее математического ожидания вероятности: ведь при выдвижении гипотезы о распределении вероятности значений данной переменной мы опирались не только на результаты наблюдения, но и на другие знания: экономическое содержание данной переменной, диапазон вариации, аналогию с другими экономическими переменными и др.

Библиографический список

Гатаулин А.М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве. М., 1992.

Искусственный интеллект: Справочник: в 3 книгах / Под ред. Э.В. Попова. М., 1990.

Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели для магистрантов экономики: Учеб. пособие. СПб.: Питер, 2006.

Нейлор К. Экспертные системы: принципы работы и примеры. М., 1987.

Орлов А.И. Теория принятия решений: Учеб. пособие. М.: Изд-во «Март», 2004.

Светлов Н.М. Обоснование весовых коэффициентов исходов в стохастических моделях сельскохозяйственного производства // Доклады ТСХА. М., 1995, вып. 266, с. 190-195.

Практическая часть

Аудиторные занятия: 2 часа.

Самостоятельная работа: 1 час.

Цель работы

Приобрести навыки количественного описания зависимостей между дискретными переменными средствами формализма условных вероятностей.

Научиться обосновывать взаимную независимость входных переменных системы и исследовать существенность их влияния на выходную.

Закрепить теоретические знания по вопросам «формы представления систем», «свойства систем», «метод системного анализа» и «связь теории систем с другими науками».

Приборы и материалы

Компьютерный класс с доступом к сети Internet; программное обеспечение, реализующее вычислительные процедуры проверки существенности и не-

зависимости переменных (рекомендуется MathCad; в его отсутствие задача может быть решена средствами Excel).

Задание

1. Проверить соответствие подсистемы первого уровня требованиям существенности и независимости входных переменных.

2. При необходимости пересмотреть набор входных переменных. Числовые переменные, вновь включённые в модель, привести к дискретной форме. Для каждой переменной, включённой в модель, рассчитать таблицы условных вероятностей.

3. Определить математические ожидания условной вероятности возможных значений каждой входной переменной при заданном значении выходной и построить таблицы условных вероятностей.

Замечание. Если для проверки существенности и независимости некоторых входных переменных рабочая группа решила применять метод относительной информативности, то для данных переменных последовательность выполнения задания меняется: сначала выполняется п.3, затем пп.1 и 2.

Методические указания по выполнению задания

При решении задач практического уровня сложности по мере возможности исследуются многофакторные зависимости. Для достижения целей изучения данной темы с учётом естественных ограничений по времени и сложности выполнения задания достаточно исследовать *только парные* зависимости между переменными.

Для обеспечения достоверности анализа рекомендуется использовать не менее двух методов оценки тесноты связи для каждой пары переменных.

Если преподавателем не указано иначе, используйте следующие критерии исключения входной переменной из модели:

отсутствие статистически достоверной связи с выходной переменной при $\alpha = 0,1$ по подходящему статистическому критерию независимости;

снятие более 15% энтропии какой-либо выходной переменной, не исключаемой из модели, либо отклонение гипотезы об их независимости по подходящему статистическому критерию при $\alpha = 0,05$.

Исключённые переменные заменяют новыми переменными из ранжированного ряда, составленного при выполнении задания к теме 1, отдавая предпочтение переменным с наиболее высоким рангом. Для новых переменных повторяют процедуру проверки их существенности и независимости.

Если по результатам проверки существенности и независимости переменных не удаётся выбрать достаточное количество переменных для включения в модель, а также в случае возникновения сомнений относительно того, следует ли вносить изменения в модель подсистемы первого уровня, необходимо обратиться к преподавателю.

Требования к отчёту

Отчёт о выполнении практического задания состоит из коллективной и индивидуальных частей. Объём коллективной части — не более 2 страниц, индивидуальной — до 8 страниц (не считая приложений).

В коллективной части указываются переменные подсистемы первого уровня, исключённые из модели, и переменные, предложенные для включения в модель вместо исключённых. Изменения в модели должны быть обоснованы.

В каждой индивидуальной части должны быть приведены:

- ◆ комбинационные таблицы, построенные составителем;
- ◆ математические ожидания вероятности, рассчитанные составителем;
- ◆ использованные составителем методы анализа связей для каждой пары показателей, исследованной составителем отчёта;
- ◆ количественная оценка тесноты связей;
- ◆ заключение о тесноте связей;
- ◆ предложения по совершенствованию модели;
- ◆ результаты проверки гипотез о распределении вероятностей, границы квантилей и таблицы условных вероятностей для исследованных составителем отчёта переменных, введённых в модель взамен не отвечающих условиям существенности и независимости;
- ◆ список литературы, использованной при подготовке к практическому занятию.

ТЕМА 4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ВТОРОГО УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

Теоретическая часть

При использовании формализма условных вероятностей модели второго уровня требуются в том случае, если данные о значении соответствующей входной переменной первого уровня отсутствуют. Хотя данный формализм позволяет получить оценки распределения вероятностей выходной переменной, наилучшим образом согласующиеся с поступившей информацией о значениях входных переменных даже в тех случаях, когда значения некоторых переменных не поступили вовсе или известны лишь с некоторой вероятностью, необходимо принимать меры по получению информации о возможно большем количестве входных переменных, так как чем больше данных поступило, тем меньше неопределённость результата, обусловленная неопределённостью значений некоторых переменных.

Если наблюдать некоторые входные переменные первого уровня всё же не удаётся, имеется возможность оценить распределение вероятностей их значений, опираясь на наблюдения тех переменных, от которых они зависят, то есть входных переменных моделей второго уровня.

Процедура спецификации второго уровня аграрной производственной системы и используемые при её реализации методики отличаются от рассмотренных в предыдущих трёх темах лишь в деталях. В целом определение набора входных переменных второго уровня требует выполнения всё тех же этапов:

- ◆ предварительного отбора входных переменных второго уровня при помощи построенного с помощью экспертных процедур ранжированного ряда переменных, влияющих на выходную переменную второго уровня (одновременно являющуюся входной переменной первого уровня);

- ◆ их дискретизации (если они непрерывные);

- ◆ проверки их существенности и независимости и, при необходимости, корректировки модели;

- ◆ формирования таблиц условных вероятностей.

Отличия состоят в том, что на практике спецификация систем второго уровня обыкновенно сталкивается с ещё большим недостатком эмпирических данных, чем это наблюдается при работе с первым уровнем. Чаще остаются неизвестными формы распределений вероятностей переменных второго уровня, и потому дискретизация чаще выполняется непосредственно по эмпирическим

данным, а не по теоретическому распределению. Чаще используются переменные, значения которых для каждого наблюдения получены не путём статистического наблюдения или постановки опыта, а посредством экспертных оценок.

При практическом использовании формализма условных вероятностей для разработки интеллектуальных информационных систем часто используется подход, отличающийся от рассматриваемого в данном практикуме. Именно, входные переменные второго и нижележащих уровней выбираются по такой же или схожей процедуре, но таблицы условных вероятностей строятся для вероятностей значений входной переменной *второго (или более низкого)* уровня при условии заданного значения выходной переменной *первого* уровня. При этом, во избежание смещённой оценки выходной переменной из-за зависимости факторов, одновременно используемых в расчётах (ведь входные переменные первого уровня заведомо зависят от соответствующих входных переменных второго уровня, что обеспечивается процедурой их отбора), данные о значениях факторов низших уровней обрабатываются только при отсутствии данных о соответствующей переменной более высокого уровня.

Такой подход упрощает алгоритм работы формализма и сокращает объём вычислений, но у него есть существенный недостаток: не всегда существуют наблюдения, в которых зафиксированы значения выходной переменной первого уровня вместе со значениями входных переменных низших уровней. Многоуровневая модель даёт возможность использовать независимые источники данных для построения таблиц условных вероятностей для разных подсистем. В случае, если все таблицы условных вероятностей связывают входные переменные разных уровней с выходной переменной первого уровня, требуется, чтобы значения всех этих переменных фиксировались в одних и тех же наблюдениях.

Теоретически входная переменная некоторой подсистемы второго уровня не может одновременно быть входной переменной другой подсистемы второго уровня: если бы такое имело место, две выходных переменных второго уровня оказались бы зависимыми. То же касается и более низких уровней. На практике смещение оценки выходной переменной первого уровня, обусловленное подобными зависимостями, может оказаться неизбежным, так как полную независимость факторов обеспечить удаётся далеко не всегда. При недостатке данных с подобными явлениями приходится мириться, а в дальнейшем, по мере накопления опытных данных, возникающие в связи с этим проблемы неадекватности модели решаются либо путём замены парных таблиц условных вероятностей таблицами большей размерности (трёх- или четырёхмерными), либо обращением к более мощным формализмам. Поэтому на практике включение

одной и той же входной переменной в две подсистемы второго уровня в исключительных случаях допускается. При этом связь её с соответствующими выходными переменными должна быть существенной, но слабой.

Библиографический список

Теория систем: Учеб. пособие / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. М.: Высшая школа, 2006.

Франс Дж., Торнли Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Пер. с англ. М.: Агропромиздат, 1987.

Практическая часть

Аудиторные занятия: 4 часа.

Самостоятельная работа: 4 часа.

Цель работы

Приобрести навыки спецификации подсистем производственной системы.

Научиться решать задачи системного анализа в условиях ограниченной информационной базы, пользуясь экспертными оценками, картографическим материалом, справочными изданиями и другими источниками информации.

Закрепить теоретические знания по теме «структура систем».

Приборы и материалы

Компьютерный класс с доступом к сети Internet; программное обеспечение, автоматизирующее рутинные операции по ранжированию факторов, реализующее аналитическую группировку, проверку статистических гипотез о характере распределения случайной величины, численные методы решения интегральных уравнений, вычислительных процедур проверки существенности и независимости переменных (рекомендуются Excel и MathCad; в отсутствие MathCad задача может быть решена средствами Excel и VBA).

Задание

1. Специфицировать входные переменные всех подсистем второго уровня исследуемой производственной системы.

2. Построить таблицы условных вероятностей для подсистем второго уровня.

3. Проверить соответствие переменных подсистем второго уровня требованиям независимости и существенности; при необходимости пересмотреть спецификацию подсистем.

Методические указания по выполнению задания

Для достижения целей практического задания общее число входных переменных подсистем второго уровня должно составить 7...10, из них не менее 5 числовых. Существенность и независимость переменных проверяются только одним методом, по возможности наименее трудоёмким. С разрешения преподавателя для некоторых переменных эту проверку можно опустить.

Учитывая ограниченность информационной базы, доступной для выполнения практического задания, замену входных переменных, для которых не выполняются требования существенности и независимости, производить не обязательно (в практических приложениях это делать необходимо!).

В процессе решения задачи предполагается использование электронных таблиц, алгоритмов и программ, разработанных при выполнении предыдущих заданий.

Требования к отчёту

Отчёт о выполнении практического задания включает коллективную и индивидуальные части. Объём коллективного раздела не должен превышать 1 страницы, индивидуального — 6 страниц (не считая приложений).

Коллективный раздел должен содержать схему модели производственной системы, отражающую все её переменные и связи между ними.

В индивидуальных разделах должны присутствовать:

- ◆ сведения о виде распределения и границах квантилей, а также таблицы условных вероятностей для каждой переменной, исследованной составителем отчёта;
- ◆ краткое описание методов, не описанных в методических указаниях, но использованных при выполнении практического задания;
- ◆ список использованной литературы.

ТЕМА 5. ТЕСТИРОВАНИЕ ДВУХУРОВНЕВОЙ МОДЕЛИ

Теоретическая часть

Вероятности значений входной переменной низшего уровня определяются путём последовательного использования формулы Байеса для учёта информации о состоянии каждой входной переменной.

Формула Байеса позволяет перейти от вероятности $p(A_i)$ события A_i к вероятности $p(A_i/B_{gh})$ события A_i при условии, что имеет место событие B_{gh} . В нашем случае $p(A_i/B_{gh})$ — вероятность i -го значения выходной переменной при условии, что имеет место h -е значение входной переменной x_g ; n — число возможных значений выходной переменной; $p(B_{gh}/A_i)$, $p(B_{gh}/A_j)$ — вероятность h -го значения входной переменной x_g при условии i -го (j -го) значения выходной переменной; $p(A_i)$, $p(A_j)$ — вероятность i -го (j -го) значения выходной переменной.

Если входные переменные независимы, можно вычислить вероятность i -го значения выходной переменной при условии, что известны значения некоторых или всех входных переменных. Например, предположим, что требуется определить вероятность $p(A_i/(B_{gh} \text{ и } B_{qw}))$ события A_i при условии, что $x_g = h$ и $x_q = w$.

Рассмотрим использование формулы Байеса на упрощённом примере, в котором каждая переменная имеет по два дискретных значения, а входных переменных две. Положим, что вероятности значений выходной переменной x_0 до получения информации о входных переменных отличаются лишь немного: $p(x_0=1)=0,55$, $p(x_0=2)=0,45$. Заданы следующие условные вероятности (вертикальную черту следует читать как «при условии, что»):

- ◆ $p(x_1=1|x_0=1) = 0,5$;
- ◆ $p(x_1=2|x_0=1) = 0,5$;
- ◆ $p(x_1=1|x_0=2) = 0,2$;
- ◆ $p(x_1=2|x_0=2) = 0,8$;
- ◆ $p(x_2=1|x_0=1) = 0,1$;
- ◆ $p(x_2=2|x_0=1) = 0,9$;
- ◆ $p(x_2=1|x_0=2) = 0,8$;
- ◆ $p(x_2=2|x_0=2) = 0,2$.

Положим, что поступила информация о значении второй входной переменной: $x_2=1$. Согласно формуле **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, вероятность события $x_0=1|x_2=1$ составит

$$\frac{0,55 \cdot 0,1}{0,55 \cdot 0,1 + 0,45 \cdot 0,8} = 0,1325.$$

Вероятность события $x_0=2|x_2=1$ составит

$$\frac{0,45 \cdot 0,8}{0,55 \cdot 0,1 + 0,45 \cdot 0,8} = 0,8675.$$

Как и следует, сумма этих двух вероятностей равна единице.

Теперь положим, что в дополнение к уже имеющейся информации о второй переменной поступила информация ещё и о первой: $x_1=2$. Согласно формуле **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, вероятность события $x_0=1|(x_2=1 \text{ Y } x_1=2)$ равна

$$\frac{0,1325 \cdot 0,5}{0,1325 \cdot 0,5 + 0,8675 \cdot 0,8} = 0,0871.$$

Вероятность события $x_0=2|(x_2=1 \text{ Y } x_1=2)$ составит

$$\frac{0,8675 \cdot 0,8}{0,1325 \cdot 0,5 + 0,8675 \cdot 0,8} = 0,9129.$$

Как и следует, сумма этих двух вероятностей равна единице.

Итак, если энтропия переменной x_0 до получения информации составляла $-0,45 \cdot \log_2 0,45 - 0,55 \cdot \log_2 0,55 = 0,9928$ бит, то после получения первого сигнала она стала равна 0,5643 бит, а после второго сократилась до 0,4267 бит.

На практике поступление новой информации может не только снижать, но и увеличивать энтропию.

В общем случае для определения вероятности i -го значения выходной переменной формулу Байеса применяют ровно столько раз, сколько имеется известных значений входных переменных.

Вероятности значений выходных переменных более высоких уровней при заданных значениях переменных низшего уровня определяются по формуле средней взвешенной, где B — сочетание значений входных переменных *низшего* уровня; D_i — сочетание значений входных переменных *данного* уровня; $p(C_k/B)$ — вероятность k -го значения выходной переменной при условии, что имеет место сочетание B ; $p(C_k/D_i)$ — вероятность k -го значения выходной переменной при условии, что имеет место сочетание D_i (эта вероятность определяется последовательным применением формулы Байеса); $p(D_i/B)$ — вероят-

ность сочетания D_i при условии, что имеет место сочетание B (равна произведению вероятностей вошедших в сочетание D_i значений переменных данного уровня при условии, что имеет место сочетание B), m — число сочетаний значений входных переменных данного уровня.

Рассмотрим числовой пример применения этой формулы. Пусть в вышеприведённом примере информация об x_1 не поступила, и для её оценивания была использована модель второго уровня, которая дала следующие результаты: $p(x_1=1)=0,3$, $p(x_1=2)=0,7$. Тогда в соответствии с формулой **Ошибка! Источник ссылки не найден.** нам следует определить величину

$$p(x_0=1|(x_2=1 \text{ Y } x_1=1)) \cdot 0,3 + p(x_0=1|(x_2=1 \text{ Y } x_1=2)) \cdot 0,7$$

Второе слагаемое, как следует из расчётов величины $p(x_0=1|(x_2=1 \text{ Y } x_1=2))$, проведённых выше, составляет $0,0871 \cdot 0,7$. Для первого слагаемого нужно заново вычислить $p(x_0=1|(x_2=1 \text{ Y } x_1=1))$ по формуле Байеса, пользуясь уже определённым ранее значением $p(x_0=1|x_2=1)$. Получим $0,2763$. Окончательно имеем $0,0871 \cdot 0,7 + 0,2763 \cdot 0,3$, то есть $0,1439$.

Аналогичным образом получим оценку вероятности для второго значения переменной x_0 , то есть величину

$$p(x_0=2|(x_2=1 \text{ Y } x_1=1)) \cdot 0,3 + p(x_0=2|(x_2=1 \text{ Y } x_1=2)) \cdot 0,7.$$

Она составит $0,8561$. Сумма вероятностей всех возможных значений переменной (в данном случае двух) равна единице — иное означало бы, что в расчётах допущена ошибка.

Библиографический список

Искусственный интеллект: Справочник: в 3 книгах / Под ред. Э.В. Попова. М., 1990.

Нейлор К. Экспертные системы: принципы работы и примеры. М., 1987.

Построение экспертных систем / Под ред. Ф. Хейеса-Рота. М., 1987.

Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. 4-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.

Практическая часть

Аудиторные занятия: 4 часа.

Самостоятельная работа: 4 часа или 8 часов (см. ниже).

Цель работы

Приобрести практические навыки применения алгоритмов вычисления вероятностей значений выходной переменной системы, описанной средствами формализма условных вероятностей.

Закрепить теоретические знания по темам «метод моделирования», «свобода систем».

Приборы и материалы

Отчёты о выполнении предыдущих лабораторных работ; ПЭВМ, табличные процессоры, трансляторы алгоритмических языков.

Задание

1. Разработать программное средство для определения вероятностей значений выходной переменной модели.

2. Определить вероятности значений выходной переменной и математическое ожидание её величины для десяти различных комбинаций значений входных переменных.

3. Дать оценку энтропии, снимаемой с выходной переменной поступающей информацией.

Методические указания по выполнению задания

Комбинации значений входных переменных формируются студентами самостоятельно. При этом должны выполняться следующие требования:

- ◆ среди комбинаций должны быть такие, по которым отсутствуют данные по входной переменной первого уровня и по всем соответствующим ей входным переменным второго уровня;

- ◆ не менее чем в половине вариантов должны использоваться данные о значениях переменных второго уровня;

- ◆ не менее чем в двух вариантах должны использоваться данные всех переменных второго уровня;

- ◆ варианты, в которых данные о значениях переменных второго уровня не используются, должны быть обязательно;

- ◆ для каждой входной переменной первого уровня должен найтись вариант, в котором она принимает любое из возможных для неё дискретных значений.

По результатам расчётов определяются:

- ◆ распределение вероятностей выходной переменной первого уровня;

- ◆ её математическое ожидание (для числовых переменных);
- ◆ её энтропия после получения информации о значениях входных переменных и размер снятой энтропии.

Математическое ожидание определяется:

- ◆ для переменных, приведённых к дискретному виду, — по формуле

$$\sum_{i=1}^Q \left(p_i \int_{x_{i-1}}^{x_i} f(x) dx \right),$$

где Q — число квантилей, p_i — оценка вероятности i -го дискретного значения переменной с учётом поступившей информации о входных переменных; $f(x)$ — функция плотности распределения вероятностей данной переменной, x_{i-1} и x_i — нижняя и верхняя границы квантили i ;

- ◆ для остальных дискретных переменных — как сумма произведений их возможных значений на соответствующие оценки вероятностей, полученные с учётом поступившей информации о входных переменных.

Доказательство корректности расчётов, выполненных программой, производится посредством аннотированных расчётов по одному из вариантов, в котором используется наименьшее количество входных переменных второго уровня (рекомендуемое количество — одна), выполненных в электронных таблицах или вручную.

Если рабочей программой курса на выполнение практического задания по данной теме выделено 2 часа, преподаватель не проверяет качество программных компонентов, разработанных для решения задачи, а только корректность расчётов.

Если рабочей программой курса на выполнение практического задания по данной теме выделено 8 часов, к программному средству для выполнения расчётов согласно заданию к данной теме предъявляются следующие требования:

- ◆ оно должно принимать значение входных переменных как в дискретной форме (номер квантили), так и в непрерывной, с присущей данной переменной единицей измерения, за исключением тех переменных, которые являются дискретными по своей природе, если таковые имеются в модели;
- ◆ отсутствие данных о значении каких-либо переменных не должно препятствовать выполнению вычислений и их корректности;
- ◆ интерфейс пользователя должен предотвращать ввод данных по входным переменным второго уровня, если введено значение соответствующей переменной первого уровня;
- ◆ если значение входной переменной первого уровня неизвестно, но известны соответствующие значения переменных второго уровня (хотя бы одной),

программой должны отображаться вероятности каждого дискретного значения входной переменной первого уровня, оценённые при помощи формулы Байеса;

- ◆ исполнение программы не должно сопровождаться ошибками, приводящими к её аварийному завершению или зависанию.

Требования к отчёту

Отчёты о выполнении практического задания составляются индивидуально. Объём каждого отчёта не должен превышать 3 страниц (не считая приложений).

В каждом отчёте должны присутствовать:

- ◆ значения входных переменных, для которых определяются вероятности значений выходной переменной;

- ◆ вероятности значений выходной переменной и её математическое ожидание, определённые составителем;

- ◆ доказательства корректности вычислений;

- ◆ результаты оценки энтропии, снимаемой с выходной переменной поступившей информацией;

- ◆ наименования инструментальных средств, использованных для выполнения расчётов;

- ◆ исходные тексты тех фрагментов программ для выполнения расчётов согласно заданию, которые *разработаны составителем отчёта*;

- ◆ список использованной литературы.

Если на выполнение самостоятельной работы выделяется 8 часов самостоятельной работы, неотъемлемой частью отчёта является исполняемый файл или дистрибутив, предоставленный преподавателю на съёмном носителе данных (возвращаемом студенту) либо посредством электронных коммуникаций.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Основные статистические распределения

Нормальное распределение

Нормальное распределение (рис. 2) является теоретической моделью случайной величины, представляющей собой сумму константы с бесконечно большим количеством независимых случайных величин (помех), распределённых по произвольным законам на интервале $(-\infty; \infty)$. Данная константа равна математическому ожиданию нормально распределённой случайной величины.

Функция плотности вероятности нормального распределения:

$$p(x) = \frac{1}{s\sqrt{2p}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2s^2}},$$

где x — значение случайной величины, m — её математическое ожидание, s — среднее квадратическое отклонение, $e \approx 2,7182818$ — основание натурального логарифма.

Функция нормального распределения не выражается через элементарные функции и вычисляется с использованием численных методов интегрирования (например, метода трапеций). Математическая запись:

$$F(x) = \frac{1}{s\sqrt{2p}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(t-m)^2}{2s^2}} dt.$$

В Excel плотность распределения вероятности нормального распределения для значения, хранящегося в ячейке Значение, вычисляется с помощью формулы

$$=\text{НОРМРАСП}(\text{Значение}; \text{Средняя}; \text{Корень}(\text{Дисперсия}); 0),$$

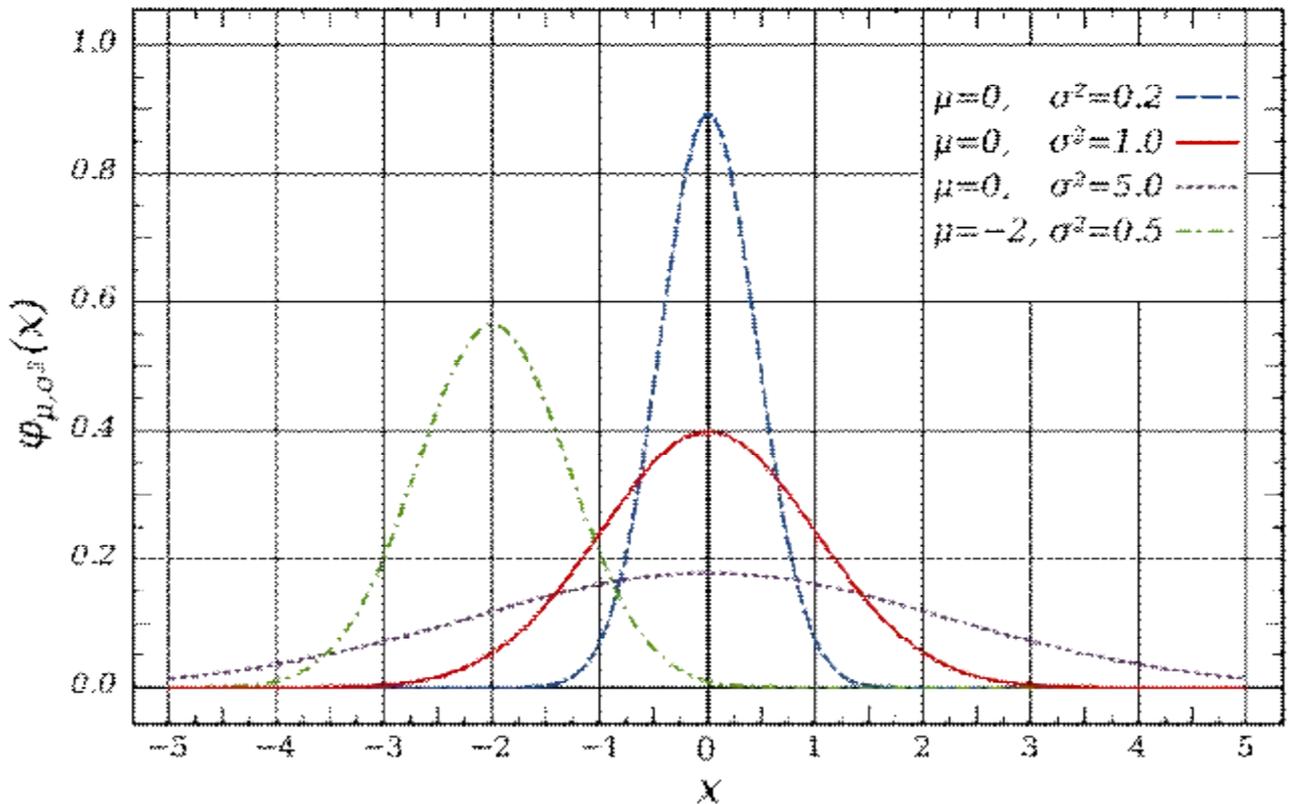
где Средняя и Дисперсия — имена ячеек, содержащих соответствующие значения. Значение функции нормального распределения (вероятности того, что нормально распределённое случайное значение не превысит указанную величину) вычисляется с помощью формулы

$$=\text{НОРМРАСП}(\text{Значение}; \text{Средняя}; \text{Корень}(\text{Дисперсия}); 1).$$

Определить величину, которую с заданной вероятностью не превысит нормально распределённое случайное значение, можно с помощью формулы

$$= \text{НОРМОБР}(\text{Вероятность}; \text{Средняя}; \text{Корень}(\text{Дисперсия})),$$

где Вероятность — имя ячейки, содержащей требуемое значение вероятности.



Источник: <http://ru.wikipedia.org>

Рис. 2. Графики нормального распределения.

В программе MathCad те же вычисления могут быть выполнены с помощью формул

$$\text{dnorm}(\text{Значение}; \text{Средняя}; \sqrt{\text{Дисперсия}}),$$

$$\text{pnorm}(\text{Значение}; \text{Средняя}; \sqrt{\text{Дисперсия}}),$$

$$\text{qnorm}(\text{Вероятность}; \text{Средняя}; \sqrt{\text{Дисперсия}}),$$

где Значение, Средняя, Дисперсия и Вероятность — имена соответствующих переменных.

Равномерное распределение

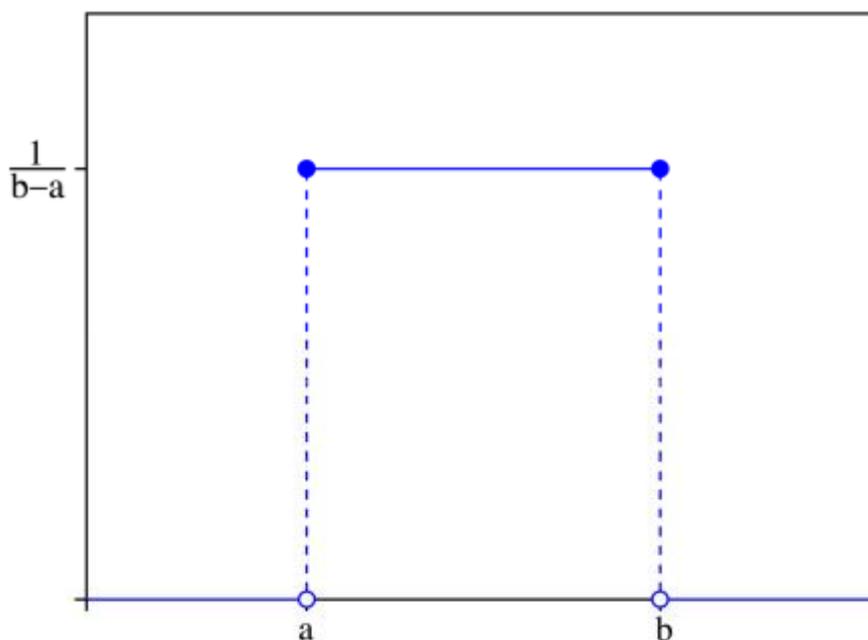
Равномерное распределение (рис. 3) не характерно для случайных величин, описывающих экономические, социальные и природные процессы¹. Однако оно может оказаться подходящим приближением к реальному (неизвестному) распределению при следующих условиях:

- ♦ диапазон вариации случайной величины x заключён между значениями a и b , каждое из которых имеет интерпретацию в терминах исследуемого процесса (подобно тому, как температура воды при атмосферном давлении может быть распределена между 0 и 100°C);

- ♦ среднее и модальное значения отличаются от медианы $(a+b)/2$ несущественно;

- ♦ дисперсия исследуемой случайной величины отличается от величины $(b-a)^2/12$ несущественно;

- ♦ на гистограмме эмпирического распределения отсутствуют выраженные вершины.



Источник: <http://ru.wikipedia.org>

Рис. 3. График равномерного распределения.

Обычно равномерное распределение оказывается приемлемой моделью только при малом числе наблюдений случайной величины. Принятие гипотезы о равномерном распределении, как правило, означает недостаточную степень

¹ За исключением тех редких случаев, когда оно оказывается частным случаем бета-распределения.

изученности моделируемой случайной величины, но может оказаться лучшей гипотезой из всех, которые не могут быть отвергнуты на имеющихся опытных данных.

Функция плотности вероятности равномерного распределения:

$$p(x) = \frac{1}{b-a}, x \in [a;b],$$

где x — значение случайной величины, a и b — границы множества её значений.

Функция равномерного распределения:

$$F(x) = \frac{x-a}{b-a}, x \in [a;b].$$

Математическое ожидание равномерно распределённой случайной величины равно $(a+b)/2$; дисперсия — $(b-a)^2/12$.

Треугольное распределение

Треугольное распределение (рис. 4) не характерно для случайных величин, описывающих экономические, социальные и природные процессы¹. Однако оно может оказаться подходящим приближением к реальному распределению при следующих условиях:

- ◆ диапазон вариации случайной величины x заключён между значениями a и b , каждое из которых имеет интерпретацию в терминах исследуемого процесса (подобно тому, как температура воды при атмосферном давлении может быть распределена между 0 и 100°C);

- ◆ есть основания считать, что при $x \rightarrow a$ и при $x \rightarrow b$ плотность вероятности стремится к нулю;

- ◆ известно модальное значение случайной величины, равное c ;

- ◆ среднее значение отличается от величины $(a+b+c)/3$ несущественно;

- ◆ дисперсия исследуемой случайной величины отличается от величины

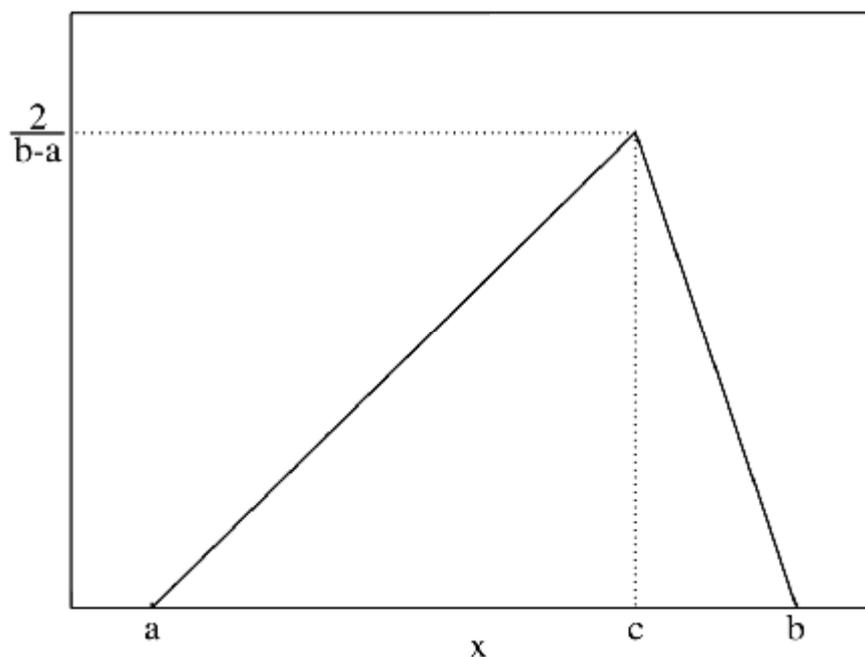
$$\frac{(a^2 + b^2 + c^2) - (ab + bc + ac)}{18}$$

несущественно.

Обычно треугольное распределение оказывается приемлемой моделью только при малом числе наблюдений случайной величины. Принятие гипотезы о треугольном распределении, как правило, означает недостаточную степень

¹ За исключением тех редких случаев, когда оно оказывается частным случаем бета-распределения.

изученности моделируемой случайной величины, но может оказаться лучшей гипотезой из всех, которые не могут быть отвергнуты на имеющихся опытных данных.



Источник: <http://en.wikipedia.org>

Рис. 4. График треугольного распределения.

Функция плотности вероятности равномерного распределения:

$$p(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)}, & x \in [a; c]; \\ \frac{2(b-x)}{(b-a)(b-c)}, & x \in (c; b], \end{cases}$$

где x — значение случайной величины, a и b — границы множества её значений, c — модальное (наиболее часто встречающееся) значение.

Функция треугольного распределения:

$$F(x) = \begin{cases} \frac{(x-a)^2}{(b-a)(c-a)}, & x \in [a; c]; \\ 1 - \frac{(b-x)^2}{(b-a)(b-c)}, & x \in (c; b]. \end{cases}$$

Математическое ожидание случайной величины, распределённой по треугольному закону, равно $(a+b+c)/3$; дисперсия составляет

$$\frac{(a^2 + b^2 + c^2) - (ab + bc + ac)}{18}.$$

Экспоненциальное распределение

Экспоненциальное распределение (рис. 5) является теоретической моделью случайной величины, представляющей собой время, проходящее между независимыми однородными случайными событиями, вероятность наступления которых в единицу времени постоянна. Эта величина распределена на интервале $[0; \infty)$. Помимо области определения, признаком экспоненциального распределения является отсутствие существенного различия между средним значением случайной величины и её среднеквадратическим отклонением.

Экспоненциальное распределение является частным случаем гамма-распределения.

Функция плотности вероятности экспоненциального распределения:

$$p(x) = \frac{1}{m} e^{-\frac{x}{m}},$$

где x — значение случайной величины, m — её математическое ожидание, $e \approx 2,7182818$ — основание натурального логарифма.

Функция экспоненциального распределения:

$$F(x) = 1 - e^{-\frac{x}{m}}.$$

В Excel плотность распределения вероятности экспоненциального распределения для значения, хранящегося в ячейке Значение, вычисляется с помощью формулы

$$=\text{ЭКСПРАСП}(\text{Значение}; 1/\text{Средняя}; 0),$$

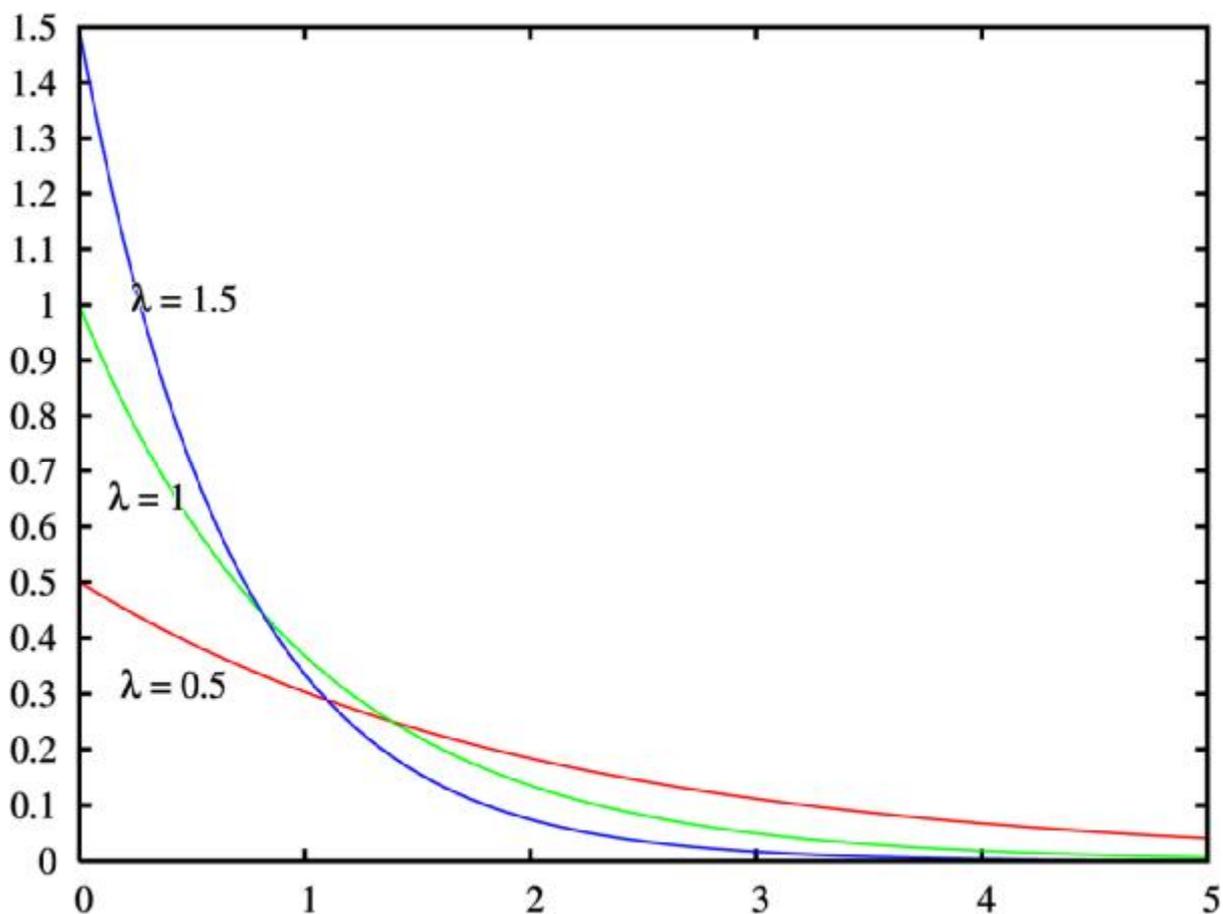
где Средняя и Дисперсия — имена ячеек, содержащих соответствующие значения. Значение функции экспоненциального распределения (вероятности того, что нормально распределённое случайное значение не превысит указанную величину) вычисляется с помощью формулы

$$=\text{ЭКСПРАСП}(\text{Значение}; 1/\text{Средняя}; 1).$$

Определить величину, которую с заданной вероятностью не превысит экспоненциально распределённое случайное значение, можно с помощью формулы

$$=\text{ГАММАОБР}(\text{Вероятность}; 1; \text{Средняя}),$$

где Вероятность — имя ячейки, содержащей требуемое значение вероятности.



Источник: <http://ru.wikipedia.org>

Рис. 5. Графики экспоненциального распределения.

В программе MathCad те же вычисления могут быть выполнены с помощью формул

$$\text{dexp}(\text{Значение}, 1 / \text{Средняя}),$$

$$\text{pexp}(\text{Значение}, 1 / \text{Средняя}),$$

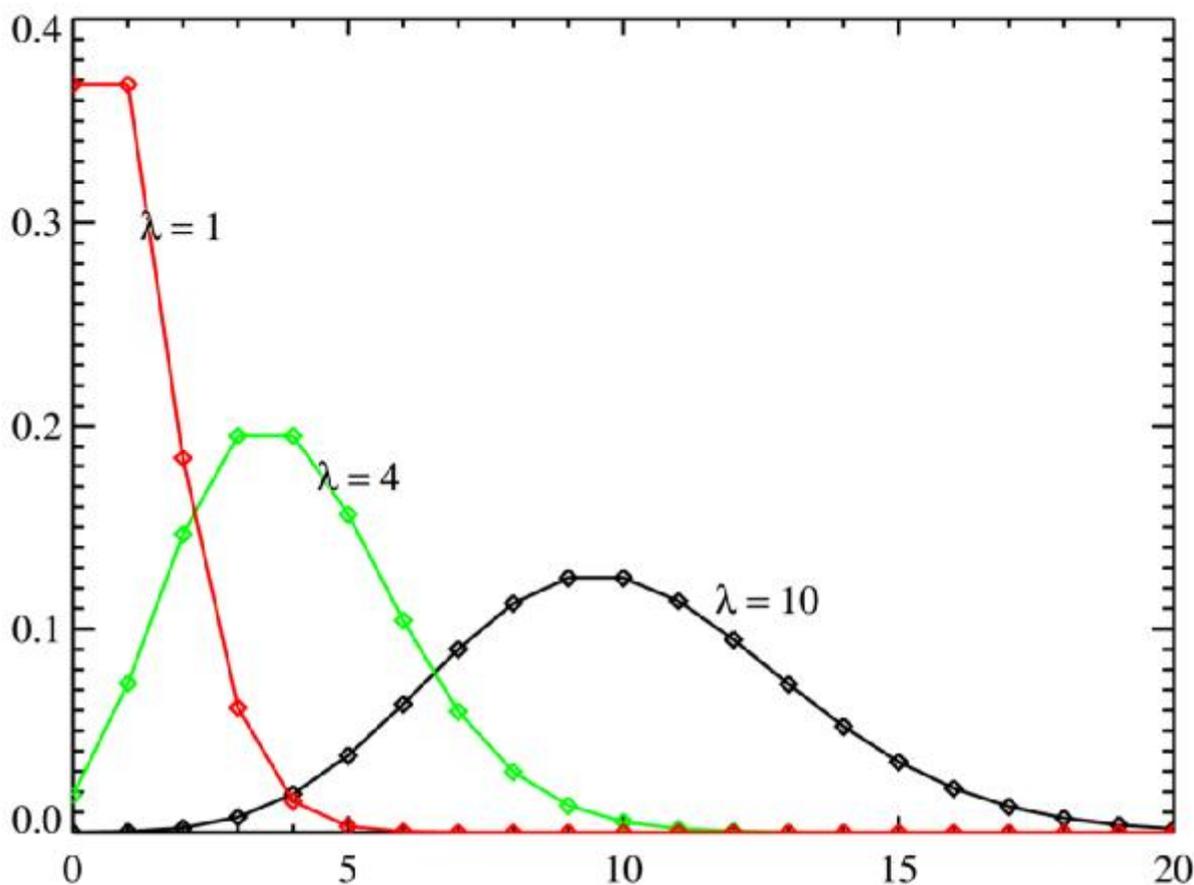
$$\text{qexp}(\text{Вероятность}, 1 / \text{Средняя}),$$

где Значение, Средняя и Вероятность — имена соответствующих переменных.

Распределение Пуассона

Распределение Пуассона (рис. 6) является дискретным распределением, моделирующим число независимых событий, происходящих в течение заданно-

го промежутка времени, если вероятность наступления каждого из них в течение периода данной продолжительности одна и та же. Оно тесно связано с экспоненциальным распределением, моделирующим длительность промежутков времени между такими событиями.



Источник: <http://ru.wikipedia.org>

Рис. 6. Полигоны распределения Пуассона.

Областью определения распределения Пуассона является множество целых неотрицательных чисел. Если случайная величина принимает дробные или отрицательные значения, её заведомо нельзя моделировать распределением Пуассона. Характерным признаком применимости распределения Пуассона в качестве модели случайной величины с заданным эмпирическим распределением является отсутствие существенного различия между эмпирическими значениями средней и дисперсии.

В соответствии с распределением Пуассона вероятность наступления k событий в течение периода составляет

$$p(k) = \frac{l^k}{k!} e^{-l},$$

где I — параметр распределения, одновременно равный математическому ожиданию величины k и её дисперсии. Вероятность наступления k событий или менее (включая отсутствие события) вычисляется по формуле

$$F(k) = \sum_{x=0}^k \frac{I^x}{k!} e^{-I}.$$

В Excel $p(k)$ вычисляется с помощью формулы

$$=ПУАССОН(ЧислоСобытий;Средняя;0),$$

а $F(k)$ — с помощью функции

$$=ПУАССОН(ЧислоСобытий;Средняя;1),$$

где в ячейках с именами ЧислоСобытий и Средняя хранятся значения k и I . Функции для вычисления k по заданной вероятности в Excel не предусмотрено. Эту величину не составляет труда найти подбором либо написав соответствующую функцию на VBA.

В MathCad аналогичные вычисления производятся с помощью формул

$$dpois(ЧислоСобытий;Средняя),$$

$$rpois(ЧислоСобытий;Средняя),$$

$$qpois(Вероятность;Средняя),$$

где ЧислоСобытий, Средняя и Вероятность — имена соответствующих переменных.

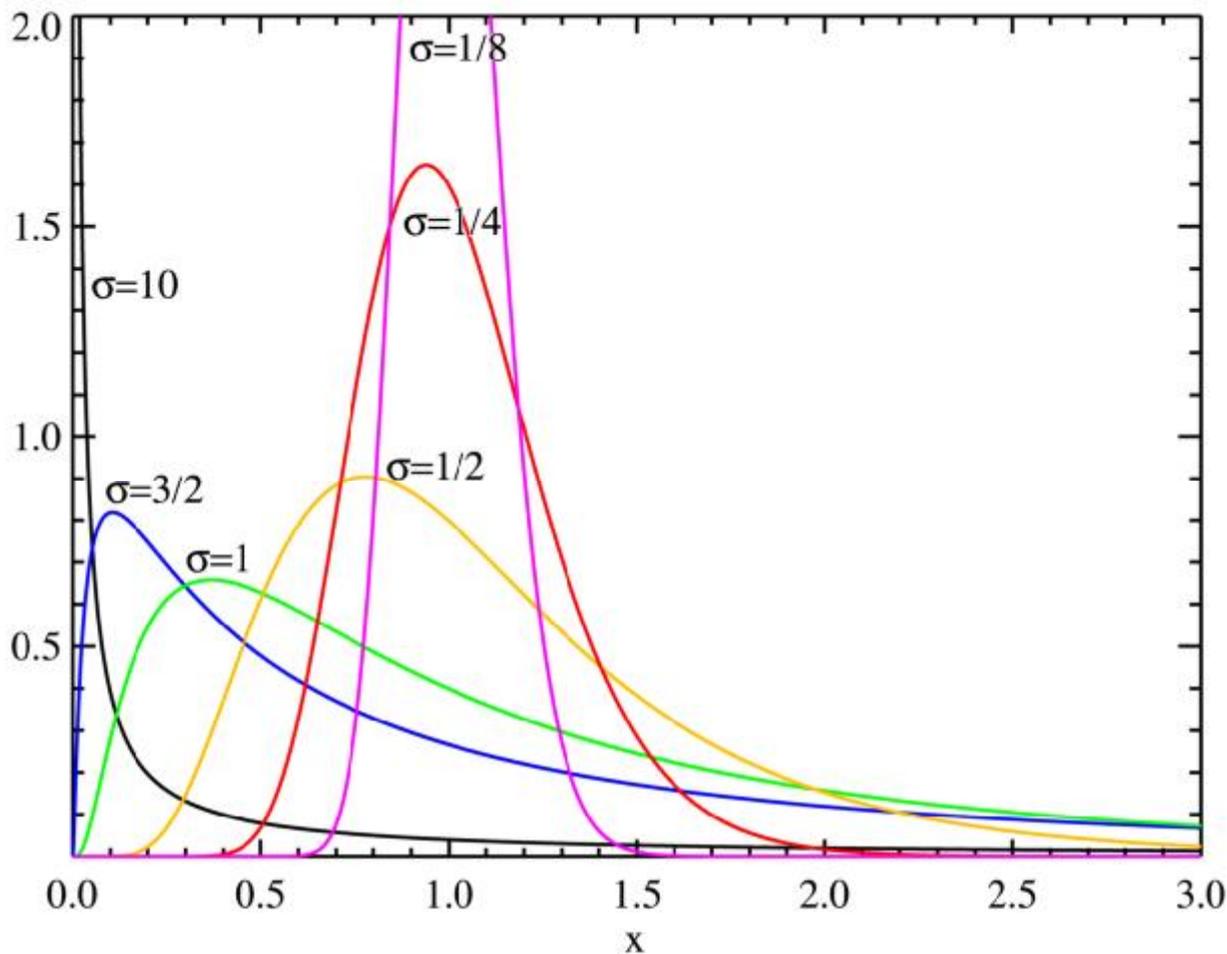
Логнормальное распределение

Логнормальное распределение (рис. 7) определено на интервале $(0; \infty)$. Если величина $\ln(x)$ подчиняется нормальному распределению, то x — логнормальному. Логнормальное распределение является теоретической моделью случайной величины, представляющей собой произведение константы и стремящегося к бесконечности количества случайных величин (помех), распределённых по произвольным законам на интервале $(0; \infty)$.

Плотность вероятности логнормального распределения задаётся формулой

$$p(x) = \frac{1}{xS\sqrt{2\pi}} e^{-(\ln x - m)^2 / 2S^2}, \quad x \in (0; \infty),$$

где m — математическое ожидание величины $\ln(x)$, а s — её среднеквадратическое отклонение. Математическое ожидание самой величины x в составляет $e^{m+s^2/2}$, а дисперсия — $(e^{s^2} - 1)e^{2m+s^2}$.



Источник: <http://ru.wikipedia.org>

Рис. 7. Графики логнормального распределения при $m = 0$.

Функция логнормального распределения через элементарные функции не выражается. Она записывается следующим образом:

$$F(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \operatorname{Erf} \left(\frac{\ln(x) - m}{s\sqrt{2}} \right),$$

где

$$\operatorname{Erf}(y) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-t^2} dt.$$

Для вычисления функции плотности вероятности логнормального распределения в Excel при условии, что требуемое значение x хранится в ячейке под именем Значение, используйте формулу

=НОРМРАСП(LN(Значение);Средняя;СтандОткл;0),

где Средняя и СтандОткл — имена ячеек, содержащих значения m и s . Значение функции логнормального распределения (вероятности того, что нормально распределённое случайное значение не превысит указанную величину) вычисляется с помощью формулы

=НОРМРАСП(LN(Значение);Средняя;СтандОткл;1).

Определить величину, которую с заданной вероятностью не превысит нормально распределённое случайное значение, можно с помощью формулы

=EXP(НОРМОБР(Вероятность;Средняя;СтандОткл)),

где Вероятность — имя ячейки, содержащей требуемое значение вероятности.

В MathCad для аналогичных целей используйте формулы $dlnorm(x;m;s)$, $plnorm(x;m;s)$ и $qlnorm(p;m;s)$ соответственно, где используемые имена переменных имеют те же значения, что и в формуле плотности распределения.

Гамма-распределение

Гамма-распределение (рис. 8) описывает многие случайные величины, распределённые на интервале $[0; \infty)$. Оно представляет собой теоретическую модель суммы a независимых случайных величин, распределённых по экспоненциальному закону с одинаковым параметром, равным b . Функция плотности гамма-распределения:

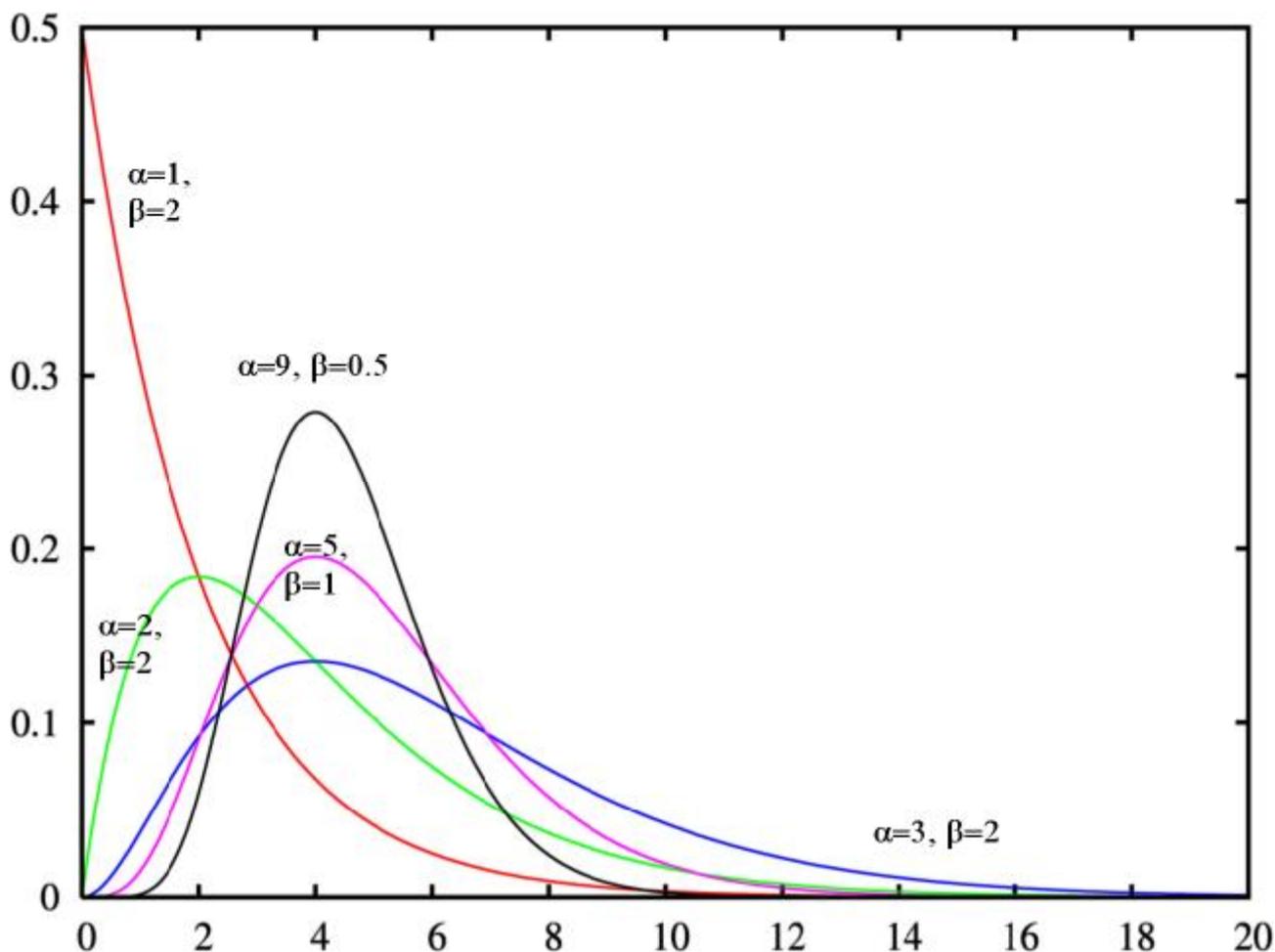
$$p(x) = x^{a-1} \cdot \frac{e^{-\frac{x}{b}}}{b^a \cdot \Gamma(a)},$$

где

$$\Gamma(a) = \int_0^{\infty} x^{a-1} e^{-x} dx -$$

гамма-функция, значение которой для целых чисел равно факториалу её аргумента, уменьшенного на единицу; $e \approx 2,7182818$ — основание натурального логарифма; a и b — параметры, которые можно определить, зная математическое ожидание m и дисперсию S^2 , по следующим формулам:

$$a = \frac{m^2}{s^2}; b = \frac{s^2}{m}.$$



Источник: <http://ru.wikipedia.org>

Рис. 8. Графики гамма-распределения.

Частными случаями гамма-распределения являются экспоненциальное распределение (при $a = 1$), распределение Эрланга (при натуральном a) и распределение χ^2 для n степеней свободы (при $a = n/2$ и $b = 2$).

С помощью гамма-распределения можно (при наличии теоретических оснований) моделировать левоскошенные эмпирические распределения на интервалах $[c; \infty)$ и правоскошенные на интервалах $(-\infty; c]$, где c — произвольное действительное число. Для этого в формуле плотности распределения в первом случае x прибавляют к c , во втором — отнимают от c .

В Excel плотность распределения вероятности гамма-распределения для значения, хранящегося в ячейке Значение, вычисляется с помощью формулы

=ГАММАРАСП(Значение ;

Средняя^2/Дисперсия ; Дисперсия/Среднее ; 0),

где Средняя и Дисперсия — имена ячеек, содержащих соответствующие значения. Значение функции гамма-распределения (вероятности того, что случайное значение, распределённое по данному закону, не превысит указанную величину) вычисляется с помощью формулы

=ГАММАРАСП(Значение ;

Средняя^2/Дисперсия ; Дисперсия/Среднее ; 1),

Определить величину, которую с заданной вероятностью не превысит случайное значение, подчиняющееся гамма-распределению, можно с помощью формулы

=ГАММАОБР(Вероятность ;

Средняя^2/Дисперсия ; Дисперсия/Среднее),

где Вероятность — имя ячейки, содержащей требуемое значение вероятности.

В программе MathCad те же вычисления могут быть выполнены с помощью формул

$$\frac{m \cdot \text{dgamma}\left(\frac{mx}{s^2}; \frac{m^2}{s^2}\right)}{s^2},$$

$$\text{pgamma}\left(\frac{mx}{s^2}; \frac{m^2}{s^2}\right),$$

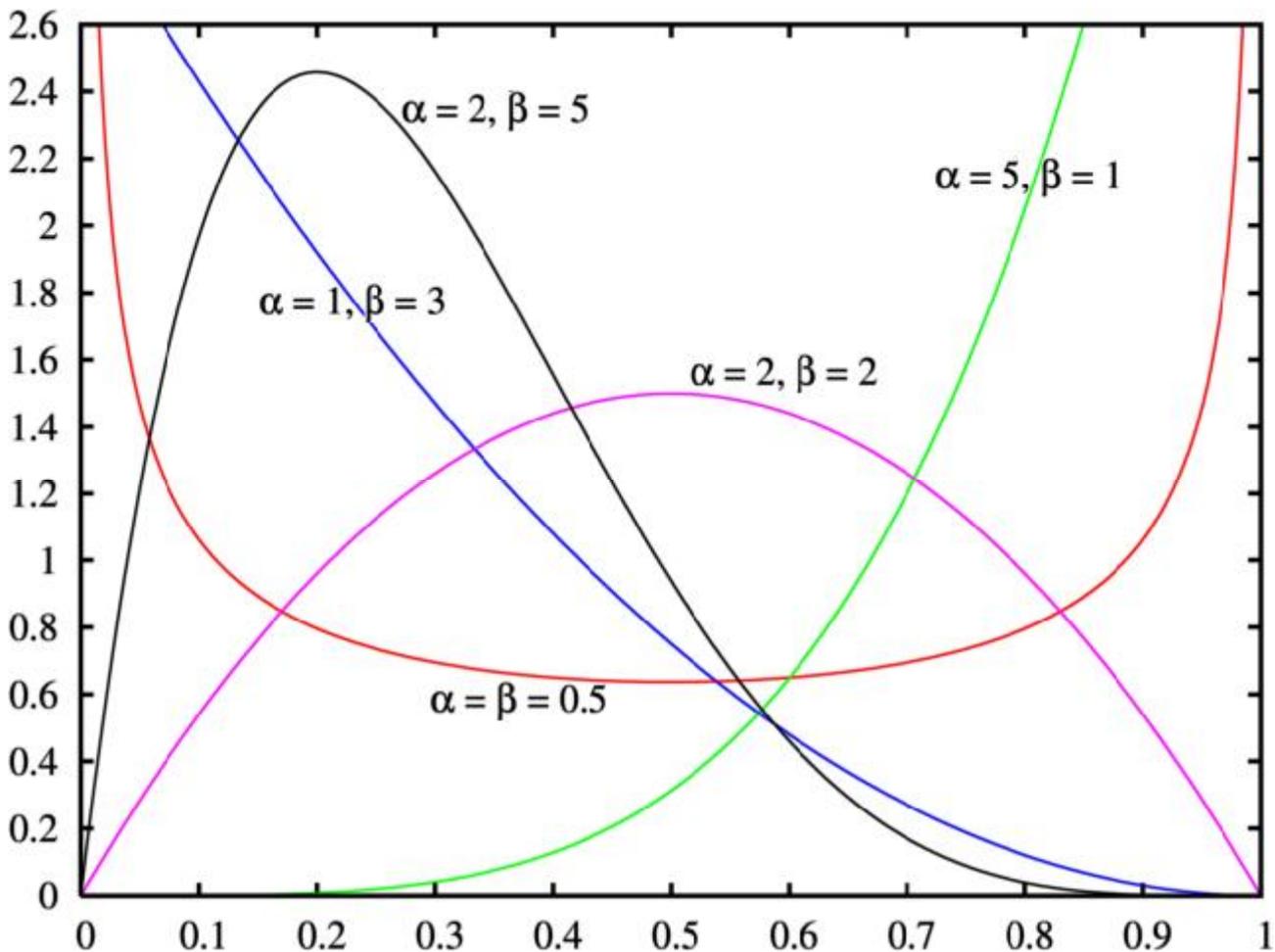
$$\frac{s^2 \cdot \text{qnorm}(p; \frac{m^2}{s^2} a)}{m},$$

где имена переменных соответствуют обозначениям в формуле плотности гамма-распределения.

Бета-распределение

Бета-распределение (рис. 9) определено на интервале [0; 1]. Оно является теоретической моделью случайной величины $A/(A+B)$, зависящей от двух других случайных величин A и B , каждая из которых подчиняется гамма-

распределению. Часто бета-распределение является подходящей моделью для величины, представляющей собой долю (или процент) от целого — например, доли пашни в сельхозугодьях или степени использования производственного потенциала.



Источник: <http://ru.wikipedia.org>

Рис. 9. Графики бета-распределения.

Плотность бета-распределения задаётся функцией

$$p(x) = \frac{x^{a-1}(1-x)^{b-1}}{\int_0^1 x^{a-1}(1-x)^{b-1} dx},$$

где a и b — параметры, которые можно определить, зная математическое ожидание m и дисперсию S^2 , по следующим формулам:

$$a = \frac{m^2}{S^2} - \frac{m^3}{S^2} - m; \quad b = \frac{m \cdot (m-1)^2}{S^2} + m - 1.$$

Равномерное распределение является частным случаем бета-распределения при $a=1$ и $b=1$.

Бета-распределение может быть использовано (при наличии теоретических оснований) для моделирования случайных величин, распределённых на произвольном отрезке $[a; b]$, где a и b имеют содержательную интерпретацию¹. Для этого нужно перенормировать исходную случайную величину y , распределённую на $[a; b]$, по следующему правилу: $x = (y-a)/(b-a)$.

В Excel для вычисления плотности бета-распределения потребуется писать функцию на VBA. Функция бета-распределения может быть вычислена с помощью формулы

=БЕТАРАСП(Значение;Альфа;Бета;Начало;Конец),

где в ячейке под именем Значение хранится значение случайной величины y , в ячейке Альфа — параметр a , в ячейке Бета — параметр b , в ячейке Начало — значение a , в ячейке Конец — значение b . Перенормирование величины y производится автоматически.

Определить значение y по заданной вероятности того, что оно не будет превышено (предположим, оно записано в ячейку под именем Вероятность), можно с помощью формулы

=БЕТАОБР(Вероятность;Альфа;Бета;Начало;Конец).

Встроенные функции MathCad не предусматривают перенормирование случайной величины — оно должно быть выполнено заранее. Плотность бета-распределения вычисляется с помощью формулы

$dbeta(x; a; b)$,

где обозначения соответствуют использованным в формуле плотности распределения. Вероятность непревышения заданной величины определяется по формуле

$pbeta(x; a; b)$,

а обратное вычисление —

$qbeta(p; a; b)$,

¹ Например, если коровы массой менее 400 и более 520 кг выбраковываются из основного стада, то при проверке гипотезы о согласии распределения живой массы коров с бета-распределением значения $a=400$, $b=520$ будут приняты обоснованно. Если же верхняя граница массы для выбраковки не установлена, достаточных оснований для моделирования эмпирического распределения живой массы с помощью бета-распределения нет.

где переменная p содержит пороговую вероятность. Поскольку результат представляет собой перенормированное значение, получить исходное значение y можно при помощи следующей формулы:

$$y = \text{qbeta}(p; a; b) \cdot (b - a) + a,$$

полагая, что границы a и b хранятся в одноимённых переменных программы MathCad.

2. Проверка согласованности эмпирического и теоретического распределений с помощью критерия χ^2

Как правило, критерий χ^2 имеет практическое значение для совокупностей численностью не менее 40 наблюдений. Для применения данного критерия интервал вариации случайной величины разбивается на непересекающиеся классы. О согласии теоретического и эмпирического распределений судят по наблюдаемым различиям в частоте попадания наблюдений в каждый класс по сравнению с частотой, которая должна бы была иметь место, если бы распределение в точности соответствовало теоретическому. Если различия настолько велики, что с достаточно высокой вероятностью¹ (обычно в экономических исследованиях требуют, чтобы она была не менее 95%, при остром недостатке данных — не менее 90%²) не могли бы возникнуть, если бы распределение случайной величины соответствовало предполагаемому закону, — гипотезу о согласии эмпирического распределения с выбранным теоретическим отвергают.

В противном случае считают, что расхождение с предлагаемой теоретической моделью не доказано с достаточной степенью надёжности; а значит, нет оснований ставить под сомнение те теоретические соображения, на основе которых выдвинута гипотеза о законе распределения — по крайней мере, до тех пор, пока новые, более полные, данные не придут в противоречие с нею.

Выдвигая гипотезу о распределении, принимают во внимание следующие сведения (в меру их доступности):

- ◆ область определения случайной величины;
- ◆ происхождение данной случайной величины;
- ◆ моменты распределения и их соотношение;
- ◆ форму гистограммы;

¹ Эту пороговую вероятность называют *уровнем доверия*, или *доверительной вероятностью*.

² В последнем случае результаты обычно требуют перепроверки с привлечением новых наблюдений.

- ◆ результаты моделирования данной случайной величины, полученные другими исследователями;
- ◆ аналогии с другими случайными величинами, распределение которых установлено;
- ◆ численность наблюдений.

В качестве области определения случайной величины не следует принимать наблюдаемый диапазон вариации (иначе у нас никогда не оказалось бы оснований для использования нормального распределения). Её определяют исходя из сущности процесса или явления, отражаемого случайной величиной. Например, урожайность культуры не может быть ниже нуля; существует также её объективный верхний предел, зависящий от массы гумуса в почве. Поэтому для её моделирования может подойти какое-либо распределение, определённое на интервале $[0; b]$ — например, бета или (при недостатке данных) треугольное. При этом величину b , раз она неизвестна, можно определить подбором, добиваясь наилучшего согласия опытных данных с теоретическим распределением.

Можно ли использовать для моделирования урожайности, например, гамма-распределение? Очевидно, что в действительности урожайность не может соответствовать этому распределению, так как она в принципе не может быть сколь угодно большой. Но с некоторой степенью грубости гамма-распределение может оказаться *практически приемлемой* моделью, если оценённая по гамма-распределению (то есть теоретическая) вероятность значений урожайности, превышающих фактически наблюдаемые, пренебрежимо мала. То же касается нормального распределения, но тогда пренебрежимо мала должна быть также теоретическая вероятность отрицательных значений урожайности. Последнее часто не выполняется.

Если, кроме наблюдений, нет никаких оснований для выбора распределения, то следует отдавать предпочтение самым простым распределениям с наименьшим числом параметров. Если к тому же наблюдения малочисленны, лучше пользоваться такими распределениями, как равномерное и треугольное. Результаты, полученные при подобных обстоятельствах, требуют перепроверки в дальнейшем.

Параметры гипотетических распределений, если только они не известны заранее из теоретических соображений, определяют, когда возможно, на основе моментов эмпирического распределения (средней и дисперсии)¹, а когда невозможно — подбором.

¹ См. формулы для определения значений параметров распределений при известных средней и дисперсии в Приложении 1.

После того, как гипотеза сформулирована, можно приступить к её проверке. Процедура проверки по критерию χ^2 предполагает следующие этапы:

- ◆ разбиение интервала вариации на непересекающиеся классы;
- ◆ определение численности наблюдений эмпирического распределения, приходящихся на каждый класс;
- ◆ определение теоретической численности наблюдений в соответствии с выбранной моделью случайной величины;
- ◆ расчёт значения критерия χ^2 ;
- ◆ определение критического уровня χ^2 для заданной доверительной вероятности;
- ◆ сравнение фактического и критического значений χ^2 и заключение о том, следует ли отвергнуть предложенную теоретическую модель распределения случайной величины.

Рассмотрим каждый из этих этапов.

Считается, что практически приемлемый компромисс между численностью классов и численностью наблюдений в каждом классе достигается, если число классов определять по формуле \sqrt{N} , где N — число наблюдений, а ширину классов принимают равной. Чтобы обеспечить приемлемую вероятность ошибки при расчёте значения χ^2 , необходимо следить за тем, чтобы как фактическая, так и теоретическая численность наблюдений в каждом классе была не меньше 6...8. Если это не выполняется, малочисленные классы объединяют; при этом численность классов не должна оказаться меньше пяти. В случае невыполнимости этих требований критерию χ^2 доверять нельзя¹. Если данная процедура порождает очень много пустых классов, а случайная величина строго положительна, то целесообразно перейти к исследованию распределения её логарифмов.

Численность наблюдений, относящихся к каждому классу, обычно определяется по ранжированному ряду наблюдаемых данных с помощью функции Excel =СЧЁТЕСЛИ(Ряд, Условие).

Теоретическая численность наблюдений для каждого класса определяется как $(F(x_2) - F(x_1)) \cdot N$, где $F(\cdot)$ — функция выбранного теоретического распределения, N — число имеющихся наблюдений, x_2 и x_1 — соответственно верхняя и нижняя границы класса.

Значение критерия χ^2 рассчитывается по формуле

¹ В учебных заданиях данного практикума разрешается смягчать эти требования в соответствии с указаниями преподавателя, обязательно отмечая в отчёте, что результат проверки гипотезы о согласии теоретического и эмпирического распределений недостоверен по причине недостаточной численности имеющихся наблюдений.

$$\sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i},$$

где k — число классов, n_i — число фактических наблюдений в классе i , n'_i — теоретическая численность наблюдений в классе i . При различных разбиениях на классы значение χ^2 оказывается различным, но при выполнении требований к числу наблюдений всего и в каждом классе, сформулированных выше, вероятность статистически существенных различий невелика.

Критическое значение может быть определено с помощью формулы Excel

$$=ХИ2ОБР(1-УровеньДоверия;СтепениСвободы),$$

где в ячейке *УровеньДоверия* содержится требуемая доверительная вероятность (выраженная в долях, а не в процентах), а в ячейке *СтепениСвободы* — величина, равная числу классов за вычетом увеличенного на единицу числа параметров теоретического распределения, определённых с использованием эмпирических данных. В MathCad аналогичный расчёт выполняется с помощью формулы

$$\text{qchisq}(1-\text{УровеньДоверия};\text{СтепениСвободы}).$$

Если значение χ^2 превышает критическое, гипотезу о согласии распределений *отвергают* с выбранным уровнем доверия. В противном случае гипотеза *не отвергается* (что, разумеется, не означает её безусловной истинности: быть может, этот результат случаен, а может, действительное распределение мало отличается от гипотетического).

Расчёты по проверке согласованности теоретического и эмпирического распределений рекомендуется выполнять в таблице, строки которой (кроме итоговой) соответствуют классам, а столбцы — этапам вычислений. В частности, в ней должны быть представлены величины n_i , n'_i и $(n_i - n'_i)^2/n'_i$.

3. Проверка статистических гипотез относительно многовершинных распределений

Многовершинность эмпирического распределения обычно свидетельствует о смешении совокупностей с разными качественными характеристиками. Строгий подход к исследованию таких совокупностей состоит в отыскании критерия, по которому наблюдения можно отнести к каждой из качественно различных совокупностей, которые затем исследуются отдельно. В частности, для

каждой из них формулируется и проверяется отдельная гипотеза о распределении вероятностей значений исследуемых переменных.

Распределения наблюдений по качественно различающимся совокупностям необходимо выполнять всегда, когда имеется возможность для этого.

На этапе системного анализа часто отсутствуют данные, необходимые для выполнения такой процедуры. Возможны две ситуации: либо отсутствуют данные о показателях, необходимых для построения критерия отнесения наблюдения к различным совокупностям, либо наблюдений слишком мало, так что после классификации они вообще не будут поддаваться анализу.

В подобных случаях совокупность разбивают в точках минимума между вершинами, после чего для получившихся совокупностей выдвигают гипотезы о распределениях, не подвергая их проверке. В результате получают функции распределения $F_1(x)$, $F_2(x)$ и т.д.

Далее формулируют функцию вида

$$\frac{1}{N} \sum_{k=1}^n N_i F_i(x),$$

где N — число наблюдений всего, N_i — число наблюдений в совокупности i , n — число совокупностей (на одну меньше числа вершин).

Затем выдвигается гипотеза, что исследуемая случайная величина имеет данную функцию распределения. Затем она проверяется в обычном порядке по критерию χ^2 , только для определения теоретических частот вместо обычной $F(x)$, соответствующей одному из известных распределений, используется данная функция, а при расчёте числа степеней свободы учитывается общее количество параметров, определённых на основе эмпирического распределения для всех $F_i(x)$.

4. Проверка независимости факторов с помощью критерия χ^2

Критерий χ^2 очень удобен для проверки независимости двух дискретных переменных. Если имеется набор наблюдений, в каждом из которых зафиксировано значение двух дискретных переменных, такой, что каждой паре значений дискретных переменных *теоретическая* частота, составляющая не менее 6-8 наблюдений, то с помощью данного критерия можно, не привлекая никаких других теоретических соображений, сделать заключение о том, проявляется ли *какая-либо* зависимость между этими переменными в имеющихся результатах наблюдений.

При достаточной численности наблюдений данный критерий наилучшим образом соответствует целям практического задания к теме 3 при проверке независимости переменных. Если гипотеза о независимости двух факторов отвергается, один из них должен быть исключён из модели и заменён другим. Если гипотеза о независимости результата от фактора не отвергается, фактор также следует исключить из модели, заменив его другим.

Процедура проверки предполагает следующие этапы:

- ◆ подсчёт числа наблюдений, для каждого сочетания значений двух переменных;

- ◆ подсчёт теоретической частоты n'_{ij} для каждого сочетания значений двух переменных, составляющей $n_{1i} \cdot n_{2j} / N$, где n_{1i} — число наблюдений i -го значения первой переменной, n_{2j} — число наблюдений j -го значения второй переменной;

- ◆ расчёт значения критерия χ^2 по формуле

$$\sum_{i=1}^{k_1} \sum_{j=1}^{k_2} \frac{(n_{ij} - n'_{ij})^2}{n'_{ij}},$$

где k_1 — число значений первой переменной; k_2 — число значений второй переменной; n_{ij} — фактическое число наблюдений, при которых первая переменная принимала значение i , а вторая — значение j ; остальные обозначения прежние;

- ◆ определение критического уровня χ^2 для заданной доверительной вероятности и числа степеней свободы $(k_1 - 1) \cdot (k_2 - 1)$ — например, с помощью формулы Excel

$$=ХИ2ОБР(1-УровеньДоверия; (_k1-1) * (_k2-1)),$$

где в ячейке `УровеньДоверия` содержится требуемая доверительная вероятность (выраженная в долях, а не в процентах), в ячейках `_k1` и `_k2` — число значений соответствующих дискретных переменных. В MathCad аналогичный расчёт выполняется с помощью формулы

$$\text{qchisq}(1-\text{УровеньДоверия}; (k1-1) * (k2-1));$$

- ◆ сравнение фактического и критического значений χ^2 и заключение о том, следует ли отвергнуть предложенную теоретическую модель распределения случайной величины.

Если значение χ^2 превышает критическое, гипотезу о независимости факторов *отвергают* с выбранным уровнем доверия. В противном случае гипо-

теза *не отвергается* (что, разумеется, не означает её безусловной истинности: быть может, этот результат случаен).

Расчёты по проверке независимости факторов рекомендуется выполнять в таблице, строки которой (кроме итоговой) соответствуют комбинациям значений двух исследуемых переменных, а столбцы — этапам вычислений. В частности, в ней должны быть представлены величины n_{ij} , n'_{ij} и $(n_{ij} - n'_{ij})^2/n'_{ij}$.

5. Проверка существенности связи между переменными с помощью однофакторного дисперсионного анализа

Однофакторный дисперсионный анализ проверяет гипотезу о равенстве дисперсий некоторой *нормально распределённой* переменной в нескольких выборках. Отклонение этой гипотезы указывает, что различие между выборками заведомо не случайно, и тем самым выявляет существование зависимости между признаком, по которому осуществлялись выборки, и данной переменной.

Таким образом, он может быть использован для проверки наличия существенной связи между двумя переменными, из которых по крайней мере одна дискретна, а другая подчиняется нормальному закону распределения. Практически приемлемые результаты достигаются также для случая гамма-распределения: доверять им можно тем в большей степени, чем меньше его асимметрия.

Для выполнения однофакторного дисперсионного анализа в Excel следует расположить значения нормально распределённой переменной (она может быть как непрерывной, так и дискретной, но, разумеется, числовой; следовательно, процедуру можно проводить как до, так и после дискретизации переменной, выступающей в качестве зависимой), соответствующие разным значениям дискретного влияющего фактора (он может быть как числовым, так и нечисловым), в соседних столбцах. Число значений переменной в разных столбцах может быть различным. Над каждым столбцом указывают соответствующее значение влияющего фактора.

Далее следует подключить надстройку «Анализ данных» (если она не подключена) и дать команду **Сервис** → **Анализ данных** либо **Данные** → **Анализ данных**, смотря по версии программы. В качестве входного нужно указать интервал, охватывающий все ячейки со значениями нормально распределённой переменной и притом не содержащий никаких других текстовых или числовых данных, кроме меток влияющего фактора в его первой строке. Переключатели **Группирование: по столбцам** и **Метки в первой строке** должны быть включены. Выходной интервал указывается таким образом, чтобы выводимые в него

данные не перезаписали уже имеющиеся (рекомендуется выводить результаты на новый лист).

Если по результатам анализа p -значение (уровень значимости) оказалось ниже величины¹, дополняющей желаемый уровень доверия до единицы (например, меньше 0,05), то гипотеза о равенстве дисперсий переменной при разных значениях влияющего фактора отвергается, что означает наличие связи между ним и нормально распределённой зависимой переменной.

Применяя дисперсионный анализ в целях практикума, следует иметь в виду, что в качестве влияющей переменной всегда выбирается входная, а в качестве зависимой (нормально распределённой) может быть использована как входная, так и выходная переменная. Основаниями для исключения входной переменной из модели могут быть:

- ◆ невозможность отвергнуть гипотезу о равенстве дисперсий выходной переменной при разных значениях данной входной переменной²;

- ◆ отвергнутая гипотеза о равенстве дисперсий одной входной переменной при разных значениях другой.

В процедурах системного анализа, выполняемого по данной методике, нет необходимости использовать многофакторный дисперсионный анализ, более требовательный к числу наблюдений, так как формализм условных вероятностей требует независимости входных переменных. При данных обстоятельствах процедура однофакторного дисперсионного анализа даёт достаточные основания для принятия решения о наборе переменных, включаемых в модель.

6. Процедура расчёта энтропии, снимаемой с переменной информацией о значении другой переменной

Полная энтропия зависимой дискретной переменной на основе имеющихся эмпирических данных рассчитывается следующим образом:

- ◆ если исходные данные по переменной дискретны — по формуле

¹ Алгоритм расчёта приведён, например, в издании: Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели для магистрантов экономики: Учеб. пособие. СПб.: Питер, 2006. — С. 171-172.

² При большом числе входных переменных влияние каждой из них может быть весьма слабым. В этом случае при использовании однофакторного дисперсионного анализа в целях определения набора входных переменных, включаемых в модель, следует использовать уровни доверия, очень близкие к единице.

$$H = \sum_{i=1}^k (-p_i \log_2 p_i),$$

где $p_i = (n_i+1)/(N+k)$ — оценка вероятности i -го дискретного значения зависимой переменной; k — число дискретных значений зависимой переменной; n_i — число наблюдений i -го дискретного значения зависимой переменной; N — общее число наблюдений;

♦ если проводилась дискретизация переменной путём разбиения на квантили — по формуле $\log_2 k$, где k — число квантилей.

Остаточная энтропия зависимой дискретной переменной при поступлении информации о j -м состоянии влияющей дискретной переменной вычисляется по формуле

$$H_j = \sum_{i=1}^k (-p_{ij} \log_2 p_{ij}),$$

где $p_{ij} = (n_{ij} + 1)/(N_j + k)$ — оценка вероятности i -го дискретного значения зависимой переменной при j -м значении влияющей переменной; k — число дискретных значений зависимой переменной; n_{ij} — число наблюдений i -го дискретного значения зависимой переменной при j -м значении влияющей переменной; N_j — число наблюдений j -го значения влияющей переменной.

Средняя информативность влияющей переменной относительно данной зависимой переменной составляет

$$I = H - p_j \sum_{j=1}^l H_j,$$

где p_j — оценка вероятности j -го дискретного значения влияющей переменной, получаемая аналогично оценке для зависимой переменной.

Решение об исключении входной переменной из модели принимают в следующих случаях:

♦ если в качестве зависимой переменной принимается выходная — если величина I/H меньше величины a/Q , где Q — число входных переменных, а па-

параметр надёжности a , не превышающий 1, выбирается субъективно¹. Чем больше его значение, тем труднее выполнить требования к переменной, включаемой в модель;

♦ если в качестве зависимой переменной принимается входная — если величина I/N больше a .

7. Некоторые полезные статистические функции табличного процессора Microsoft Excel

=ДИСП (Ряд)

Вычисляет дисперсию выборочных данных, содержащихся в интервале Ряд.

=ДИСПР (Ряд)

Вычисляет дисперсию генеральной совокупности данных, содержащейся в интервале Ряд.

=ДОВЕРИТ (Значимость ; СтандОткл ; ЧислоНаблюдений)

Вычисляет одностороннюю предельную ошибку среднего для нормально распределённой совокупности данных для уровня доверия, равного $(1 - \text{Значимость})$, при заданных среднеквадратичном отклонении СтандОткл и численности наблюдений ЧислоНаблюдений.

=КОРРЕЛ (Ряд1 ; Ряд2)

Вычисляет коэффициент парной линейной корреляции по Пирсону для двух совокупностей данных, содержащихся в интервалах Ряд1 и Ряд2. Число ячеек в обоих рядах должно быть одинаковым. Все они должны содержать числовые данные (пустые ячейки не допускаются).

=МАКС (Ряд)

Находит наибольшее значение среди данных, содержащихся в интервале Ряд.

=МЕДИАНА (Ряд)

Находит медиану совокупности данных, содержащихся в интервале Ряд.

=МИН (Ряд)

Находит наименьшее значение среди данных, содержащихся в интервале Ряд.

=МОДА (Ряд)

Находит модальное значение совокупности данных, содержащихся в интервале Ряд, если таковое существует.

¹ Для целей данного практикума можно принять его равным 0,3.

=НАИБОЛЬШИЙ(Ряд;Ранг)

Находит среди данных в интервале Ряд значение, имеющее порядковый номер Ранг, если значения пронумеровать в порядке убывания.

=НАИМЕНЬШИЙ(Ряд;Ранг)

Находит среди данных в интервале Ряд значение, имеющее порядковый номер Ранг, если значения пронумеровать в порядке возрастания.

=ПЕРСЕНТИЛЬ(Ряд;Персентиль)

Находит значение, которое вместе с другими не превышающими его значениями образует требуемую Персентиль (указываемую в долях) совокупности данных в интервале Ряд.

=РАНГ(Число;Ряд;Порядок)

Определяет ранг значения Число в совокупности данных, содержащейся в интервале Ряд, по возрастанию (если значение Порядок равно нулю либо опущено) или по убыванию (если значение Порядок указано и не равно нулю). Значение Число обязательно должно присутствовать в интервале Ряд.

=СКОС(Ряд)

Вычисляет коэффициент асимметрии для эмпирического распределения, представленного данными в интервале Ряд.

=СРЗНАЧ(Ряд)

Вычисляет среднее арифметическое по данным интервала Ряд.

=СРЗНАЧЕСЛИ(Ряд,Условие)

Вычисляет среднее арифметическое для данных интервала Ряд, отвечающих критерию Условие. Критерий представляет собой текст вида ">2", "<-3,14159", где число может быть произвольным, либо ссылку на ячейку, содержащую формулу, результатом вычисления которой является подобное текстовое значение.

=СРЗНАЧЕСЛИМН(Ряд,Условия)

Вычисляет среднее арифметическое для данных интервала Ряд, отвечающих одновременно всем критериям, хранящимся в интервале Условия. Каждый критерий представляет собой текст вида ">2", "<-3,14159", где число может быть произвольным. Поддерживается не всеми версиями Excel.

=СТАНДОТКЛОН(Ряд)

Вычисляет среднеквадратическое отклонение выборочных данных, содержащихся в интервале Ряд.

=СТАНДОТКЛОНП(Ряд)

Вычисляет среднеквадратическое отклонение данных генеральной совокупности, содержащейся в интервале Ряд.

=СЧЁТ (Ряд)

Определяет число значений в интервале Ряд.

=СЧЁТЕСЛИ (Ряд; Условие)

Определяет число значений в интервале Ряд, отвечающих критерию Условие. Критерий представляет собой текст вида ">2", "<-3,14159", где число может быть произвольным, либо ссылкой на ячейку, содержащую формулу, результатом вычисления которой является подобное текстовое значение.

=СЧЁТЕСЛИМН (Ряд; Условия)

Определяет число значений в интервале Ряд, отвечающих одновременно всем критериям, хранящимся в интервале Условия. Каждый критерий представляет собой текст вида ">2", "<-3,14159", где число может быть произвольным. Поддерживается не всеми версиями Excel.

=ЧАСТОТА (РядДанных; Границы)

Вычисляет массив значений, каждое из которых означает число наблюдений из интервала РядДанных, относящихся к классу, задаваемому данными в интервале Границы.

Для использования функции следует выделить на одну ячейку больше, чем содержится их в интервале Границы, набрать содержащую её формулу и нажать сочетание клавиш [Ctrl]+[Shift]+[Enter]. В первой ячейке выделенного интервала отобразится число значений, которые не больше первого значения в интервале Границы; во второй — число значений между первым и вторым значениями в интервале Границы (исключая нижнюю границу и включая верхнюю) и т.д.; в последнем — значения, превышающие наибольшее значение в интервале Границы.

Значения в интервале Границы должны быть упорядочены по возрастанию. Пустые ячейки и текстовые значения игнорируются.

=ЭКССЕСС (Ряд)

Вычисляет коэффициент эксцесса для эмпирического распределения, представленного данными в интервале Ряд.

8. Численное интегрирование

Необходимость вычисления определённых интегралов при решении задач системного анализа по методике, положенной в основу настоящего практикума, возникает, например, при определении ошибки оценки вероятности события по результатам наблюдений, при отыскании квантилей либо (в некоторых случаях) при проверке гипотезы о законе распределения случайной величины.

Для вычисления определённых интегралов в MathCad достаточно ввести требуемый интеграл в виде формулы. Чтобы ввести знак интеграла, следует нажать клавишу [∫]. Например, вычисление формулы

$$\int_{-\infty}^{10} \text{dnorm}(x, 5, 2) dx$$

даст тот же результат, что и формулы $\text{pnorm}(10, 5, 2)$, а именно 0,99379.

Excel не имеет встроенных возможностей численного интегрирования. Если лабораторные работы выполняются в Excel, вычисление определённых интегралов можно осуществлять любым известным методом, например, методом трапеций или методом Симпсона. Описание соответствующих алгоритмов можно найти в сети Интернет либо в учебной литературе по численным методам¹.

¹ Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. 4-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
методические указания преподавателю	5
Постановка задачи.....	8
Теоретическая часть	8
Задание.....	12
Варианты заданий.....	12
Тема 1. Спецификация первого уровня производственной системы.....	14
Теоретическая часть	14
Практическая часть	18
Тема 2. Приведение числовых переменных к дискретной форме.....	21
Теоретическая часть	21
Практическая часть	22
Тема 3. Представление знаний о структуре системы в форме условных вероятностей. Проверка существенности и независимости переменных.....	25
Теоретическая часть	25
Практическая часть	29
Тема 4. Спецификация второго уровня производственной системы.....	32
Теоретическая часть	32
Практическая часть	34
Тема 5. Тестирование двухуровневой модели.....	36
Теоретическая часть	36
Практическая часть	38
ПРИЛОЖЕНИЯ	42
1. Основные статистические распределения.....	42
2. Проверка согласованности эмпирического и теоретического распределений с помощью критерия χ^2	57
3. Проверка статистических гипотез относительно многовершинных распределений	60
4. Проверка независимости факторов с помощью критерия χ^2	61
5. Проверка существенности связи между переменными с помощью однофакторного дисперсионного анализа	63

6. Процедура расчёта энтропии, снимаемой с переменной информацией о значении другой переменной	64
7. Некоторые полезные статистические функции табличного процессора Microsoft Excel.....	66
8. Численное интегрирование.....	68

**Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Самарский государственный аэрокосмический университет имени ак. С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)» (СГАУ)**

Засканов В. Г., Иванов Д. Ю., Цапенко М.В.

Общая теория систем

Методические указания

для самостоятельной работы студентов

**Для студентов, обучающихся по направлению
080500.62 «Бизнес-информатика»**

САМАРА

2013

УДК 316.43(075) ББК 32.817Я7
3-36

Засканов В.Г., Иванов Д.Ю., Цапенко М.В.

Общая теория систем [Электронный ресурс] : метод. указания для самостоятельной работы студентов / В. Г. Засканов, Д. Ю. Иванов, М.В. Цапенко; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т).-Электрон. текстовые и граф. дан.(0,5МБайт) - Самара, 2013.

Электронный курс предназначен для студентов факультета экономики и управления, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 080500.62 «Бизнес-информатика», изучающих дисциплину «Общая теория систем» в 4 семестре.

Курс разработан на кафедре организации производства.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2013

Цели и задачи дисциплины

Программа обучения по дисциплине разработана в соответствии с

- ФГОС-3 ВПО по направлению подготовки бакалавров «Бизнес-информатика» (квалификация «бакалавров» (080500); утвержденным приказом Минобрнауки от 14 января 2010 г. №27);
- Учебным планом института по направлению подготовки 080500.62

Дисциплина «Общая теория систем» преследует цель сформировать у студентов современное представление и системности окружающего мира, процессов его познания и практической деятельности человека, привить им навыки системного подхода при изучении и/или анализе любого экономического объекта, явления, процесса или проекта и вооружить их методологией и инструментарием системного анализа.

Достижение отмеченной цели предполагается обеспечить посредством реализации следующих образовательных задач:

1. Освоение теоретических основ приобретение компетенций в области общей теории систем и применение ее методологии к исследованию хозяйствующих субъектов, территориальных образований и др. организационно-экономических структур;
2. Выработка навыков структурирования, моделирования, анализа, диагностирования текущего состояния и формирования стратегии развития экономических систем различного названия;
3. Освоение процедур системного анализа и приемов их реализации;
4. Приобретение практических навыков проведения системного анализа конкретных проблемных ситуаций на различных этапах жизненного цикла исследуемой системы и генерирования управленческих решений, призванных устранить проблему или уменьшить ее неблагоприятное влияние;

5. Качественное выполнение и успешная защита курсовой работы.

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к базовой части математического и естественнонаучного цикла подготовки бакалавров НПО направлению 080500.62 «Бизнес-информатика».

Для эффективного освоения дисциплины «Общая теория систем» студенты должны обладать знаниями в области классической математики, обществоведения, и информатики в объеме программы средней школы.

Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Общая теория систем» студенты должны в той или иной мере овладеть следующими компетенциями:

- культурой мышления, обобщения и анализа, искусством определения целей исследуемой системы и выбора эффективного пути их достижения (ОК-1);
- способностью анализировать социально-значимые проблемы и процессы, происходящие в обществе, и прогнозировать возможное их развитие в будущем (ОК-4);
- умением находить организационно-управленческие решения и готовностью нести за них ответственность (ОК-8);
- осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества, владением основными методами, способами и средствами ее получения, хранения и переработки (ОК-12);
- умением анализировать архитектуру предприятия (ПК-1);
- навыками анализа инноваций в экономике, управлении и ИКТ (ПК-4);
- навыками обследования деятельности и ИТ-инфраструктуры предприятия

(ПК-5);

- навыками выполнения технико-экономического обоснования проектов по совершенствованию регламентации бизнес-процессов и ИТ-инфраструктуры предприятия (ПК-14);
- умением использовать математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования (ПК-20);
- способностью консультировать заказчиков по вопросам совершенствования бизнес- процессов и ИТ-инфраструктуры предприятия (ПК-22);

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- закономерности развития природы, общества и мышления;
- общую теорию систем;
- основные категории и понятия экономики и менеджмента предприятия;
- основы психологии межличностных отношений в коллективе;

уметь:

- применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня и профессиональной компетентности;
- анализировать процессы и явления, происходящие в обществе;
- применять системный подход к анализу и синтезу сложных систем;

владеть:

- навыками философского мышления для выработки системного, целостного взгляда на проблемы общества;

- основами моделирования прикладных задач, решаемых аналитическими методами;
- методами системного анализа.

Критерии оценки знаний по дисциплине

Для оценки степени освоения программы дисциплины «Общая теория систем» используются следующие формы контроля:

- опросы студентов и проведение дискуссий на практических занятиях;
- компьютерное тестирование;
- промежуточный контроль в процессе подготовки и защиты курсовой работы;
- итоговый контроль на экзамене.

Каждому виду контроля соответствует определенный критерий оценки. Предельные знания критериев приведены в таблице 1. Итоговая оценка знаний по данной дисциплине формируется в процессе работы студента на протяжении всего семестра и представляет собой простую сумку оценок по каждому виду контроля

Таблица 1. Предельные значения критериев оценки знаний студента

№ п\п	Вид контроля	Баллы
1.	Активность студента на практических занятиях	10
2.	Результаты компьютерного тестирования	10
3.	Оценка курсовой работы	30
4.	Экзамен	50
	Итого:	100

5. Трудоемкость (объем) дисциплины в зачетных единицах

Трудоемкость (объем) дисциплины «Общая теория систем» составляет 3 (три) зачетные единицы. Распределение общей трудоемкости по видам работы приведено в табл. 2.

Таблица 2. Трудоемкость дисциплины по видам работы (в часах)

№ п/п	Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц
1.	Аудиторные занятия (всего).	20
	В том числе:	
	• лекции	4
	• практические занятия	12

	<ul style="list-style-type: none"> • интерактивные занятия 	4
2.	Самостоятельная работа (всего).	124
	В том числе:	
	<ul style="list-style-type: none"> • курсовая работа 	36
	<ul style="list-style-type: none"> • компьютерное тестирование 	12
	<ul style="list-style-type: none"> • работа с образовательными ресурсами репозитория 	17
		23
3.	<ul style="list-style-type: none"> • прочая 	36
	Экзамен	
	Итого:	144/4 зач. ед.

Содержание дисциплины

Разделы дисциплины и виды занятий (в часах)

Основные разделы учебной программы дисциплины «Общая теория систем» приведены в табл. 3.

Таблица 3. Разделы дисциплины и виды занятий в часах

Тема	Всего	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		Лекции	Практические занятия	Интерактивные занятия	Компьютерное тестирование, работа с

					образовательными ресурсами Интернет- репозитория (КОПР и пр.)
1. Основные положения теории систем	24	2	2		20
2. Моделирование систем	26		2	2	22
3. Процедуры системного анализа	24		2		22
4. Организационн ый менеджмент с позиции общей теории систем	25		2	2	21
5. Организационна я структура экономических систем	21		2		19
6. Методология системных исследований	24	2	2		20
Итого:	144	4	12	4	124

Содержание разделов дисциплины по темам в текстовом формате

Раздел 1. Основные положения теории систем

Системность как общее свойство материи: системность в практической деятельности человека, системность окружающего мира, системность познавательных процессов. Основные категории, понятия и определения теории систем: система как философская категория, фундаментальные свойства системы, состав, структура и границы системы, понятия надсистема, подсистема и их взаимосвязи с системой, функционирование и поведение системы, понятия равновесие, устойчивость, бифуркация и фазовый переход в теории систем, классификация систем, особенности экономических систем. Жизненный цикл системы: рождение, развитие и гибель системы, причины гибели экономических систем, роль противоречий в системе.

Раздел 2. Моделирование систем

Моделирование как основной подход к исследованию систем: структурирование процессов моделирования, иерархия моделей, классификация методов и средств моделирования, проблемы моделирования экономических систем, статические и динамические модели, модель «черного ящика», модель состава, структурная модель системы. Информационное моделирование экономических систем: специфика информационной модели, техника информационного моделирования, формирование словаря данных, определение логики процессов, определение накопителей данных, использование информационных моделей в системных исследованиях.

Раздел 3. Процедуры системного анализа

Целеполагание: определение цели, сложности целеполагания, структурные и иерархические цели. Вскрытие системности: прямые и обратные связи, усиливающие уравновешивающие и предвосхищающие связи, язык системных диаграмм, техника построения системных диаграмм. Декомпозиция: единство и обособленность анализа и синтеза в системных исследованиях, техника декомпозиции, алгоритмизация процесса декомпозиции. Агрегирование: агрегирование и эмерджентность, техника агрегирования, агрегирование данных. Измерения: измерительные шкалы, выбор и трансформирование измерительной шкалы, экономические измерения. Выбор: проблематика выбора, однокритериальные и многокритериальные задачи выбора, выбор в условиях неопределенности, методы экспертизы и группового выбора.

Раздел 4. Организационный менеджмент с позиции общей теории систем

Парадигма организационного менеджмента: системность и теоретическая база организационного менеджмента, проблемность организационного управления, новое определение организационного менеджмента, начала теории управления изменениями по Адизесу, комплементарная управленческая команда. Структурная сложность организационного менеджмента: функциональные и энергетические императивы управления, квадрат ответственности, управленческая энергетика (полномочия, принуждение, воля, влияние) и ее гибридные формы, эффективность организационного и инженерия организационного управления. Конфликты в организационном менеджменте: естественная природа управленческих конфликтов, пути и способы разрешения управленческих конфликтов, проблемы коммуникативности, корпоративная культура как среда разрешения управленческих конфликтов. Психоэнергетическая природа организационного менеджмента: вариативность организационного менеджмента, императивны организационного развития, эмоциональная

составляющая организационного менеджмента, лидерство в менеджменте, выбор лидера, самосовершенствование в менеджменте.

Раздел 5. Организационная структура экономических систем

Роль организационной структуры в жизни системы: понятие оргструктуры, координация в управлении экономической системой, структурообразующие блоки экономической системы, централизация и децентрализация управления. Проектирование и реорганизация организационных структур: параметры организационного проектирования, типовые конфигурации организационных структур (простая структура, механическая бюрократия, профессиональная бюрократия, дивизиональная организация, адхократия), силовое поле структурных построений.

Раздел 6. Методология системных исследований

Основные положения системной методологии: целостное восприятие, итерационное мышление, самоорганизация, интерактивное моделирование. Методы обнаружения и идентификации проблем в экономических системах: итерационность системных исследований, поиск и выделение характерных свойств системы, описание и интерпретация беспорядка. Базовая методика системного анализа: формулировка проблемы, формирование проблематики, конфигурирование проблемы, постановка задачи, определение целей, выбор критериев, генерирование альтернатив, моделирование, синтез решения, реализация решения. Особенности системного решения экономических задач: проблемы представительства и конфликтности заинтересованных сторон, недооценка будущего, объективность целей и точность критериев, знаниевооруженность системного анализа, особенности внедрения результатов системного анализа, этики систем и системного анализа, особенности внедрения результатов системного анализа, этика систем и системного анализа.

Практические занятия

Практические знания предполагается проводить в традиционной форме и посвятить их темам, материал которых в наибольшей степени будет востребован при подготовке курсовых работ (табл. 4)

Таблица 4. Тематика и формы проведения практических занятий

№ п/п	Тема занятия	Форма проведения	Коды сформированных компетенций
1.	Целеполагание и вскрытие системности	Разбор конкретных ситуаций	ОК-1, ОК-4
2.	Методология системных исследований	Обсуждение результатов работы исследовательских групп	ПК-5, ПК-20

Интерактивные занятия

Интерактивные знания предполагается проводить в форме групповых дискуссий и интерактивных лекций (табл. 5)

Таблица 5. Тематика и формы проведения интерактивных занятий

№ п/п	Тема занятия	Форма проведения	Коды сформированных компетенций
1.	Информационное моделирование экономических систем	Интерактивная лекция	ОК-12, ПК-14
2.	Системность, теоретическая база,		ОК-8, ПК-4

	структурная сложность и конфликтность организационного менеджмента	Групповая дискуссия	
--	--	---------------------	--

6.5. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Дисциплина «Общая теория систем» носит интеграционный характер и выстроена по принципу навигатора. Каждой методологической проблеме отводится отдельная тема, в рамках которой эта проблема «раскручивается» до конкретных постановок задач с определением методов их решения и указания дисциплин, где эти методы будут детально изучаться. Основные междисциплинарные связи данной дисциплины приведены в таблице 6.

Таблица 6. Основные междисциплинарные связи дисциплины «Общая теория систем»

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
1.	Теория вероятностей и математическая статистика			*			
2.	Исследование операций		*				
3.	Имитационное моделирование		*				*
4.	Архитектура предприятия					*	
5.	Моделирование бизнес-процессов		*				
6.	Управление	*					

	жизненным циклом ИС						
7.	Базы данных		*				
8.	Деловые коммуникации				*		
9.	Менеджмент				*		
10	Аналитические информационные системы						*

Организация самостоятельной работы

В ходе самостоятельной работы с учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами студент должен закрепить теоретические знания, освоить методологию системных исследований и сформировать практические навыки системного аналитика в объеме достаточном для самостоятельного выполнения курсовой работы. Распределение бюджета времени самостоятельной работы приведено в таблице 7.

Таблица 7. Распределение бюджета времени самостоятельной работы (в часах)

№ п/ п	Наименование темы	Виды самостоятельной работы							
		С участием преподавателя			Без участия преподавателя				
		Работа с УМК- С Индивидуальн	Контрольное тестирование	Подготовка к практическому Изучение литературы	Выполнение	Подготовка к	Итог		
1	Основные положения теории систем	3	1	2	-	2	6	6	20
2	Моделирование систем	3	1	2	2	2	6	6	22
3	Процедуры системного анализа	3	1	2	2	2	6	6	22
4	Организационный менеджмент с позиции общей теории систем	3	1	2	2	1	6	6	21
5	Организационная структура экономических систем	3	1	2	-	1	6	6	19
6	Методология системных исследований	2	1	2	2	1	6	6	20
	Итого по дисциплине	17	6	12	8	9	36	36	124

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. _____ Дрогобыцкий И.Н.
Системный анализ в экономике: учебник/ – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2011.

б) дополнительная литература

1. Дрогобыцкий И.Н. Системный анализ в экономике: учебное пособие/ - М.: Финансы и статистика, 2007.
2. Адизес И. Управляя изменениями: как эффективно управлять изменениями в обществе, бизнесе и личной жизни: Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2007
3. Акофф Р. Планирование будущего корпорации: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1985
4. О'Коннор Дж., Макдермотт И. Искусство системного мышления: необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем: Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006
5. Гараедаги Дж. Системное мышление: как управлять хаосом и сложными процессами: Пер. с англ. – Минск: Гревцов Паблицер, 2007
6. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: учебник/ - Томск: изд-во НТЛ, 1997
7. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник/ - М.: Финансы и статистика, 2009

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) *ООО "Издательский Дом ИНФРА-М"* доступ через Интернет-репозиторий образовательных ресурсов нашего института.
Адрес: <http://repository.vzfei.ru>
Доступ по логину и паролю.
2. Федеральная ЭБС *"Единое окно доступа к образовательным ресурсам"*.
Адрес: <http://window.edu.ru>
Доступ свободный.
3. *Интернет-репозиторий образовательных ресурсов ВЗФЭИ*, который является специфично организованной ЭБС, дополненной развитой системой функций обучения.
Адрес: <http://repository.vzfei.ru>
Доступ по логину и паролю.
4. Электронные каталоги *АИБС МАРК-SQL: "Книги", "Статьи", "Диссертации", "Учебно-методическая литература", "Авторефераты", "Депозитарный фонд"*. Общее количество записей в электронном каталоге - 201991.
Адрес: [http://www.vzfei.ru/rus/library/elect lib.htm](http://www.vzfei.ru/rus/library/elect_lib.htm)
Доступ свободный.

ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Общие указания

Целью контрольной работы является закрепление, углубление и контроль знаний, полученных при изучении дисциплины «Теория систем и системный анализ».

Студент должен овладеть предусмотренными программой темами. При этом следует использовать методические указания и рекомендованную литературу.

Контрольная работа выполняется на листах формата А4 с пронумерованными страницами. На титульном листе контрольной работы

необходимо указать наименование ВУЗа, название дисциплины, фамилию, инициалы, курс, учебный шифр, домашний адрес. В конце выполненной работы приводится список использованной литературы, ставятся дата и подпись.

Контрольная работа по дисциплине «Теория систем и системный анализ» составлена в соответствии с программой курса и включает в себя три задания.

В первом задании требуется на основе исходных данных таблицы стандартизованных значений признаков в среде табличного процессора Excel определить лучший вариант проекта программного обеспечения для заданной подсистемы.

Во втором задании средствами табличного процессора Excel требуется распределить финансовые ресурсы на фундаментальные исследования при заданных связях между опытно-конструкторскими разработками, прикладными исследованиями и фундаментальными исследованиями.

В третьем задании студент дает описание комплексного экономического анализа в терминах системного анализа.

ЗАДАНИЕ 1

Средствами табличного процессора Excel выбрать лучший вариант программного обеспечения по следующим пяти критериям:

X1 - уровень системности проекта (проект на одну задачу, на подсистему, на систему);

X2 - уровень внутримашинной организации обработки данных (файлы данных, СУБД, локальная БД, распределенная БД);

X3 - оценка возможных доходов от тиражирования;

X4 - пользовательская оценка системы;

X5 - уровень техники (мощность процессора, объем оперативной памяти, пропускная способность каналов связи.).

Численная оценка «X» дана экспертами по некоторой шкале. Наилучшие значения каждого из критериев максимальны.

В данной работе дать матрицы стандартизованных значений Z_{ij} и

расстояний между признаками C_{rs} , таблицу ближайших соседей, скопления, привести величины критического расстояния на дендрите и дополнительной строкой к матрице C_{rs} величины сумм и коэффициентов иерархии признаков. Привести координаты Z эталона, таблиц расстояний до эталона и матриц расстояний между объектами d_{ij} с выделением ближайших пар.

Вариант 1					
Вариант ПО	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	50	130	0	4	4
2	53	100	2	2	6
3	53	150	2	2	6
4	51	70	3	3	8
5	52	65	1	4	7
Вариант 2					
Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	18	54	10	4	70
2	23	58	10	4	80
3	17	40	7	2	50
4	21	60	8	3	55
5	19	48	7	3	60
Вариант 3					
Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	9	160	4	2	32
2	10	120	2	1	14
3	6	170	4	1	15
4	8	100	2	2	37
5	8	150	2	2	16
Вариант 4					
Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	0.84	0.7	0.63	3	6
2	0.82	0.85	0.2	6	4
3	0.8	0.9	0.2	8	5
4	1.2	1.45	0.8	5	8
5	1.27	1.35	0.9	6	8
Вариант 5					
Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5

1	9	75	120	3	51
2	11	74	240	3	67
3	7	79	150	4	56
4	6	70	190	2	33
5	7	75	160	3	51
Вариант 6					
Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	
1	65	70	16	13	
2	60	70	18	18	
3	60	90	16	21	
4	70	90	20	24	
5	65	100	18	33	
6	70	100	20	30	
Вариант 7					
Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	17	19	24	17	15
2	18	25	20	15	17
3	13	20	21	14	13
4	14	21	25	19	15
5	17	25	35	12	12
Вариант 8					
Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	18	25	25	20	24
2	20	26	26	21	27
3	21	19	27	22	26
4	27	22	24	24	25
5	25	24	28	22	29
Вариант 9					
Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	
1	5	3	110	5	
2	6	4	120	4	
3	4	1	100	4	
4	4	2	110	6	
5	4	1	90	10	

ЗАДАНИЕ 2

Требуется распределить финансовые ресурсы на фундаментальные исследования при заданных связях между опытно-конструкторскими

разработками (ОКР), прикладными исследованиями (ПИ) и фундаментальными исследованиями (ФИ). Значимость научных целей и матрицы связей между ФИ, ОКР и ПИ задает преподаватель.

ЗАДАНИЕ 3

Требуется дать описание комплексного экономического анализа в терминах системного анализа с элементами сценария вероятного будущего развития подсистемы экономического и организационного управления, социальной структуры, производственно-технической подсистемы и информационной системы.

Самостоятельная работа

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Раздел 1. Тема: Информационный подход к анализу системы.	Проработка учебников
Раздел 2. Тема: Методы описания систем: аналитические, статистические, теоретико-множественные, логико-лингвистические, графические, морфологические.	Проработка учебников
Раздел 3. Тема: Проблема принятия решения как многокритериальная задача. Роль ЛПР в процедуре принятия решения многокритериальной задачи.	Проработка учебников
Раздел 4. Тема: Применение моделей систем массового обслуживания для анализа систем управления.	Проработка учебников
Раздел 5. Тема: Методы количественной оценки систем: методы теории полезности; методы векторной оптимизации; методы ситуационного управления, инженерии знаний.	Проработка учебников и выполнение контрольной работы
Раздел 6. Тема: Необходимость сочетания в методике системного анализа методов активизации ЛПР и методов формализованного представления систем.	Проработка учебников
Раздел 7. Темы: Методика, основанная на концепции системы оргструктур на разных уровнях управления. Методика, базирующаяся на концепции деятельности.	Проработка учебников

Сравнительный анализ методик.	
Раздел 8. Темы: Факторный анализ финансовой устойчивости. Анализ информационных ресурсов. Развитие систем организационного управления.	Проработка учебников и выполнение контрольной работы

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

ЗАДАНИЕ 1. Пример решения.

Постановка задачи

Требуется выбрать лучший вариант проекта информационной системы по пяти критериям.

Исходные данные: строки - варианты проекта ИС, столбцы - критерии оценки.

Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	0,84	0,82	0,8	1,29	1,27
2	0,73	0,89	0,88	1,35	1,45
3	0,63	0,17	0,22	0,8	0,95
4	0,33	0,61	0,81	0,53	0,6
5	0,6	0,41	0,9	0,78	0,83

Алгоритм решения задачи состоит из следующих этапов:

1. Получение матрицы стандартизованных значений.
2. Расчет матрицы расстояний между признаками.
3. Построение таблицы ближайших соседей для признаков.
4. Построение скоплений.
5. Объединение скоплений.
6. Нахождение критического расстояния на дендрите.
7. Нахождение суммы расстояний в матрице.
8. Расчет коэффициентов иерархии признаков.
9. Определение координат эталонного объекта.
10. Нахождение расстояний от каждого объекта до эталона.

Далее приводится подробное изложение алгоритма, решения задачи.

- 1) Рассчитаем среднее значение признака x_i по формуле:

$$x_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{m}.$$

Средние значения: 0,626 0,58 0,722 0,95 1,02

2). Определим матрицу отклонений от средних значений, каждый элемент которой определяется как разность между исходным и средним значениями

Матрица отклонений от средних значений

Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	0,214	0,24	0,078	0,34	0,25
2	0,104	0,31	0,158	0,4	0,43
3	0,004	-0,41	-0,502	-0,15	-0,07
4	-0,296	0,03	0,088	-0,42	-0,42
5	-0,026	-0,17	0,178	-0,17	-0,19

3). Определим матрицу квадратов отклонений от средних значений, каждый элемент которой определяется как квадрат разности между исходным и средним значениями

Матрица квадратов отклонений

Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	0,045796	0,0576	0,006084	0,1156	0,0625
2	0,010816	0,0961	0,024964	0,16	0,1849
3	0,000016	0,1681	0,252004	0,0225	0,0049
4	0,087616	0,0009	0,007744	0,1764	0,1764
5	0,000676	0,0289	0,031684	0,0289	0,0361

4) Определим **среднеквадратичное отклонение** по формуле:

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - x_i)^2}{m}}.$$

$S_i =$ 0,170247 0,265179 0,253961 0,317301 0,304893

5) Получим **матрицу стандартизованных значений**, каждый элемент которой (z_{ij}) определяется по формуле:

$$Z_{ij} = \frac{(x_{ij} - x_i)}{S_i}.$$

Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	1,2570	0,9050	0,3071	1,0715	0,8200

2	0,6109	1,1690	0,6221	1,2606	1,4103
3	0,0235	-1,5461	-1,9767	-0,4727	-0,2296
4	-1,7387	0,1131	0,3465	-1,3237	-1,3775
5	-0,1527	-0,6411	0,7009	-0,5358	-0,6232

б) Проверка матрицы стандартизованных значений

$$\sum_{j=1}^m Z_{ij} = 0.$$

0 0 0 0,0000 0,0000

7) Определяем матрицу расстояний между признаками, которая определяется по формуле:

$$C_{rs} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (Z_{rk} - Z_{sk})^2}{n}}.$$

В скобках приведена разность между значениями Z по соответствующим столбцам матрицы Z_{ij} .

Вариант проекта	Критерий				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	0,000	0,743	1,802	2,008	1,356
2	0,441	0,000	1,265	1,542	1,544
3	1,802	1,330	0,000	1,553	1,637
4	2,008	1,691	1,841	0,000	1,352
5	1,356	1,405	1,517	1,193	0,000

8) Строим таблицу ближайших соседей для признаков. Расстояние выбирается как минимальное значение в каждом столбце матрицы C_{rs} .

Таблица ближайших соседей

№ признака	Расстояние	№ соседа
1	1,066	5
2	1,323	1
3	1,161	1
4	1,193	5
5	1,328	1

9) Построение скоплений.

Скоплениями считают группу близких к друг другу по расстоянию признаков. В таблице ближайших соседей необходимо найти наименьший элемент, фиксировать номера признаков, образующих этот элемент. Просмотреть

правую колонку таблицы, найти в ней номера признаков, совпадающих с концами выделенной пары. Присоединить, эти совпадающие признаки к выделенной паре. Исключить из рассмотрения соответствующие строки таблицы. Таким образом, получаем первое скопление.

Из оставшихся строк таблицы следует выделить найденный элемент и повторить предыдущие действия. В результате, получим следующие скопления и т.д.

Для построения скоплений сначала отыскиваем наименьшее расстояние между ближайшими соседями в массиве

Номер вершин 1-го порядка		
1	5	4
Номер вершин 2-го порядка		
	2	3
Таблица объединения скоплений (Дендрит)		
	2	3
1	1,583	1,535
5	1,405	1,517
4	1,542	1,553

10) Определим среднюю длину дуги дендрита (C_g) и среднеквадратичное отклонение (S_g) по формулам:

$$C_g = \frac{\sum C_{ij}}{m}; S_g = \sqrt{\frac{\sum (C_{ij} - C_g)^2}{m}}$$

Средняя длина дуги дендрита = 1,523

11) Критическое расстояние на дендрите определим по формуле:

$$C_{kr} = C_g + 2S_g.$$

Критическое расстояние на дендрите $C_{kr} = 1,635$

12) В матрице расстояний определим сумму расстояний, включая в нее только расстояния меньше критического.

Сумма длин расстояний, меньших критического по каждому признаку

5,607 3,478 4,583 6,296 4,252

13) Расчет коэффициентов иерархии λ_i

Для признака, у которого подсчитанная в предыдущем пункте сумма оказалась максимальной, λ_{\max} принимается равной единице, остальные λ_i

рассчитываются как отношения соответствующих сумм к максимальной.

Коэффициенты иерархии

λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5
1	0,620318	0,817418	1,122916	0,758329

14) Определение расстояний до эталона

В каждом столбце матрицы Z_{ij} выделить максимальный элемент.

Записываем его в дополнительную строку массива

	Z_{\max}			
1,2570	1,169	0,7009	1,2606	1,4103

Расстояние от каждого объекта до эталона, с учетом коэффициента иерархии признаков определим по формуле:

$$a_{i_{\text{э}}} = \sqrt{\frac{\sum I_i \cdot (Z_{ij} - Z_{i_{\text{max}}})^2}{n}}$$

В скобках разница между строкой матрицы Z_{ij} и эталонной строкой.

Суммирование идет по всем признакам.

0,308019	0,290704	1,863758	2,152264	1,468262
----------	----------	----------	----------	----------

Таблица расстояний до эталона

№ варианта	Расстояние	Место
1	0,308019	2
2	0,290704	1
3	1,863758	4
4	2,152264	5
5	1,468262	3

Наилучшим программным обеспечением является вариант №2.

ЗАДАНИЕ 2

Г.С. Поспеловым для решения большого класса задач был предложен метод, являющийся модификацией обычного дерева целей: метод решающих матриц. Он применяется при решении задачи распределения ассигнований на фундаментальные исследования. Эта задача актуальна, так как позволяет свести к минимуму субъективный элемент при решении проблемы.

Имеется некоторое множество научных целей α вектор с компонентами,

a_i ($i = 1, 2, \dots, n$). Всем компонентам назначают определенные положительные значения и нормируют, т.е.

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1.$$

Существенным в методе является разделение исследовательских работ на опытно-конструкторские разработки, прикладные и фундаментальные исследования.

Вторым этапом является перечисление всех опытно-конструкторских разработок, обеспечивающих достижение целей.

Перед экспертом стоит задача построения матрицы β значимости опытно-конструкторских работ. β_{ij} - элемент матрицы, показывающий относительное значение опытно-конструкторской разработки номера i для целей j . Эта величина также нормируется, как в предыдущем случае $\sum \beta_{ij} = 1$. Абсолютную значимость элемента уровня ОКР обозначим как $q_i = \beta_{ij} a_i$.

Для обеспечения ОКР должны быть проведены исследования прикладного характера. Задача группы экспертов состоит в перечислении прикладных исследований и расчета их значимости.

$$g_i = q_i \cdot a_{ij}.$$

Подобным же образом рассчитывают значимость функциональных исследований

$$d_i = g_i \cdot a_{ij}$$

Связь между уровнями ФИ, ПИ, и ОКР задается матрицей или в другой форме деревом целей.

Основные правила построения дерева целей сводятся к следующим:

1. Элементы нижнего уровня вытекают из элементов более высокого уровня и обеспечивают их реализации.
2. На каждом уровне дерева целей рассматриваются элементы, сопоставимые по своей значимости и масштабу.
3. Дерево целей на каждом уровне включает все элементы, полученные в результате детализации по одному принципу.

4. Все элементы одного уровня оценивают по их относительной важности для достижения целей более высокого уровня в количественной или порядковой шкале.

В зависимости от того, связаны ли элементы некоторого уровня дерева целей с одним или несколькими элементами более высокого уровня, можно выделить три типа деревьев: с перекрестными связями, прямыми связями и со связями смешанного типа.

Возможны различные принципы декомпозиции дерева целей, в частности:

1. В соответствии с предметным принципом элементы дерева целей разделяются на элементы той же природы, но более детализированные. Например, цель «совершенствование подготовки кадров» декомпозируется на «совершенствовании подготовки кадров рабочих» и т.д.

2. При использовании функционального принципа выявляются отдельные функции, множество которых определяет все пути достижения структурируемой цели. Например, функция управления дезагрегируется на целеполагание, планирование, прогнозирование и т.д.

3. Принцип декомпозиции по этапам воспроизводственного цикла, например НИОКР, внедрение в производство, производство эксплуатация.

4. Принцип охвата всех факторов, влияющих: на решение рассматриваемой проблемы.

ЗАДАНИЕ 3

Открытой считают систему, которая постоянно обменивается веществом, энергией и информацией с окружающей средой. Наиболее характерным примером открытой среды является живой организм.

Система закрыта, если в нее не поступает и из нее не выделяется энергия в любой форме (например, объект неживой природы, заключенный в замкнутом пространстве с высоким вакуумом).

Сложность системы определяется количеством входящих в нее

элементов, связями между элементами, а также взаимодействием между системой и средой. К наиболее сложным типам систем следует отнести целенаправленные системы, развитие которых подчинено достижению определенных целей, а также самоорганизующиеся системы, способные в процессе функционирования менять свою структуру и организацию. Это прежде всего социально-экономические системы в масштабе народного хозяйства, отдельных регионов, отраслевых и межотраслевых комплексов, производственных объединений и крупных предприятий.

Экономический анализ хозяйственной деятельности в условиях рыночной экономики все более приобретает характер системного анализа.

Рассмотрим общую схему формирования и анализа основных показателей хозяйственной деятельности (см. рис.1).

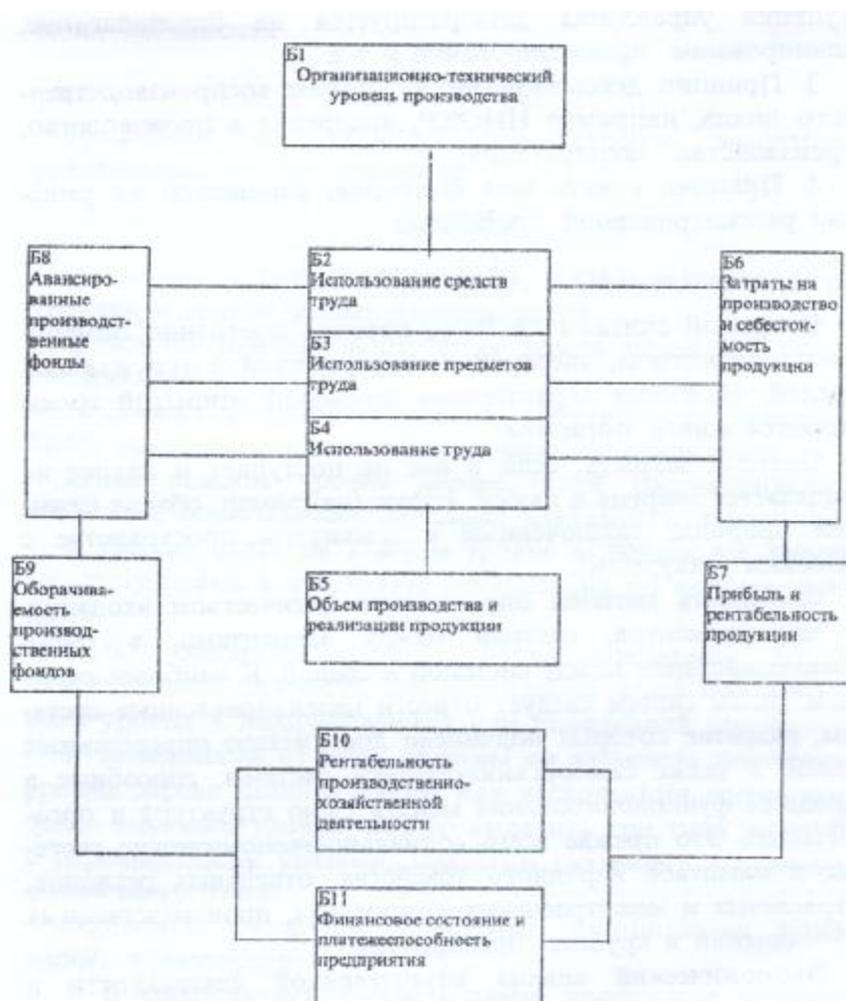


Рис.1 -Схема формирования основных показателей производственно-хозяйственной деятельности предприятия

Экономические, производственные отношения, являющиеся предметом изучения экономических наук, находятся в тесной взаимосвязи с производительными силами. Содержание последних характеризует технические условия производства, от которых зависят производительная сила труда и экономические показатели вообще. Вот почему в основе всех экономических показателей хозяйственной деятельности предприятий и объединений лежит организационно-технический уровень производства, т. е. качество продукции и используемой техники, прогрессивность технологических процессов, техническая и энергетическая вооруженность труда, степень концентрации, специализации, кооперирования и комбинирования, длительность производственного цикла и ритмичность производства, уровень организации производства и управления.

Предметом экономического анализа непосредственно не является техническая сторона производства. Но экономические показатели изучаются в тесном взаимодействии с техникой и технологией производства, его организацией. Технический прогресс - решающий фактор подъема производительных сил и развития человеческого общества.

На уровень экономических показателей значительное влияние оказывают природные условия. Это обстоятельство играет важную роль в ряде отраслей народного хозяйства, особенно в сельском хозяйстве, в добывающей промышленности.

Экономические показатели характеризуют не только технические, организационные и природные условия производства, но и социальные условия жизни производственных коллективов, а также внешнеэкономические связи предприятия, т. е. состояние рынков финансирования, купли и продажи. От всех этих условий зависит степень использования производственных ресурсов: средств труда, предметов труда и самого труда. Интенсивность использования производственных ресурсов проявляется в таких обобщающих показателях, как производительность труда, фондоотдача основных производственных фондов,

материалоемкость, производства продукции.

Обобщающие показатели каждого блока называются синтетическими. Например. объем реализованной продукции - синтетический показатель для блока б, полная себестоимость этой продукции - для блока 7. Синтетический показатель одного блока, являющийся выходом для этого блока подсистемы, для другого, соподчиненного с ним, будет играть роль входа.

Рассмотрим более подробно блок б. Входными здесь будут синтетические показатели блоков 3, 4 и 5: средняя величина промышленно-производственных фондов, выход продукции на 1 д.е. основных фондов (фондоотдача), стоимость потребленных предметов труда, выход продукции на 1 д.е. потребленных предметов труда (материалоотдача), средняя численность работающих и производительность их труда. Синтетический показатель (выход) блока б - объем реализованной продукции. Объем реализованной продукции зависит от объема отгруженной и оплаченной продукции, от изменения остатков готовых изделий на складах, величины незавершенного производства, а следовательно, от объема валовой продукции.

В системе комплексного анализа производственные факторы выявляются с точки зрения их влияния на обобщающие показатели хозяйственной деятельности, но при этом необходимо учитывать и обратную связь, т.е. влияние этих результативных показателей на показатели, характеризующие отдельные стороны работы предприятий.

Главная ценность системного экономического анализа состоит в том, что в процессе его проведения строится логико-методологическая схема, соответствующая внутренним связям показателей и факторов, которая открывает широкие возможности для применения электронной вычислительной техники и математических методов.

Сначала дается предварительная характеристика хозяйственной деятельности по системе важнейших показателей (блок 1), затем глубоко анализируются факторы и причины, определяющие эти показатели.

выявляются внутривладельческие резервы (блоки 2-12), На основе такого анализа оценивается деятельность предприятия, проверяются формирование и использование фондов экономического стимулирования (блок 13).

Для объективной оценки работы отчетные показатели за периоды деятельности корректируются на основе результатов анализа: вычитаются (или прибавляются) суммы, на которые повлияли внешние факторы (изменение цен, тарифов и т.д.), нарушения государственной и хозяйственной дисциплины. Полученные таким путем отчетные показатели полнее характеризуют деятельность производственных коллективов. Именно они сравниваются с показателями предшествующих периодов, с планом.

Взаимосвязь основных групп показателей хозяйственной деятельности предприятий определяет схему и последовательность проведения их комплексного экономического анализа как совокупности локальных анализов.

Главное в комплексном анализе – системность, увязка отдельных разделов - блоков анализа между собой, анализ взаимосвязи и взаимной обусловленности этих разделов и вывод результатов анализа каждого блока на обобщающие показатели эффективности.