

## Закономерности функционирования и развития открытых систем с активными элементами

---

Закономерности систем развивались постепенно. Первые закономерности *эмерджентности, эквифинальности, закономерность проявления негэнтропийных тенденций, противодействующая второму началу термодинамики* предложил **Л. фон Бергаланфи**. Закономерности *иерархической упорядоченности* исследовал **В. А.Энгельгардт**. Закон *«необходимого разнообразия»* **У. Р. Эшби**. В исследование закономерностей внесли вклад ряд других учёных.

На семинарах и конференциях, проводимых школой «Системный анализ в проектировании и управлении», сложилась классификация закономерностей.

### Классификация закономерностей строения, функционирования и развития систем

Класс *самоорганизующихся* или *развивающихся* систем характеризуется рядом признаков, особенностей, приближающих их к реальным развивающимся объектам. Эти особенности можно разделить на 2 группы.

1. Особенности, обеспечивающие положительные свойства систем как открытых систем с активными элементами:

- *способность адаптироваться к изменяющимся условиям среды и помехам* (причем как к *внешним*, так и к *внутренним*),
- *принципиальная неравновесность* (**Эрвин Бауэр**<sup>1</sup>);
- *способность противостоять энтропийным* (разрушающим систему) *тенденциям и проявлять негэнтропийные тенденции*,
- *способность вырабатывать варианты поведения и изменять свою структуру*, выходить на новый уровень *эквифинальности*, сохраняя при этом целостность и основные свойства;
- *способность и стремлением к целеобразованию*.

2. Особенности самоорганизующихся систем, негативные для управления развивающимися системами:

- *нестационарность* (изменчивость, нестабильность) *отдельных параметров и стохастичность поведения*;
- *уникальность и непредсказуемость поведения системы в конкретных условиях*;
- *неоднозначность использования понятий*;

Более подробно эти особенности охарактеризованы в табл. 1.

---

<sup>1</sup> Общая биология: учебник / Под ред. Э. С. Бауэра. – М.: Учпедгиз, 1936.

## Особенности самоорганизующихся (развивающихся) систем

Особенность	Краткая характеристика
<i>Нестационарность</i> (изменчивость, нестабильность) параметров и <i>стохастичность</i> поведения	Эта особенность легко интерпретируется для любых систем с активными элементами (живых организмов, социальных организаций и т.п.), обуславливая стохастичность их поведения
<i>Уникальность и непредсказуемость</i> поведения системы в конкретных условиях	Проявляются у системы, благодаря наличию в ней активных элементов, в результате чего у системы как бы проявляется «свобода воли», но в то же время имеет место и наличие <i>предельных возможностей</i> , определяемых имеющимися ресурсами (элементами, их свойствами) и характерными для определенного типа систем структурными связями
Способность <i>адаптироваться</i> к изменяющимся условиям среды и помехам	Это свойство, казалось бы, является весьма полезным. Однако адаптивность может проявляться не только по отношению к помехам, но и по отношению к управляющим воздействиям, что весьма затрудняет управление системой
<i>Принципиальная неравновесность</i>	При исследовании отличий живых, развивающихся объектов от неживых биолог <i>Эрвин Бауэр</i> высказал гипотезу о том, что живое принципиально находится в неустойчивом, неравновесном состоянии, и более того – использует свою энергию для поддержания себя в неравновесном состоянии (которое и является собственно жизнью). Эта гипотеза находит все большее подтверждение в современных исследованиях. При этом возникают проблемы сохранения устойчивости системы
Способность <i>проявлять энтропийным</i> (разрушающим систему) <i>тенденциям</i> и <i>проявлять неэнтропийные тенденции</i>	Обусловлена наличием активных элементов, стимулирующих обмен материальными, энергетическими и информационными продуктами со средой и проявляющих собственные «инициативы», активное начало. Благодаря этому в таких системах нарушается закономерность возрастания энтропии (аналогичная второму закону термодинамики, действующему в закрытых системах, так называемому «второму началу»), и даже наблюдаются <i>неэнтропийные</i> тенденции, т.е. собственно <i>самоорганизация, развитие</i> , в том числе «свобода воли»
Способность <i>вырабатывать варианты</i> поведения и <i>изменять свою структуру</i>	Это свойство может обеспечиваться с помощью различных методов, позволяющих формировать разнообразные модели вариантов принятия решений, выходить на новый уровень <i>эквивиальности</i> , сохраняя при этом целостность и основные свойства

Особенность	Краткая характеристика
Способность и стремлением к <i>целесообразованию</i>	В отличие от закрытых (технических) систем, которым цели задаются <i>извне</i> , в системах с активными элементами цели формируются <i>внутри</i> системы (впервые эта особенность применительно к экономическим системам была сформулирована <b>Ю. И. Черняком</b> ); целеобразование – основа негэнтропийных процессов в системах
<i>Неоднозначность использования понятий</i>	Например, «цель» – «средство», «система» – «подсистема» и т.п. Эта особенность проявляется при формировании структур целей, при разработке проектов сложных технических комплексов, автоматизированных систем управления и т.п., когда лица, формирующие структуру системы, назвав какую-то ее часть подсистемой, через некоторое время начинают говорить о ней, как о системе, не добавляя приставки «под», или подцели начинают называть средствами достижения вышестоящих целей. Из-за этого часто возникают затяжные дискуссии, которые легко разрешаются с помощью закономерности коммуникативности, свойства «двуликого Януса» (см. подробнее ниже)

Перечисленные особенности имеют разнообразные проявления, которые иногда можно выделять как самостоятельные особенности. Эти особенности, как правило, обусловлены наличием в системе активных элементов и носят двойственный характер: они являются новыми свойствами, полезными для существования системы, приспособляемости ее к изменяющимся условиям среды, но в то же время вызывают неопределенность, затрудняют управление системой.

Мы не приводили подробных поясняющих примеров, поскольку каждый студент может легко обнаружить большинство из названных особенностей на примере своего собственного поведения или поведения своих друзей, коллектива, в котором учится.

Часть из рассмотренных особенностей характерна для диффузных систем (*стохастичность поведения, нестабильность отдельных параметров*), но большинство из особенностей являются специфическими признаками, существенно отличающими этот класс систем от других и затрудняющими их моделирование.

В то же время при создании и организации управления предприятиями часто стремятся отобразить их, используя теорию автоматического регулирования и управления, разработывавшуюся для закрытых, технических систем и существенно искажающую понимание систем с

активными элементами, что способно нанести вред предприятию, сделать его неживым «механизмом», не способным адаптироваться к среде и разрабатывать варианты своего развития.

Такая ситуация стала, в частности, наблюдаться в нашей стране в 1960–70-е гг., когда слишком жесткие директивы стали сдерживать развитие промышленности.

Исследованием причин проявления подобных особенностей сложных объектов с активными элементами занимаются философы, психологи, специалисты по теории систем, которые для объяснения этих особенностей предлагают и исследуют *закономерности систем*

Изучение закономерностей функционирования и развития открытых систем является наиболее значимым результатом теории систем **Л. фон Берталанфи**. Эти общесистемные закономерности, Л. фон Берталанфи вначале называл системными параметрами, а **А. Холл** – макроскопическими закономерностями. Первые закономерности сформулировал Берталанфи. Затем упорядочил и более полно раскрыл общесистемные закономерности **В. Г. Афанасьев**<sup>2</sup>, который занимался в основном исследованием проблемы целостности. В настоящее время сформирована классификация закономерностей систем<sup>3</sup> (рис. 1).



Рис. 1. Классификация закономерностей теории систем

<sup>2</sup> **Афанасьев В. Г.** Проблема целостности в философии и биологии. – М.: Мысль, 1984. – 416 с.

<sup>3</sup> **Волкова В. Н., Денисов А. А.** Теория систем и системный анализ: учебник– 2-е изд., перераб. и дополн. М.: Изд-во Юрайт, 2014. 616 с.

Проявление противоречивых особенностей развивающихся систем и объясняющих их закономерностей в реальных объектах необходимо изучать, постоянно контролировать, отражать в моделях и искать методы и средства, позволяющие регулировать степень их проявления.

При исследовании и проектировании систем важно также учитывать закономерности целеобразования.

В классификацию, приведенную на рис. 1, включены наиболее изученные общественные закономерности, с помощью которых можно объяснять свойства, приведенные в табл. 1. Кратко рассмотрим основные особенности приведенных закономерностей, которые в большей мере влияют на процесс познания и исследования социальной сферы, в которой в наибольшей мере проявляются эти закономерности.

### Закономерности взаимодействия части и целого

Эти закономерности помогают глубже понять диалектику части и целого в системе. Основные из этих закономерностей характеризуют два крайних состояния системы (табл. 2) – полную *целостность* и распад системы (*аддитивность*).

Таблица 2.

Закономерности взаимодействия части и целого

Закономерности взаимодействия части и целого	Характеристика
<p>Целостность (эмерджентность)</p> <p>1) <math>Q_s \neq \sum_{i=1}^n q_i</math></p> <p>2) <math>Q_s = f(q_i)</math>,</p> <p>где <math>Q</math> – свойства целого; <math>q_i</math> – свойства элементов;</p> <p>3) элементы, входя в систему, утрачивают часть своих свойств, т. е. система как бы подавляет ряд свойств элементов; но, с другой стороны, элементы в системе приобретают новые свойства</p>	<p>Появление (emerge – появляться) у системы новых свойств, отсутствующих у вошедших в нее элементов.</p> <p>Свойство целостности связано с целью, для выполнения которой создается система.</p> <p>В ряде реальных ситуаций не удается выявить факторы, обуславливающие возникновение целостности. Тогда системные представления становятся средством исследования</p>
Прогрессирующая систематизация	Тенденция к нарастанию целостности, уменьшению самостоятельности элементов
Прогрессирующая факторизация	Тенденция к снижению целостности, к возрастанию самостоятельности элементов
<p>Аддитивность (суммативность)</p> <p><math>Q_s = \sum_{i=1}^n q_i</math></p> <p>(физическая аддитивность, независимость, суммативность, обособленность)</p>	<p>Проявляется у системы, как бы распавшейся на независимые элементы. В этом крайнем случае и говорить-то о системе нельзя. На практике существует опасность искусственного разложения системы на независимые элементы, когда при внешнем графическом изображении они кажутся элементами системы</p>

*Л. фон Берталанфи* считал эмерджентность основной системной проблемой

Любая развивающаяся система находится, как правило, между состоянием абсолютной целостности и абсолютной аддитивности, и выделяемое состояние системы (ее «срез») можно охарактеризовать степенью проявления одного из этих свойств или тенденций к его нарастанию или уменьшению. Для оценки этих тенденций *А. Холл*<sup>4</sup> ввел две сопряженные закономерности, которые он назвал *прогрессирующей факторизацией* – стремлением системы к состоянию со все более независимыми элементами, и *прогрессирующей систематизацией* – стремлением системы к уменьшению самостоятельности элементов, т. е. к большей целостности

На основе информационного подхода *А. А. Денисов* ввел сравнительные количественные оценки степени целостности  $\alpha$  и коэффициента использования свойств элементов  $\beta$  в целом (табл. 3).

Таблица 3

Оценка степени целостности и свободы элементов

Закономерности взаимодействия части и целого	Степень целостности $\alpha$	Коэффициент использования элементов $\beta$
Целостность (эмерджентность) $Q_s \neq \sum_{i=1}^n q_i$	1	0
Прогрессирующая систематизация	$\alpha > \beta$	
Прогрессирующая факторизация	$\alpha < \beta$	
Аддитивность (суммативность) $Q_s = \sum_{i=1}^n q_i$	0	1

Исследования *А. А. Денисова* показывают, что без обеспечения целостности в системе не могут возникнуть целостные, общесистемные свойства, полезные для ее сохранения и развития. Но в случае большой целостности система будет подавлять свойства элементов, и может утратить часть из них, в том числе полезных. Поэтому реальная сложная, развивающаяся система всегда должна находиться между двумя крайними состояниями – целостности, стабильности и распадом, хаосом. И социально-экономические системы (организации, территориальные образования, общество в целом) стоят перед выбором степени регулирования целостности.

<sup>4</sup> Холл А. Опыт методологии для системотехники. – М.: Сов. радио, 1975.– 448 с.

**Интегративность.** Этот термин часто употребляется как синоним целостности. Однако некоторые исследователи (например, **В. Г. Афанасьев**<sup>5</sup>) выделяют эту закономерность как самостоятельную, стремясь подчеркнуть интерес не к внешним факторам проявления целостности, а к более глубоким причинам, обуславливающим возникновение этого свойства, к факторам, обеспечивающим сохранение целостности.

Интегративными называют системообразующие, системосохраняющие факторы, в числе которых важную роль играют *неоднородность* и *противоречивость* элементов (исследуемые большинством философов), с одной стороны, и *стремление их вступить в коалиции* (на что обратил внимание **А. А. Богданов**<sup>6</sup> и исследуют **А. А. Малиновский**<sup>7</sup> и **М. Месарович** [20]), с другой.

Исследованию причин возникновения целостных свойств в теории систем уделяется большое внимание. Однако в ряде реальных ситуаций не удастся выявить факторы, обуславливающие возникновение целостности. Тогда системные представления становятся средством исследования. Благодаря тому, что отображение объекта в виде системы подразумевает в силу закономерности целостности качественные изменения при объединении элементов в систему и при переходе от системы к элементам (и эти изменения происходят на любом уровне расчленения системы), можно хотя бы структурой представить объект или процесс, для изучения которого не удастся сразу сформировать математическую модель, требующую выявления точных, детерминированных взаимоотношений между элементами системы.

Иными словами, с помощью понятий *система* и *структура* можно отображать проблемные ситуации с неопределенностью. Расчленяя систему, можно анализировать причины возникновения целостности на основе установления причинно-следственных связей различной природы между частями, частью и целым, т.е. выявления причинно-следственной обусловленности целого средой.

### **Закономерности иерархической упорядоченности систем**

В этой группе закономерностей выделяют две – *коммуникативность* и собственно *иерархичность*. Основные особенности этих закономерностей приведены в табл. 3.3. Эти закономерностей тесно связана с закономерностью целостности, с расчленением целого на части.

---

<sup>5</sup> **Афанасьев В. Г.** Проблема целостности в философии и биологии / В. Г. Афанасьев. – М.: Мысль, 1984. – 416 с.

<sup>6</sup> **Богданов А. А.** Всеобщая организационная наука: Тектология. В 2-х кн. М.: 1905–1924.

<sup>7</sup> **Малиновский А. А.** Механизмы формирования целостности систем. – СПб.: Системные исследования: Ежегодник, 1972. – М.: Наука, 1973. – С.52–62.

Однако характеризует и взаимодействие системы с ее окружением – со средой (значимой или существенной для системы), надсистемой, подчиненными системами.

Закономерность *иерархичности* или *иерархической упорядоченности* была в числе первых закономерностей теории систем, которые выделил и исследовал *Л. фон Берталанфи*.

Он, в частности, показал связь иерархической упорядоченности мира с явлениями дифференциации и негэнтропийными тенденциями, т. е. с закономерностями самоорганизации, развития открытых систем, рассматриваемыми ниже. На выделении уровней иерархии природы базируется рассмотренная классификация *К. Боулдинга*.

На необходимость учитывать не только внешнюю структурную сторону иерархии, но и функциональные взаимоотношения между уровнями обратил внимание *В. А. Энгельгардт*<sup>8</sup>.

На примерах биологических организаций он показал, что более высокий иерархический уровень оказывает направляющее воздействие на нижележащий уровень, подчиненный ему, и это воздействие проявляется в том, что подчиненные члены иерархии приобретают новые свойства, отсутствовавшие у них в изолированном состоянии (подтверждение положения о влиянии целого на элементы, приведенного выше), а в результате появления этих свойств формируется новый, другой «облик целого» (влияние свойств элементов на целое). Возникшее таким образом новое целое приобретает способность осуществлять новые функции, в чем и состоит цель образования иерархий.

Рассмотренные особенности иерархических представлений (или как принято иногда говорить иерархических систем) наблюдаются не только на биологическом уровне развития Вселенной, но и в социальных организациях.

Таблица 4

#### Закономерности иерархической упорядоченности

Закономерности иерархической упорядоченности	Характеристика
Коммуникативность	Составляет основу определения системы <i>В. Н. Садовским</i> и <i>Э. Г. Юдиным</i> [17], из которого следует, что система не изолирована от других систем, она связана множеством коммуникаций со средой, представляющей собой, в свою очередь, сложное и неоднородное образование, содержащее <i>надсистему</i> (систему более высокого порядка, задающую требования и ограничения исследуемой системе), <i>подсистемы</i> (нижележащие, подведомственные системы) и <i>системы одного уровня с рассматриваемой</i>

<sup>8</sup> *Энгельгардт В. А.* О некоторых атрибутах жизни: иерархия, интеграция, узнавание // Вопросы философии. – 1976. – № 7. – С. 65–81.



Закономерности иерархической упорядоченности	Характеристика
Иерархичность	<p>1. На каждом уровне иерархии проявляется закономерность коммуникативности. По метафорической формулировке, используемой <i>А. Кёстлером</i><sup>9</sup>, каждый уровень иерархии обладает свойством «двуликого Януса»: «лик», направленный в сторону нижележащего уровня, имеет характер автономного целого (системы), а «лик», направленный к узлу (вершине) вышестоящего уровня, проявляет свойства зависимой части (элемента вышестоящей системы, каковой является для него составляющая вышестоящего уровня, которой он подчинен).</p> <p>2. На каждом уровне и в каждом узле иерархии проявляется закономерность целостности (т. е. качественные изменения свойств компонентов более высокого уровня по сравнению с объединяемыми компонентами нижележащего). При этом объединение компонентов в каждом узле иерархической структуры приводит к появлению новых свойств у узла, утрате объединяемыми компонентами свободы проявления некоторых своих свойств и приобретению новых общесистемных свойств.</p> <p>3. Одну и ту же систему можно представить несколькими иерархическими структурами. Это зависит от цели, методики структуризации и лица, формирующего структуру.</p> <p>4. Благодаря рассмотренным свойствам иерархические представления являются средством исследования систем с неопределенностью. С помощью иерархических представлений можно отображать проблемные ситуации с неопределенностью, при этом «большую» неопределенность разделяют на более «мелкие», которые легче поддаются изучению</p>

### Закономерности осуществимости систем

Проблема осуществимости систем является наименее исследованной. Объединенные в эту группу закономерности (см. табл. 5) открывались независимо друг от друга, но их совместное рассмотрение помогает понять проблему осуществимости систем.

<sup>9</sup> *A. Koestler. Beyond Atomism and Holism//Beyond Reductionism. – London, 1969. – 197 p.*

## Закономерности осуществимости систем

Закономерности осуществимости	Характеристика
<p>Эквифинальность – предельные возможности, предельно возможное состояние, к которому может стремиться тот или иной вид, а соответственно, и стремление к этому предельному состоянию из любых начальных условий</p>	<p><b>Л. фон Бергаланфи</b>, предложивший этот термин, определил <i>эквифинальность</i> как «<i>способность в отличие от состояния равновесия в закрытых системах, полностью детерминированных начальными условиями, ...достигать не зависящего от времени состояния, которое не зависит от ее начальных условий и определяется исключительно параметрами системы</i>»<sup>10</sup> (с.42).</p> <p>По Бергаланфи можно говорить об уровне развития крокодила, обезьяны и характеризовать их предельно возможным состоянием, к которому может стремиться тот или иной вид, даже если индивид появился на свет раньше положенного времени или провел, подобно Маугли, некоторый начальный период жизни в несвойственной ему среде.</p> <p>Живые организмы по мере эволюции усложняются, и в разные периоды их жизни можно наблюдать различные состояния эквифинальности. В наибольшей мере это проявляется у человека, что является предметом изучения многих исследователей – биологов, философов, инженеров, которые выделяют примерно следующие уровни (называемые по-разному): <i>материальный, эмоциональный, семейно-общественный, социально-общественный, интеллектуальный</i> и т. п.</p>
<p>Закон «необходимого разнообразия» <b>У. Р. Эшби</b><sup>11</sup> – необходимость учитывать предельную осуществимость системы</p>	<p>Эшби доказал теорему, на основе которой сформулировал следующий вывод: создавая систему, способную справиться с решением проблемы, обладающей определенным, известным разнообразием (сложностью), нужно обеспечить, чтобы система имела еще большее разнообразие (знания методов решения), чем разнообразие решаемой проблемы, или была способна создать в себе это разнообразие (владела бы методологией, могла разработать методику, предложить новые методы решения проблемы).</p> <p>Применительно к системам управления закон «необходимого разнообразия» может быть сформулирован следующим образом: <i>разнообразие управляющей системы (системы управления) <math>V_{su}</math> должно быть больше (или, по крайней мере, равно) разнообразию управляемого объекта <math>V_{ou}</math>: <math>V_{su} &gt; V_{ou}</math></i></p>

<sup>10</sup> *Исследования по общей теории систем*: Сб. переводов / Общ. ред. и вступит. статья В. Н. Садовского и Э. Г. Юдина. – М.: Прогресс, 1969. – 520 с.

<sup>11</sup> *Эшби У. Р.* Введение в кибернетику. – М.: ИЛ, 1959. – 432 с.

Закономерности осуществимости	Характеристика
Закономерность потенциальной эффективности <b>Б. С. Флейшмана</b>	<b>Б. С. Флейшман</b> <sup>12</sup> , развивая идею <b>В. А. Котельникова</b> о потенциальной помехоустойчивости систем, связал сложность структуры системы со сложностью ее поведения; предложил количественные выражения предельных законов надежности, помехоустойчивости, управляемости и других качеств систем; и показал, что на их основе можно получить количественные оценки осуществимости систем с точки зрения того или иного качества – предельные оценки жизнеспособности

### Закономерности развития систем

Все больше начинает осознаваться необходимость учета при моделировании систем принципов их изменения во времени, для понимания которых могут помочь закономерности рассматриваемой группы, которые условно можно разделить на две закономерности – *историчности* и *самоорганизации* (табл. 6).

Таблица 6

#### Закономерности развития систем

Закономерности развития систем	Характеристика
<i>Историчность</i>	<p>Основана на понятии «жизненного цикла» системы – периода времени от возникновения потребности в системе и ее становления до снижения эффективности функционирования и «смерти» или ликвидации системы.</p> <p>Такая трактовка «жизненного цикла» (ЖЦ) системы сформировалась не сразу. Тот факт, что время является неперменной характеристикой системы и что любая система не только возникает, функционирует, развивается, но и погибает, осознавался с древних времен. Однако при создании искусственных систем, а тем более для конкретных сложных технических комплексов и особенно организационных систем не всегда легко определить эти периоды. Этапы ЖЦ от формирования требований к продукции до окончания ее эксплуатации определяются в ГОСТах и стандартах.</p> <p>В теории систем первым на необходимость включения в ЖЦ этапа ликвидации системы обратил внимание <b>В. И. Николаев</b>.</p>

<sup>12</sup> **Флейшман Б. С.** Основы системологии. – М.: Радио и связь, 1982. – 272 с.

Закономерности развития систем	Характеристика
<i>Закономерность самоорганизации</i>	<p>Базируется на сочетании в любой реальной развивающейся системе двух противоречивых тенденций: с одной стороны, для всех явлений, в том числе и для развивающихся, открытых систем справедлив второй закон термодинамики («второе начало»), т. е. стремление к <i>возрастанию энтропии</i>; а с другой стороны, наблюдаются <i>негэнтропийные</i> тенденции, лежащие в основе эволюции. Эту особенность <i>Дж. ван Гиг</i> назвал «дуализмом»<sup>13</sup>.</p> <p>Исследованием процессов самоорганизации занимается синергетика.</p>

**Закономерность историчности** учитывается не только пассивно, но и используется для предупреждения «смерти» системы путем реконструкции, реорганизации системы для сохранения ее в новом качестве.

Так, при создании сложных технических комплексов предлагают<sup>14</sup> корректировать технический проект с учетом старения идеи, положенной в его основу, уже в процессе проектирования и создания системы; рекомендуют при создании технической документации, сопровождающей систему, включать в нее не только вопросы эксплуатации системы, но и срок жизни, ликвидацию. При регистрации предприятий в Уставе предусматривают этап ликвидации предприятия.

Проводятся также более глубокие исследования ЖЦ с учетом природных циклов *Н. Д. Кондратьева*. Предлагается прогнозировать точки начала спада эффективности и выводить систему на новый уровень эквифинальности, подобно рис. 2.

В практике проектирования и управления на необходимость учета закономерности историчности начинают обращать все больше внимания. При этом закономерность историчности можно учитывать, не только пассивно фиксируя старение, но и использовать для предупреждения «смерти» системы, разрабатывая «механизмы» реконструкции, реорганизации системы для сохранения ее в новом качестве. Эту закономерность можно условно охарактеризовать так: «Выживай, преобразуясь».

Интересный для сиоциального управления подход, в соответствии с которым этапы ЖЦ предприятия делятся на этапы роста (выхаживание, младенчество, быстрый рост, юность, расцвет, стабильность) и этапы старения (аристократизм, ранняя бюрократизация, бюрократизация, смерть), предложен в трудах американского исследователя *И. Адизеса* в конце 1980-х гг.<sup>15</sup>.

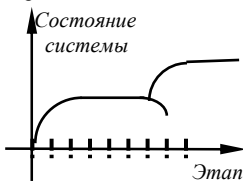


Рис. 2. «Выживай, преобразуясь»

<sup>13</sup> *Гиг Дж. ван*. Прикладная общая теория систем. В 2-х кн. — М.: Мир, 1981. Кн. 1 — 341 с., кн. 2 — 342 с.

<sup>14</sup> *Организация* систем управления созданием и развитием технической продукции: Методические рекомендации / *М.М. Четвертаков* и др. — Л.: ЦНИИ "Румб", 1981. — 96 с.

<sup>15</sup> *Адизес И*. Теория жизненных циклов организации. М: Инфра-М, 2002.

**Закономерность самоорганизации.** Термин “самоорганизация”, исходно определяют как понятие, характеризующее способность сложных систем выходить на новый уровень развития, адаптироваться к изменяющимся условиям, преобразуя при необходимости свою структуру и т. п., но сохраняя при этом определенную *устойчивость* и *целостность*.

Но в данной классификации этот термин использован для названия закономерности<sup>16</sup>, основанной на одной из принципиальных особенностей сложных систем (см. табл. 1) – способности противостоять энтропийным (разрушающим систему) тенденциям и проявлять негэнтропийные тенденции.

Термин «энтропия» (от др.-греч. ἐντροπία — поворот, превращение), широко используемый в естественных и точных науках, впервые ввел в термодинамике **Рудольф Клаузиус (Clausius)**<sup>17</sup>, который в 1850 г. дал первую формулировку второго закона термодинамики (кратко называемого «второе начало»): «Теплота сама собой не может переходить от тела холодного к телу горячему»<sup>18, с. 159</sup>, а в 1965 г. опубликовал работу «О различных удобных для применения формах второго начала математической теории теплоты», в которой ввёл понятие энтропии.

Клаузиус ввел *энтропию как функцию состояния термодинамической системы*, определяющую меру необратимого рассеивания энергии, ошибочно распространив принцип возрастания энтропии замкнутой системы на всю Вселенную, и высказал гипотезу о тепловой смерти Вселенной. Концепция «тепловой смерти» у Клаузиуса заключена в формулировке второго начала термодинамики в виде следующего постулата: «*Энтропия Вселенной стремится к максимуму*».

Постулат Клаузиуса и концепция *тепловой смерти* вызвали большое количество возражений. Были придуманы многочисленные эксперименты, казалось, противоречащие принципу Карно-Клаузиуса. Очень тонкий мысленный эксперимент, например, выдвинул в 1870 г. **Дж. К. Максвелл** (так называемый «демон Максвелла»<sup>19</sup>).

В 1852 г. **У. Томсон**<sup>20</sup> дал несколько иную формулировку «второго начала» – «Невозможен процесс, результатом которого было бы совершение работы за

---

<sup>16</sup> Выбранный для названия этой закономерности термин не вполне точно отражает диалектику энтропийно-негэнтропийных тенденций в развивающихся системах. Возможно, в дальнейшем для этой закономерности будет найдено более точное название.

<sup>17</sup> **Рудольф Юлиус Эммануэль Клаузиус** (нем. *Rudolf Julius Emanuel Clausius*, имя при рожд. — **Рудольф Готтлиб** (нем. *Rudolf Gottlieb*); 2 января 1822, — 24 августа 1888) — немецкий физик, механик и математик.

<sup>18</sup> Это утверждение опубликовано в работе Клаузиуса «О движущей силе теплоты и о законах, которые можно отсюда получить для теории теплоты» в 1850 г. [**Гельфер Я. М.** История и методология термодинамики и статистической физики. 2-е изд. — М.: Высш. школа, 1981. — 536 с.].

<sup>19</sup> **Robert Piotrowski**. Demon Maxwella. Dzieje i filozofia pewnego eksperymentu. — 1. — Warszawa: Wydawnictwo Akademickie Dialog, 2011. — 332 с.; **Бриллюэн Л.** Наука и теория информации. — М.: Физматлит, 1960. — 495 с.

<sup>20</sup> **Уильям Томсон, барон Кельвин** (англ. *William Thomson, 1st Baron Kelvin*; 26 июня 1824 года, Ирландия — 17 декабря 1907 года, Шотландия) — британский

*счет теплоты, взятой от одного какого-то тела. ... это означает, что физически невозможно сконструировать вечный двигатель. Не позволит энтропия замкнутой системы».*

«Второе начало» считается в физике непреложным законом. В то же время уже в 1872 г. **Л. Больцман**<sup>21</sup> сформулировал так называемую *H*-теорему, выражающую закон возрастания энтропии для изолированной системы, показал статистический характер второго начала термодинамики, связав энтропию *H* замкнутой системы с числом возможных микросостояний, реализующих данное макросостояние.

$H = k \log W$ , где *k* – постоянная Больцмана, *W* – мера неупорядоченности системы, которая равна количеству микросостояний, соответствующих данному макросостоянию системы<sup>22</sup>. Это стало указанием на несостоятельность представления о «тепловой смерти Вселенной».

Но при этом высказал предположение о том, что «в замкнутой системе энтропия всегда увеличивается», Однако все же «Уменьшить ее можно ... благодаря внешней энергетической подпитке. И этот закон мы наблюдаем каждый день».

Как было отмечено в гл. 1, **Л. фон Берталанфи**<sup>23</sup> при исследовании сложных открытых систем поставил под сомнение абсолютность «второго начала: и высказал мнение, что в открытых системах «... вполне возможен ввод энтропии. Поэтому подобные системы могут сохранять свой высокий уровень и даже развиваться в сторону увеличения порядка и сложности, что действительно является одной из наиболее важных особенностей жизненных процессов»<sup>24</sup>.

Эту идею **Л. фон Берталанфи** сформулировал, наблюдая живые организмы, для отображения которых ввел понятие *открытой системы*. «... живые организмы являются открытыми. Жизненный процесс организмов предполагает наличие входящего из окружающей среды потока материи, тип и объем которого определяется в соответствии с системными характеристиками организма. Так же осуществля-

---

физик и механик. Известен своими работами в области термодинамики, механики, электродинамики.

<sup>21</sup> **Людвиг Больцман** (нем. *Ludwig Eduard Boltzmann*, 20 февраля 1844, Вена, Австрийская империя — 5 сентября 1906, Дуино, Италия) — австрийский физик-теоретик, основатель статистической механики и молекулярно-кинетической теории.

<sup>22</sup> Философская Энциклопедия. В 5-х т. — М.: Советская энциклопедия. Под редакцией Ф. В. Константинова. 1960—1970; **Эткинс П.** Порядок и беспорядок в природе. Пер. с англ. Ю. Г. Рудого. – М.: «Мир», 1987.

<sup>23</sup> **Людвиг фон Берталанфи** (англ. *Ludwig von Bertalanffy*; 19 сентября 1901, Вена — 12 июня 1972, Нью-Йорк) — австрийский биолог, проживавший в Канаде и США с 1949 года – первооснователь обобщённой системной концепции под названием «Общая теория систем» [Википедия].

<sup>24</sup> **L. von Bertalanffy.** General System Theory // «General System», vol. 1, 1956. p. 3–41.

ется выход из системы в окружающую среду материи, как результата функционирования системы. Таким образом организмы обеспечивают себе дополнительную энергию, которая позволяет достигать негэнтропии, а также обеспечивает устойчивость системы по отношению к среде»<sup>25</sup>.

В настоящее время в теории систем это утверждение *Л. фон Берталанфи* признается как закономерность, которая стала в явном виде проявляться при исследовании открытых систем, *постоянно обменивающиеся со средой массой, энергией, информацией*, и считается принципиальным отличием открытых систем от закрытых.

В то же время в последующем было осознано, что эта закономерность проявляется на всех уровнях развития материи. Только на уровне неживых систем она практически не обнаруживается. Проявляется в электромагнитных полях в форме флуктуаций. Начинает наблюдаться на уровне появления абиотического слоя земли. Осознается существование этой закономерности на уровне растений и животных, человека. Активно исследуется в настоящее время в социально-экономических системах.

Исходно по *Л. фон Берталанфи* способность противостоять энтропийным (разрушающим систему) тенденциям и проявлять негэнтропийные тенденции обусловлена открытостью системы.

В последующем было осознано, что негэнтропийные тенденции инициируются наличием *активных элементов*. Эти элементы стимулируют обмен материальными, энергетическими и информационными продуктами со средой и проявляют собственные «инициативы». Благодаря действию активных элементов в системах нарушается закономерность возрастания энтропии и наблюдаются *негэнтропийные* тенденции, т. е. *самоорганизация и развитие*.

Именно эта закономерность принципиально отличает развивающиеся открытые системы с активными элементами от закрытых систем, для которых справедлив закон физики – стремление системы занять минимальное энергетическое состояние, т. е. к возрастанию энтропии («второе начало термодинамики» или просто «второе начало»).

В то же время энтропийно-негэнтропийные процессы сложно трактовать в упрощенных терминах.

С одной стороны, существует представление об энтропии как о хаосе, мере неупорядоченности системы, а о негэнтропии как мере упорядоченности. Но, с другой стороны, именно негэнтропийные тенденции являются основой развития (травинка пробивает асфальт благодаря этой тенденции), любых инноваций, а они

---

<sup>25</sup> *Ludwig von Bertalanffy* The Theory of Open Systems in Physics and Biology// Science 13 January 1950 111: 23-29 [DOI: 10.1126/science.111.2872.23] (in Articles).

дестабилизируют систему, вносят нестабильность, т. е. неупорядоченность («креативное разрушение»<sup>26</sup>).

В то же время энтропийные тенденции, напротив, стабилизируют состояние системы, поскольку минимальное энергетическое состояние, к которому они приводят – самое устойчивое.

В числе основных особенностей самоорганизующихся систем с активными элементами были названы способность противостоять энтропийным тенденциям, способность адаптироваться к изменяющимся условиям, преобразуя при необходимости свою структуру и т. п.

В основе этих внешне проявляющихся способностей лежит рассмотренная более глубокая закономерность, базирующаяся на сочетании в любой реальной развивающейся системе двух противоречивых тенденций: с одной стороны, для всех явлений в том числе и для развивающихся, открытых систем справедлив второй закон термодинамики ("второе начало"), т. е. стремление к *возрастанию энтропии*; а с другой стороны, наблюдаются *негэнтропийные* тенденции, лежащие в основе эволюции.

Дж. ван Гиг называет эту особенность развивающихся систем "дуализмом"<sup>27</sup>, т. 2, с. 467.

Обе тенденции присущи всем уровням развития материи. Однако на уровнях неживой природы негэнтропийные тенденции слабы и их редко удается измерить<sup>28</sup>, а по мере развития материи, особенно начиная с биологического уровня, противодействие "второму началу" становится явно наблюдаемым (что и послужило для Бергаланфи основанием для выделения особого класса *открытых* систем, обладающих специфическими закономерностями, и в частности, наличием негэнтропийных тенденций, противостоящих "второму началу"). А у человека и в организационных системах негэнтропийные тенденции не только наблюдаются, но иногда и измеряются (например, по соответствующим тестам можно определить природную любознательность или "школьный потенциал" личности, являющийся основой ее активности в познавательной и преобразующей деятельности).

---

<sup>26</sup> Понятие «Креативное (таорческое) разрушение было впервые использовано немецким экономистом **В. Зомбартом** в книге «Война и капитализм» (1913) [**Вернер Зомбарт**. Собрание сочинений. Том 3. Роскошь и капитализм. Война и капитализм. М.: Изд-во Владимир Даль, 2008]. Но широко известным это понятие стало благодаря трактовке **Й. Шумпетером** в его книге «Капитализм, социализм и демократия» [«Capitalism, Socialism and Democracy», 1942] / Предисл. и общ. ред. В. С. Автономова. – М.: Экономика, 1995. – 540 с.].

<sup>27</sup> **Гиг Дж. ван**. Прикладная общая теория систем. В 2-х кн. – М.: Мир, 1981. – Кн. 1. – 341 с. – Кн. 2. – 342 с.

<sup>28</sup> Например, в электромагнитных полях эти тенденции выявил ленинградский ученый **А. Б. Левит**.



При моделировании негэнтропийных тенденций в технических системах **Я. З. Цыпкин** ввел понятие *адаптивности* и разработал теорию адаптивных систем <sup>29</sup>.

Первоначально этот термин был перенесен и на организационные системы. Однако удобнее оказалось для таких систем ввести термин *повышение организованности*, порядка и назвать закономерность проявления негэнтропийных тенденций закономерностью *самоорганизации* <sup>30</sup>.

Исследованием процессов самоорганизации занимаются различные научные направления – от химии и биологии до кибернетики и теории систем. В становление этой закономерности большой вклад внес **А. Г. Ивахненко**, разработавший теорию *самоорганизации* применительно к техническим системам <sup>31</sup>.

Важные результаты в понимании закономерности самоорганизации получены в исследованиях, которые относят к развивающейся науке, называемой *синергетикой*.

Термин *синергетика* был введен немецким физиком **Г. Хакеном** при проведении исследований кооперативных процессов (“синергизм”) в лазерах и неравновесных фазовых переходов. Этим термином Хакен предложил назвать междисциплинарное направление для объединения аналогичных явлений в других физических средах. В этом смысле термин *синергетика* больше соответствует закономерности *целостности*.

Бельгийский ученый **И. Р. Пригожин** <sup>32</sup>, также назвавший свою науку о самоорганизации *синергетикой*, пришел к своим идеям из анализа специфических химических реакций, которые приводят к образованию нестабильной, *диссипативной* (распадающейся) пространственной структуры <sup>33</sup>, образующейся за счет диссипации (рассеяния) энергии, использованной системой, и способной воспринимать новую энергию из среды, благодаря чему может изменяться прежняя структура и система может переходить в новое состояние. Простейшим аналогом подобных структур, исследуемых термодинамикой, является эффект Бенара (структура, возникающая в момент начала кипения).

В дальнейшем Пригожин и его последователи показали, что такие явления возникают в нелинейных неравновесных системах под воздействием флуктуаций в состояниях, когда система удалена от точки термодинамического равновесия. Точки, в которых возможен переход системы в новое состояние, называют точками

---

<sup>29</sup> **Цыпкин Я. З.** Адаптация и обучение в автоматических системах. – М.: Наука, 1968. – 400 с.

<sup>30</sup> Отметим, что этот термин не вполне точно отражает “дуализм” энтропийно-негэнтропийных тенденций в развивающихся системах. Возможно, в дальнейшем для этой закономерности будет найдено более точное название.

<sup>31</sup> **Ивахненко А. Г.** Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. – Киев: Наукова думка, 1982. – 296 с.

<sup>32</sup> **Пригожин И., Стенгерс И.** Порядок из хаоса. – М.: Прогресс, 1986. – 431 с.

<sup>33</sup> За исследования по термодинамике диссипативных структур И.Пригожину была присуждена Нобелевская премия.

*бифуркации* (раздвоения, разветвления), поскольку в них возникает выбор (зависящий от случайных факторов), в какое из новых состояний перейти системе.

Первоначально, опираясь на Бергаланфи, исследователи объясняли способность системы противостоять энтропийным тенденциям *открытостью* системы, т. е. ее взаимодействием со средой.

В частности, *Л. А. Растргин* начинает объяснение этой закономерности в популярной брошюре так: «*Всякая система, изолированная от других систем, может только разрушаться (энтропийные тенденции – авт.)...*»<sup>34</sup>.

Но в дальнейшем появились исследования, опирающиеся на активное начало компонентов системы.

В частности, поиском "гена" развивающейся информационной системы занимался *Ф. Е. Темников*<sup>35</sup>; закономерности *системогенетики* исследует *А. И. Субетто*<sup>36</sup>; в рассматриваемой в гл. 4 модели "пространства иницирования целей" (*В. Н. Сагатовского*, *Ф. И. Перегудова* и др.<sup>37</sup>), наряду с взаимодействием со сложной средой, учитываются инициативы собственно системы, обусловленные самодвижением целостности, активностью элементов системы.

В сложных развивающихся системах закономерность самоорганизации проявляется в том, что в зависимости от преобладания *энтропийных* или *неэнтропийных* тенденций система любого уровня может либо развиваться в направлении более высокого уровня эквифинальности и переходить на него, либо, напротив, может происходить энтропийный процесс упадка и перехода системы на более низкий уровень существования.

Исследование глубинных причин самоорганизации, *самодвижения целостности* показывает, что основной рассматриваемой закономерности является диалектика части и целого в системе. Оценка степени целостности помогает найти точку начала снижения эффективности функционирования системы, в которой целесообразен переход на новый уровень эквифинальности.

Стремясь понять и лучше отразить в модели процесс развития, становления системы, полезно дополнить рассматриваемую группу

---

<sup>34</sup> *Граве П., Растргин Л.* Кибернетика и психика. – Рига: Зинатне, 1973. – 96 с.

<sup>35</sup> *Темников Ф. Е.* Высокоорганизованные системы//В кн.: Большие системы: Теория, методология, моделирование. – М.: Наука, 1971. – С. 85+94. *Темников Ф. Е., Волкова В. Н., Макарова И. В.* Прикладные программы исследования операций и принятия решений//В сб.: Прикладные проблемы исследования операций и систем. – М.: МДНТП, 1969. – С. 52–61.

<sup>36</sup> *Субетто А. И.* Социогенетика. – СПб.– М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1994. – 168 с.

<sup>37</sup> *Основы системного подхода и их приложение к разработке территориальных АСУ* / Под ред. *Ф. И. Перегудова*. – Томск: Изд-во ТГУ, 1976. – 440 с.; *Опыт создания и развития отраслевой автоматизированной системы управления Минвуза РСФСР: Обзорная информация* / *В. З. Ямпольский, Н. И. Гвоздев, Л. В. Кочнев* и др. – М.: НИИВШ, 1980. – 43 с.

закономерностей закономерностями, базирующимися на законах диалектики.

Например <sup>38</sup>, предлагается учитывать при моделировании сложных развивающихся систем такие закономерности, как закономерность изменчивости, устойчивости, единства противоположностей, перехода количественных изменений в коренные качественные. Эти закономерности использованы при разработке формализованного аппарата информационного анализа систем *А.А. Денисовым*.

В последнее время осознается также полезность исследования возможностей использования для понимания процессов в системах различной физической природы, и особенно в социально-экономических системах, закономерностей биологии.

Поэтому кратко рассмотрим эти закономерности

### Закономерности биологии

В число закономерностей развития систем полезно включить *законы, исследуемые в биологии* <sup>39</sup> (табл. 7).

Таблица 7

Законы биологии

Законы биологии	Характеристика
<i>Закон необратимости эволюционных процессов (Луи Долло)</i>	Эволюционные процессы необратимы. Организм не может вернуться хотя бы частично к предшествующему состоянию.
<i>Закон ускорения темпов эволюции</i>	В течение геологического времени происходит ускорение биологической эволюции. Наблюдается закономерное сокращение протяжённости геологических эр (так, палеозойская эра длилась 340 млн лет, мезозойская эра – 170 млн лет, кайнозойская эра – 60 млн лет), что отражает ускорение темпов эволюции. Между началом и концом каждой эры наступали кардинальные изменения в составе фауны и флоры.
<i>Закон неравномерности эволюционного развития</i>	Эволюция отдельных групп организмов протекает с разной скоростью. Существуют консервативные группы, практически не изменившиеся в ходе геологического времени. Наиболее консервативными оказались некоторые бактерии, по существу не изменившиеся со времени раннего докембрия. К «живым ископаемым» (термин <i>Ч. Дарвина</i> ) относятся древовидные папоротники, головоногий моллюск наутилус и другие. Консервативные формы составляют небольшую часть известных организмов.

<sup>38</sup> Денисов А. А., Волкова В. Н. Иерархические системы: Учебное пособие. – Л.: ЛПИ 1989. – 88 с.

<sup>39</sup> Справочник школьника: 5-11 классы. – СПб.: Сова; М.: ЭКСМО-Пресс, 2001.

Продолжение таблицы 7

Законы биологии	Характеристика
<i>Закон увеличения разнообразия организмов</i>	В ходе эволюции биосферы количество видов организмов возрастало по экспоненте и достигло современного значения, которое оценивается разными специалистами от 5 до 10 млн. видов.
<i>Закон скачкообразного характера эволюции</i>	На фоне общей тенденции ускорения эволюции наблюдались отдельные эпохи повышенного видообразования. Промежутки между этими эпохами характеризовались затуханием видообразования и вымиранием организмов
<i>Закон цефализации</i>	В ходе геологического времени происходит необратимое развитие головного мозга. Цефализация особенно ярко наблюдается в ряду позвоночных животных — от рыб до человека. Этот закон эмпирически вывел североамериканский геолог и биолог <i>Д. Д. Дана</i> (1813–1895). Его соотечественник, <i>Д. Ле-Конт</i> (1823–1901), назвал этот закон «психозойской эрой»
<i>Биохимические законы</i>	<p><b>В. И. Вернадский</b> (1863–1945) вывел два фундаментальных закона (сам он назвал их «принципами») развития биосфер.</p> <p><i>Первый биогеохимический закон</i> – биогенная миграция химических элементов в биосфере стремится к своему максимальному проявлению. Анализ геологических данных показывает, что распространение жизни, живых существ (давление жизни) неуклонно нарастает. Живые организмы способны занимать самые различные экологические ниши, сохраняться в самых неблагоприятных условиях (в горячих и серных источниках, на дне океанов, на ледниках). Это дало основание говорить о «всюдности» жизни (термин Вернадского).</p> <p><i>Второй биохимический закон</i> – эволюция видов, приводящая к созданию форм жизни, устойчивых в биосфере, должна идти в направлении, увеличивающем проявление биогенной миграции атомов в биосфере. Согласно этому закону, в биосфере право на жизнь получают только виды, необходимые самой биосфере для выполнения определённых функций и усиления тем самым биогенной миграции химических элементов.</p> <p>По законам Вернадского, биосфера на определённой стадии своего развития преобразуется в сферу разума – ноосферу</p>
<i>Биогенетический закон Геккеля - Мюллера</i>	Каждое живое существо в своем индивидуальном развитии (онтогенез) повторяет в известной степени формы, пройденные его предками или его видом (филогенез).

Законы биологии	Характеристика
	<p>Этот закон также известен под названиями «закон <i>Э. Геккеля</i>», «закон Мюллера-Геккеля», «закон Дарвина-Мюллера-Геккеля», «основной биогенетический закон»).</p> <p>Закон сыграл важную роль в истории развития науки, однако в настоящее время в своем исходном виде не признается современной биологической наукой.</p> <p>По современной трактовке биогенетического закона, предложенной русским биологом <i>А. Н. Северцовым</i> в начале XX века, в онтогенезе происходит повторение признаков не взрослых особей предков, а их зародышей</p>

Использование закономерностей построения, функционирования и развития систем помогает уточнить представление об изучаемом или проектируемом объекте, позволяет разрабатывать рекомендации по совершенствованию социальных систем, выбору подходов и методов их исследования.

В настоящее время еще не все закономерности интерпретированы применительно к социальным системам.

Проявление противоречивых особенностей развивающихся систем и объясняющих их закономерностей в реальных объектах необходимо изучать, постоянно контролировать, отражать в моделях и искать методы и средства, позволяющие регулировать степень их проявления. Эти особенности объясняют важное отличие развивающихся систем с активными элементами от закрытых:

Пытаясь понять принципы моделирования таких систем, уже первые исследователи отмечали, что *начиная с некоторого уровня сложности, систему легче изготовить и ввести в действие, преобразовать и изменить, чем формально описать.*

По мере накопления опыта исследования и преобразования таких систем это наблюдение подтверждалось, и была осознана их основная особенность – *принципиальная ограниченность формализованного описания развивающихся, самоорганизующихся систем.*

Эта особенность, т. е. необходимость сочетания формальных методов и методов качественного анализа и положена в основу большинства методов и методик, которые полезно применять при исследовании социальных систем.

## Закономерности целеобразования

При работе с целями в развивающихся системах важно учитывать основные *закономерности целеобразования* (табл. 8).

Таблица 8

Закономерности целеобразования	Краткая характеристика
Зависимость формулировки цели от стадии познания объекта (процесса) и от времени <sup>40</sup>	<p>Формулируя цель нужно стремиться отразить в формулировке основное противоречие: ее активную роль в познании, в управлении, и в то же время необходимость сделать ее реалистичной.</p> <p>Формулировка цели и представление о цели зависит от стадии познания объекта (по мере развития представления о нем цель можно переформулировать) и от времени (можно ставить цели на 20, 15, 10, 5 лет, или на текущий период).</p>
Зависимость цели от внешних и внутренних факторов	<p>На цель влияют как <i>внешние</i> по отношению к системе факторы (внешние требования, потребности, мотивы, программы), так и <i>внутренние</i> факторы (потребности, мотивы, программы самой системы и ее элементов, исполнителей цели); при этом последние являются такими же <i>объективными</i> факторами, как и внешние.</p> <p>Цели могут возникать на основе взаимодействия (противоречий, коалиций) как между внешними и внутренними факторами, так и между внутренними факторами, существующими ранее и вновь возникающими в системе. «крытых», развивающихся систем с активными элементами от технических систем, отображаемых обычно замкнутыми или «закрытыми» моделями.</p> <p>Эта закономерность характеризует важное отличие «от При управлении последними оперируют обычно понятием «цель» как внешним по отношению к системе, а в открытых, развивающихся системах цели не задаются извне, а формируются внутри системы<sup>41</sup> (на основе рассматриваемой закономерности)</p>

<sup>40</sup> Эти закономерности сформулировал и исследовал *Л. А. Растрюгин*.

*Граев П. С., Растрюгин Л. А.* Кибернетика и психика. Рига: Зинатне, 1973. 96 с

<sup>41</sup> Впервые эту мысль высказал *Ю. И. Черняк*, и она вначале вызвала резкое непонимание, но впоследствии была осознана ее объективность и полезность (см. гл. 4).

Закономерности целеобразования	Краткая характеристика
<p>Возможность и необходимость сведения задачи формулирования обобщающей (общей, глобальной) цели к задаче ее структуризации<sup>42</sup></p>	<p>Анализ процессов формулирования обобщенной (глобальной) цели в сложных системах показывает, что эта цель первоначально возникает в сознании руководителя или иного лица, принимающего решение, не как единичное понятие, а как некоторая, достаточно «размытая» область.</p> <p>Исследования психологов показывают, что цель на любом уровне управления вначале возникает в виде некоторого «образа» или «области» цели. В наибольшей степени это проявляется на уровне глобальной цели. При этом достичь одинакового понимания этой области цели всеми ЛПР, по-видимому, принципиально невозможно без ее детализации в виде неупорядоченного или упорядоченного (в структуре) набора одновременно возникающих взаимосвязанных подцелей, которые делают ее более конкретной и понятной для всех участников процесса целеобразования.</p> <p>Поэтому задача формулирования обобщающей цели в сложных системах не только может, но и должна сводиться к задаче <i>структуризации</i> или <i>декомпозиции</i> цели. Структура цели, коллективно формируемая, помогает достичь одинакового понимания общей цели всеми ЛПР и исполнителями.</p>

**Использование закономерности эквифинальности при формулировании цели.** Формулирование «цели-идеала» связано с системой ценностей личности, общества, форм существования сообщества – города, региона, страны и т. п.

Система ценностей определяет желаемое будущее, предельный уровень развития личности или сообщества. В теории систем этот предельный уровень характеризуется закономерностью эквифинальности. Потребность во введении этого понятия возникает, начиная с некоторого уровня сложности систем. В то же время живые организмы по мере эволюции усложняются, и в разные периоды их жизни можно наблюдать различные состояния эквифинальности. В наибольшей мере это проявляется у человека, что является предметом изучения многих исследователей – биологов, философов, инженеров.

<sup>42</sup> Закономерность сформулирована *В. Н. Волковой*.

В качестве примера можно рассмотреть следующие основные уровни (которые исследователи называют по-разному):

- *материальный* уровень, который определяется врожденными потребностями и программами человека (самосохранение, т. е. поесть, поспать, одеться, иметь материальные блага разного рода);
- *эмоциональный* (доступные развлечения, эстетическое восприятие мира, потребность в проявлении и реализации чувств восхищения, любви и т. п.);
- *семейно-общественный* (реализация программы продолжения рода, создания условий для воспитания потомства, ассоциирующихся традиционно с семьей, семейно-общественным укладом жизни);
- *социально-общественный*, определяемый соответствующими правилами сообщества того или иного типа, закрепляемыми в законодательстве, этических нормах, традициях и т. п. (история изучает развитие представлений об этом уровне в различных общественных формациях);
- *интеллектуальный*, для которого характерна специфическая система ценностей, ориентированная главным образом на развитие творческих способностей личности (примером может служить атмосфера академгородков в начальный период их развития).

Разумеется, у сформировавшейся личности присутствуют все уровни. Возможно, каждый последующий вид включает необходимость достижения предыдущих. Однако, имеются и иные точки зрения: у интеллектуально развитой личности могут быть не решены не только семейные проблемы, но и материальные (по представлениям тех, у кого этот названный первым уровень является приоритетным). И уж, по крайней мере, в различные периоды жизни индивида рассмотренные ценности занимают различное место в их жизни, приоритеты различны у разных народов и изменяются по мере развития человека и цивилизации.

Так, например, «американская мечта» начального периода развития капитализма в Америке – свой дом, сад (первый из названных уровней). Мечта-идеал молодых людей 60-х гг. XX в., отраженная в одной из популярных песен того периода, – «А я еду за туманом, за мечтами и за запахом тайги...» (эмоциональный уровень). Продолжая примеры, можно было бы вспомнить христианские заповеди (ориентированные на уровень культуры и этики), моральный кодекс строителя коммунизма и т. д.

Для нас более интересным является социально-общественный уровень развития социума и его образований – города, региона, государства.

Здесь прежде всего можно опереться на исследования *В. И Вернадского* и его последователей. В этих трудах нет упоминания об эквивалентности по-Берталанфи, но они могут помочь ответить на вопросы, нерешенные автором этой закономерности. Мировоззрение Вернадского связано с представлением о сфере разума – *ноосфере* (термин был предложен французским исследователем *П. Тейяром де Шарденом* на семинаре *Э. Леруа*) как уровне развития сообщества людей, отличном от *геосферы* и *биосферы*, существовавших до появления человека. Развивая его учение, некоторые философы предлагают понятия *пневмосферы* (духовной сферы), *этасферы* (сферы этики), сферы нравственности.

В настоящее время в исследованиях философов формулируются характеристики существующего и перспективного уровней существования человечества – *антропоцентризма* и *антропокосмизма* (термин введен в 1944 г. биологом *Н. Г. Холодным*).

В упрощенном изложении *антропоцентризм* является следствием принятого человечеством принципа – «человек – царь природы». В развитии этот принцип – «человек –



царь зверей», и далее – вообще каждый должен стремиться к вершине «пирамиды» («каждый солдат должен стремиться стать генералом» – модель римского легиона по **И. В. Бестужеву-Ладе**). Отсюда – эгоцентризм, человек – центр мироздания, повелитель, ресурсы природы – на службу человеку, между людьми, сообществами и природой – противоречия, конфликтные ситуации, их крайние проявления – мировые войны, тоталитаризм, разрушение ресурсов Земли, экологические проблемы; и как результат – угроза гибели человечества (прогнозы Римского клуба) и необходимость поиска путей выхода из сложившегося многоаспектного кризиса.

Антропокосмизм представляется по **В. Н. Сагатовскому**<sup>43</sup> обществом, идеал которого – не подчинение мира самоутверждающемуся человеку, а состояние ноосферы, где человек сознательно стремится к гармонизации негэнтропийных тенденций общества и природы. Личность и народ, принявшие такое мировоззрение, не абсолютизируют свои права и свободы, а стремятся к сотворчеству с другими людьми и народами, стремятся найти компромиссы, найти свою социальную нишу, аналогично экологическим нишам, сложившимся в природе.

Конечно, проблема согласования локальных и глобальных критериев трудно разрешима даже в формализованных моделях (например, известна проблема согласования критериев по Парето). Однако в сложных системах при принятии решений используются не только формальные модели: системный анализ, в частности, рекомендуется сочетание формальных и неформальных моделей, использование методов активизации интуиции и опыта специалистов – лиц, принимающих решения – носителей системы ценностей, которые могут и должны разрешить противоречия с учетом здравого смысла, необходимости сохранения человечества, региона, страны, Земли. И именно в этом большую роль играют рассматриваемые исследования и необходимость их использования при определении «цели-идеала».

Применительно к обществу профессор Санкт-Петербургского государственного технического университета **В. А. Жуков**<sup>44</sup> предлагает выделять более детализированные уровни развития человека и сообщества:

- *ситуативное* пространство смыслов, в котором каждый индивид (или социальная группа, народ, регион, страна) рассматривает другого (другую общность) инструментально, т. е. как средство для достижения своих целей;
- *социальное* пространство, в котором личность стремится ставить социально значимые цели (достижение власти, должности, богатства и т. п.), а цели сообщества могут признаваться выше индивидуальных и возможно даже подавление локальных подцелей ради достижения общей цели (такую модель системы или общины, стремящейся к идеалу, предлагают, в частности, **Р. Акофф** и **Ф. Эмери**<sup>45</sup>);

---

<sup>43</sup> **Сагатовский В. Н.** Русская идея: Продолжим ли прерванный путь? СПб.: Петрополис, 1994. 217 с.

<sup>44</sup> **Жуков В. А.** Высшая школа – социальный институт или часть культуры? // Политехник, № 27. 22.12.94

<sup>45</sup> **Акофф Р., Эмери Ф.** О целеустремленных системах. – М: Сов. радио, 1974. 272 с.

- пространство *культуры*, в котором другой человек (другое сообщество) рассматривается как партнер по воспроизводству культуры и ее развитию; каждый начинает считаться с правом на существование другого и строить модели своего поведения с учетом этого факта; отношения между людьми (сообществами) решаются не большинством голов, а взаимным дополнением, во взаимных добровольных уступках, на основе диалога, отвергающего оценочное отношение к партнеру и допускающего право на ошибку;
- пространство *«вечных смыслов»*, в котором другой человек, народ, страна воспринимаются как неповторимое, самобытное творение, самоценность; для этого пространства характерно не только признание права на существование других, но и интерес к другому, к его системе ценностей, и даже потребность в их заимствовании, объединении в совместных моделях.

Классический капитализм, регламентируемый первой американской конституцией, основанной на философии *Т. Гоббса* (которому принадлежит высказывание «человек человеку волк»), на индивидуализме, конкуренции, соответствует первому из названных пространств.

Мечтая об общине, стремящейся к идеалу, *Р. Акофф* и *Ф. Эмери* предложили принципы, соответствующие социальному пространству, формулируя на их основе рассмотренную выше систему ценностей.

В большинстве работ цели региона формулируются либо только с учетом развития экономики (на материальном уровне), либо с ориентацией на человека ставятся задачи обеспечения условий жизнедеятельности населения (что раскрывается, опять-таки, в большинстве случаев в рамках экономических проблем и социального обеспечения).

Однако появляются работы, в которых при формулировании целей управления регионом, наряду с задачей «улучшение качества жизни местного сообщества», ставится задача – «увеличение его вклада в развитие страны», т. е. более общей системы, от состояния которой в силу закономерности целостности зависит качество жизни и развитие региона.

В заключение еще раз констатируем необходимость учета при формулировании целей управления городом, регионом, страной закономерности эквивалентности и возможных ее проявлений в форме уровней или пространств типа рассмотренных.

При этом обратим внимание на сложность реализации желаемого уровня на практике, поскольку в силу второй из рассмотренных в гл. 1 закономерностей целеобразования формулирование и реализация целей зависит от внутренних факторов, т. е. от уровня развития населения, проживающего в регионе. Поэтому в задачи управления, особенно местного самоуправления должна входить, как одна из наиболее важных, задача целеобразования – формулирования «цели-идеала», во имя которой нужно повышать производительность труда, увеличивать благосостояние и т. д. И здесь нет готовых рецептов. Важна системность мышления, умение анализировать конкретные ситуации.

Руководителям необходима культура и предостережения от использования готовых формальных моделей или удобных аналогий; необходимо понимать, что спектр ценностных ориентаций лежит между первоначальной «американской мечтой», ориентированной на право частной собственности каждого человека на дом и сад, до мечты *Н. Г. Холодного* о том, что при переходе к мировоззрению антропокосмизма весь мир человека становится его домом.

При формулировании «цели-идеала» руководителям необходимо не осуждение ценностей других народов и не слепое заимствование их, а учет менталитета, ценностных ориентаций своего народа, жителей своего региона.

Для повышения объективности выбора «цели-идеала» полезно учитывать рассмотренные выше закономерности целеобразования. В частности, закономерность зависимости цели не только от требований надсистемы и других внешних факторов, но и от внутренних факторов. А для этого нужно «измерять» уровень подготовленности населения к введению тех или иных нововведений путем социологических опросов, и в качестве одного из приемов, помогающего в целеобразовании, – учитывать рекомендацию о «расщеплении» цели, предложенную *Л. А. Растргиным*<sup>46</sup>.

Оригинальную концепцию спиралевидного развития потребностей, проблем и целей развивает *В. В. Качала*<sup>47</sup>.

Для уточнения формулировки обобщенной цели-идеала и ее детализации необходимо применять методики структуризации, анализировать варианты структур целей и функций, выбирать из них наиболее значимые для конкретного периода развития системы, что и рассматривается в последующих разделах.

Для формирования структур целей разрабатывают и применяют методики структуризации, помогающие более полно и объективно раскрыть цель в структуре. При их формировании учитываются закономерности формирования структур целей, которые развивают рассмотренные выше применительно к структурам целей.

---

<sup>46</sup> *Граве П., Растргин Л.* Кибернетика и психика. – Рига: Зинатне, 1973. – 96 с.  
*Растргин Л. А., Граве П. С.* Кибернетика как она есть. – М.: Молодая гвардия, 1975. – 208 с.

<sup>47</sup> *Качала В. В.* Теория систем и системный анализ: учебник. – М.: Изд. центр «Академия», 2013. – 272 с.