

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
Международный университет природы, общества и человека «Дубна»

## Институт системного анализа и управления

Образовательная программа:

Системный анализ и управление устойчивым развитием сложных систем

Дисциплина:

Проектное управление устойчивым развитием сложных систем

**Занятие 6: 06.10.2016г.**

**Профессор, д.т.н. Большаков Б.Е.**

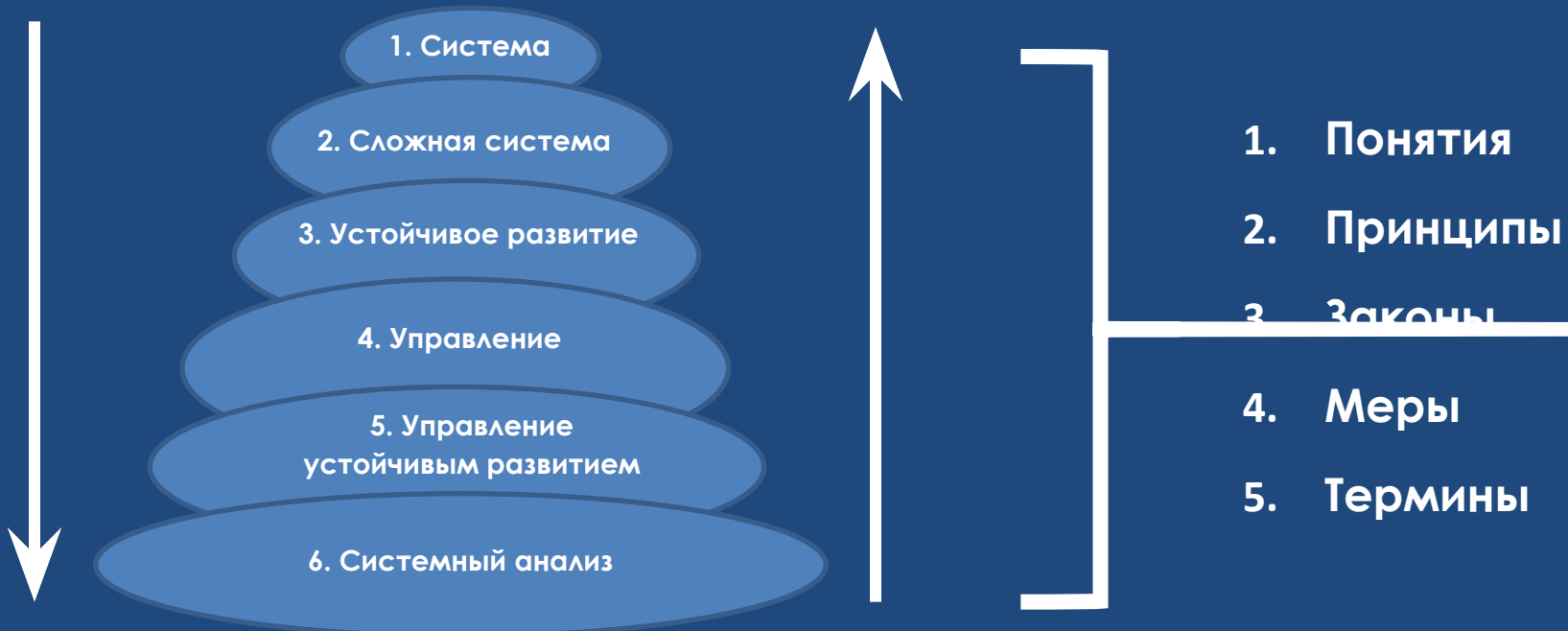
# **Сравнительный анализ ключевых понятий системного анализа и проектного управления устойчивым развитием сложных систем.**

**Ключевые понятия программы: система, сложная система, устойчивое развитие, управление, управление устойчивым развитием, системный анализ**

# План

**Цель:** Сравниваем определения ключевых понятий языка (термины, измерители(меры), законы, принципы, критерии) **системного анализа и проектного управления устойчивым развитием** с целью установления общего и различия, достоинств и недостатков.

1. Система ключевых понятий программы:



2. Домашнее задание:

рефераты по пройденной теме «Сравнительный анализ»

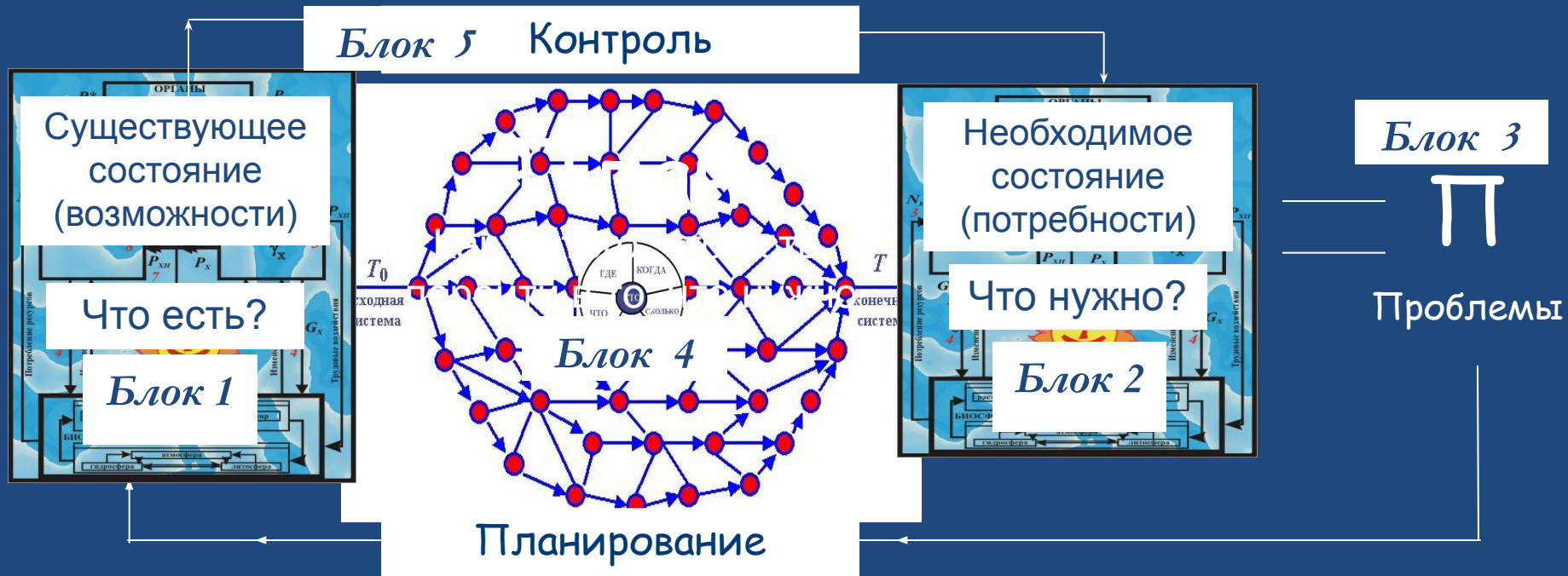
# Что есть общего и в чем различие?

Термин «**системный анализ**» трактуется в публикациях неоднозначно. В одних работах системный анализ определяется как методология решения проблем, в других как приложение системных концепций к функциям управления, связанным с планированием, подчеркивается, что это методология исследования целенаправленных систем.

**Системный анализ** - методология решения проблем управления развитием сложных систем с использованием математических методов.

**Проектное управление устойчивым развитием** - методология решения проблем управления развитием сложных систем с использованием фундаментальных законов Природы, математических методов и универсальных пространственно-временных измерителей (мер).

# Контуры системного анализа и проектного управления опережающим устойчивым развитием сложных систем



## Индикаторы модели

$$P[L^5T^{-5}] = \square \cdot [L^0L^{-2}] = \square \cdot [L^0T^{-2} + L^0T^{-3} \cdot T^1 + L^0T^{-4} \cdot T^2]$$

1. Полная мощность системы
2. Обобщенный коэффициент совершенства технологий
3. Полезная мощность системы
4. Качество плана
5. Мощность потерь
6. Рост полезной мощности за время t
7. Ускоренный рост полезной мощности за t<sup>2</sup>

## Индикаторы контроля модернизации

- КТО — лица, выполняющие работу.

• ЧТО — содержание работы.

• ГДЕ — место выполнения работы.

• КОГДА — время начала и окончания работы.

• КАК — используемая технология.

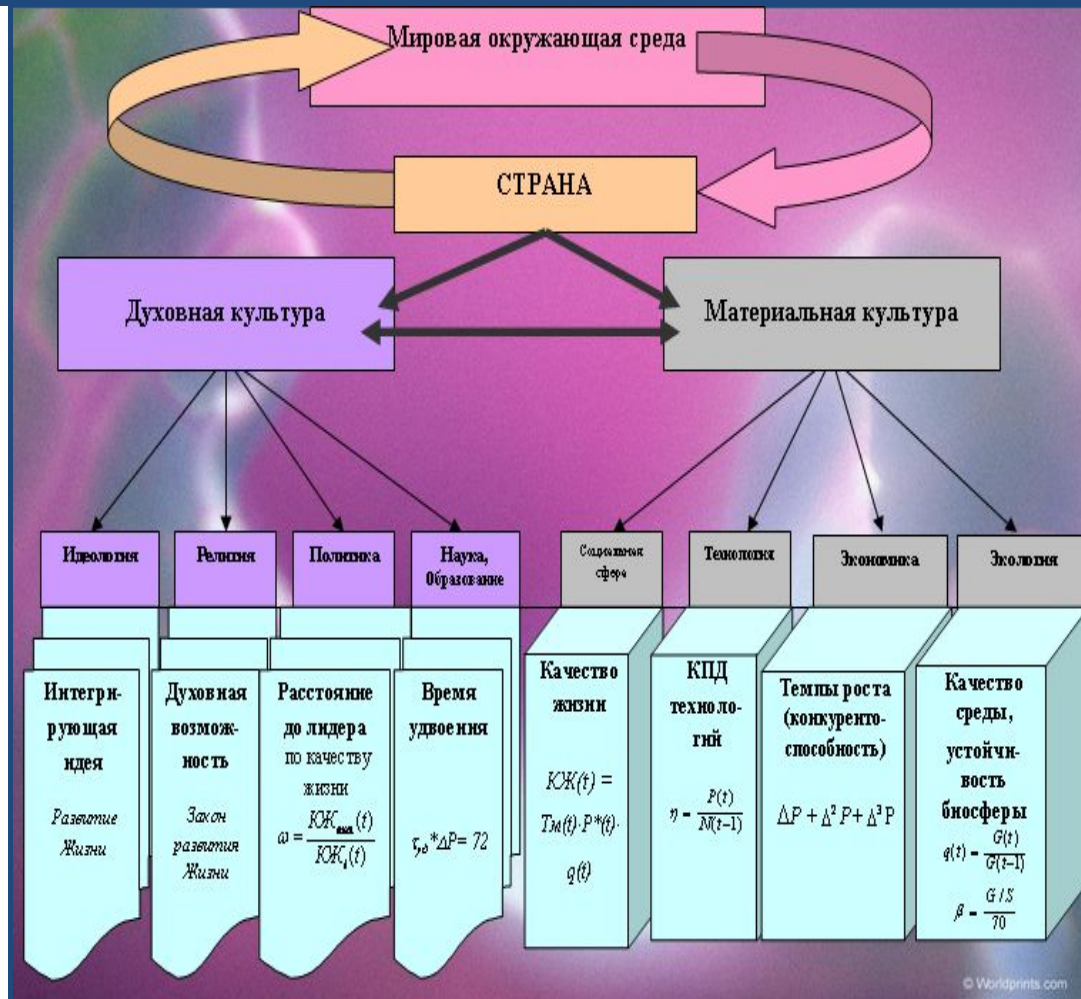
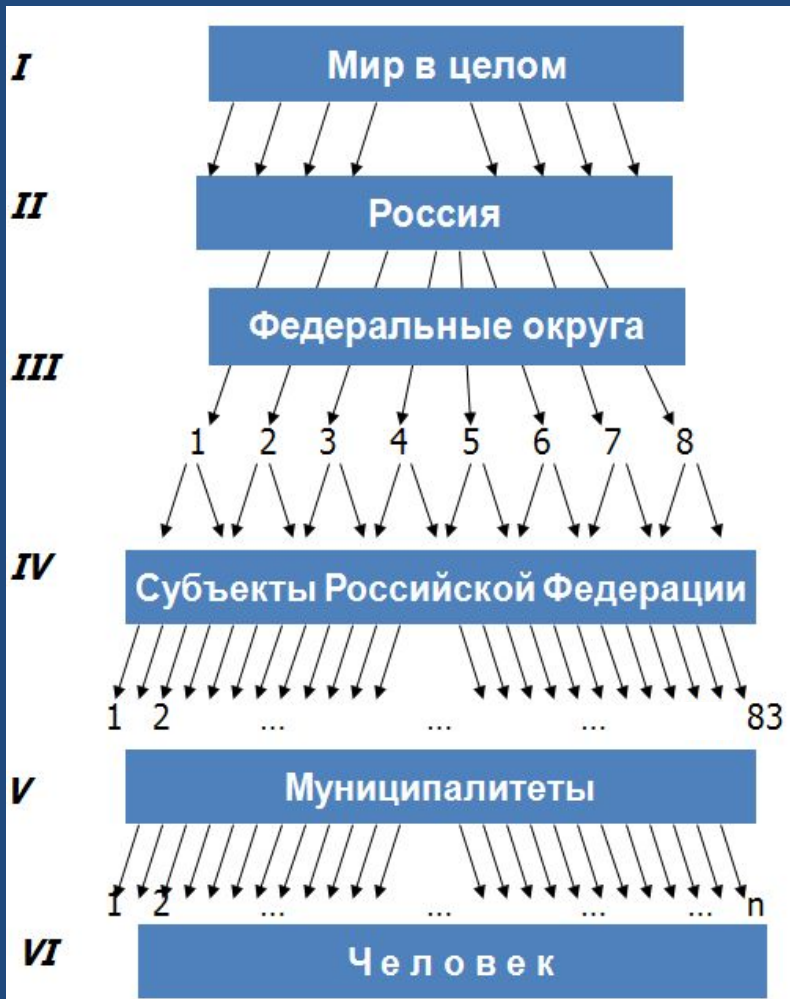
• СКОЛЬКО — требуется времени и мощности на выполнение работы.

• ЗАЧЕМ — какой прирост полезной мощности будет получен в результате выполнения работы.

• ПОЧЕМУ — на удовлетворение каких потребностей или на решение проблем направлен план действий.

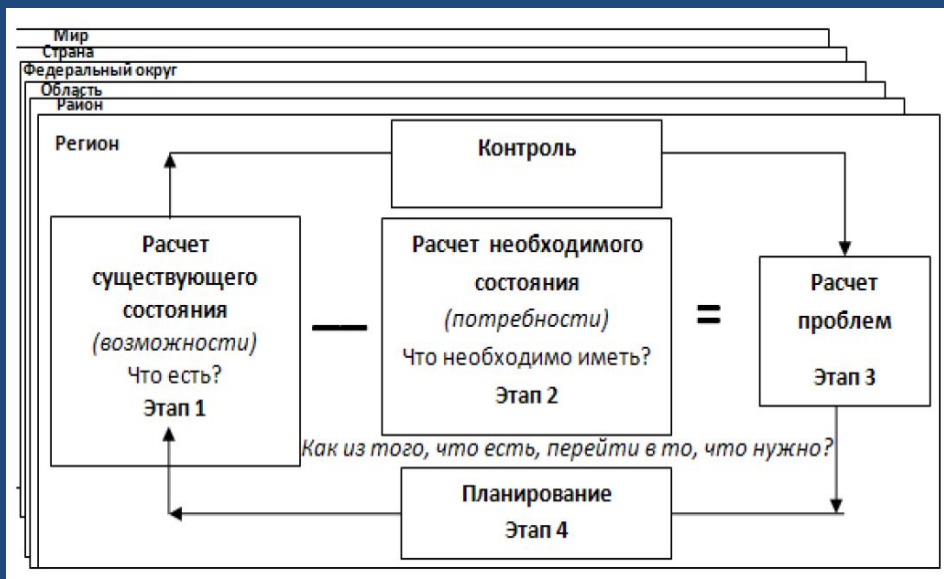
Как использовать эту системы для ускорения роста и развития совокупной мощи страны?

# Иерархия сложных систем в проектном управлении ноосферным устойчивым развитием

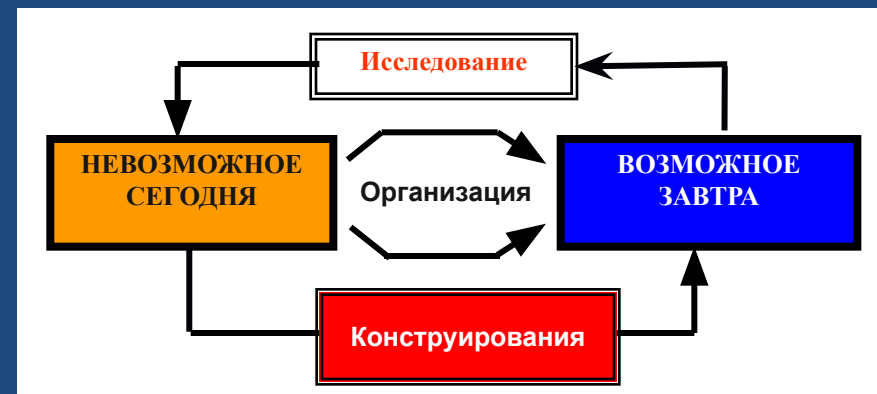


# Что есть общего и в чем различие?

## Архитектура методологии системного анализа



## Архитектура методологии проектного управления ноосферным устойчивым развитием



# Базовые термины программы

**Система**

**Сложная система**

**Устойчивое развитие**

**Управление**

**Управление устойчивым инновационным развитием**

**Системный анализ**

# Круг 1. Список терминов

Система

Классификация систем

Замкнутая система

Открытая система

Равновесные системы

Неравновесные системы

Диссипативные системы

Антидиссипативные системы

Живая система

Косная (мертвая) система

Сложная система

Эмерджентность

Робастность

Связь

Информационная энтропия Эшби

Нулевой постулат тензорной методологии

Проектного управления устойчивым развитием

Инвариант

Группа преобразований с инвариантом

Тензор

Тензорный анализ

Творчество

Принцип существования живых систем или принцип устойчивой неравновесности (Э.С.Бауэр)

Антидиссипативные процессы

Устойчивое развитие

Устойчивое инновационное развитие Устойчивое развитие Жизни

Ускоренное социально-экономическое развитие

Проект устойчивого развития Неустойчивое развитие

Базовый принцип устойчивого развития в единицах мощности

Принцип измерения

Принцип развития

Управление

Цель

Цель проектирования

Энтропия

Управление устойчивым инновационным развитием

Проект устойчивого развития

Проектное управление устойчивым развитием

Системный анализ

Задача

Задача поставленная

Решенная задача



# Круг 1: Сравнительный анализ

## 1.1. Понятие «Система»

### Из учебника по системному анализу и справочника по теории систем

**Система** – термин, используемый в тех случаях, когда хотят охарактеризовать исследуемый или проектируемый объект как нечто целое (единое), сложное, о котором невозможно сразу дать представление, показать его, изобразить графически или описать математическим выражением (формулой, уравнением и т.п.).

Л.фон Берталанфи: «**Система** - «комплекс элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и средой и обладающий целостностью».

**Система** – это не простая совокупность элементов и связей того или иного вида, а включает только те элементы и связи, которые находятся в области пересечения между собой (то есть с инвариантом).

#### Другие определения из справочника:

Ю.И. Черняк: «**Система** есть отображение на языке наблюдателя (исследователя, конструктора) объектов, отношений и их свойств в решении задачи исследования, познания».

БСЭ: «**Система** — соединенное из частей. Объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе».

#### Четыре системообразующих атрибута:

1. Целостность
2. Элементы со связями друг с другом и средой
3. Инвариантность (наличие закона)
4. Язык исследователя, конструктора или организатора

#### Отсутствует:

- единая мера
- закон сохранения и развития
- универсальный язык

### Из учебник по проектному управлению устойчивым развитием

Выделить **систему** — это, прежде всего, установить ее пространственно-временные границы (координаты), то есть определить ее как целостность или «качество», внутри которого существуют элементы со связями, а изменения только количественные.

**Система** — это часть реального мира с выделенными многомерными пространственно-временными координатами, со связями между элементами и средой, которую можно исследовать, конструировать и организовывать под управлением фундаментальных мер-законов сохранения и развития реального мира, выраженных на универсальном языке пространственно-временных величин.

**Система** - это любой объект реального мира, созданный природой, в том числе и человеком, включая все живые и косные системы, (включая все естественные и искусственные, физические, химические, биологические, экологические, технические, экономические, социальные, научно-образовательные, правовые, политические, идеологические, мировоззренческие), которые могут быть предметом исследования, конструирования и организации под управлением фундаментальных мер-законов Природы, выраженных на универсальном языке пространственно-временных величин.

**Система** — это любой объект реального мира как тензор (группа преобразований с инвариантом), где в качестве инвариантов выступают устойчивые универсальные меры-законы, определяющие многомерные пространственно-временные границы системы в окружающей ее мировой среде.

# Круг 1: Сравнительный анализ

## 1.1. Понятие «система»

Из учебника по системному анализу и справочника по теории систем	Из учебника по проектному управлению устойчивым развитием
<p><b>Классификация систем:</b> Динамические и статические, простые и сложные, естественные и искусственные, с управлением и без управления, непрерывные и дискретные, детерминированные и стохастические, открытые и замкнутые.</p>	<p><b>Классификация систем реального мира</b> <b>Реальный мир существует</b>, то есть находится в движении (М.В.Ломоносов). Выразить все движения — это определить их в пространстве-времени (Н.И.Лобачевский, В.И. Вернадский, К. Э. Циолковский). Пространство–время определяется как <b>система <math>[L^R T^S]</math>-величин</b> Бартини-Кузнецова. Система LT является <b>классификатором систем реального мира</b>, где каждая LT величина - это качество, определяющее инвариантные свойства определенного класса систем. В каждом классе выделяются:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Телесные [L] и бестелесные [T];</li><li>• Динамические и статические;</li><li>• Замкнутые и открытые;</li><li>• Равновесные и неравновесные;</li><li>• Диссипативные и антидиссипативные;</li><li>• Косные и живые;</li><li>• Естественные и искусственные;</li><li>• С управлением и без управления;</li><li>• Непрерывные и дискретные;</li><li>• Детерминированные и стохастические.</li></ul>

# Круг 1: Сравнительный анализ

## 1.1. Понятие «система»

Из учебника по системному анализу и справочника по теории систем	Из учебника по проектному управлению устойчивым развитием
<p><b>Классификация систем:</b> Динамические и статические, простые и сложные, естественные и искусственные, <i>с управлением и без управления</i>, непрерывные и дискретные, детерминированные и стохастические, открытые и замкнутые.</p> <p>Информационная энтропия Эшби</p> $I(Y) = -\sum p(y_i) \log_2 p(y_j)$	<p><b>Замкнутая система</b> - система и среда не обмениваются потоками.</p> <p><b>Открытая система</b> - система и среда обмениваются потоками.</p> <p><b>Равновесные системы</b> — замкнутые системы, в которых внутренние и внешние потоки уравновешены (то есть система не может потреблять и производить). Системы не эволюционируют во времени, то есть неспособны совершать внешнюю работу.</p> <p><b>Неравновесные системы</b> — открытые системы, эволюционирующие во времени, то есть способность с течением времени совершать внешнюю работу (внешние потоки не уравновешены внутренними).</p> <p><b>Диссипативные системы</b> — системы рассеивания энергии; способность системы совершать внешнюю работу убывает во времени, а мощность потерь растет.</p> <p><b>Антидиссипативные системы</b> — системы накопления, доминируют процессы удаления от равновесия и накопления свободной энергии; способность системы совершать внешнюю работу растет во времени, а мощность потерь убывает.</p> <p><b>Живая система</b> – открытая система, способная совершать внешнюю работу во времени и пространстве.</p> <p><b>Косная (мертвая) система</b> – система, неспособная совершать внешнюю работу.</p>

# Круг 1: Сравнительный анализ

## 1.2. Понятие «Сложная система»

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

**Сложная система** - система, характеризующаяся тремя основными признаками: свойством робастности, наличием неоднородных связей и эмерджентностью.

**Эмерджентность** (внезапно возникающий). Возникновение новых качеств у системы, происходит скачкообразно. Система в целом характеризуется некоторым новым качеством (способностью, параметром), не являющимся простой суммой свойств элементов системы.

**Робастность** - способность сохранять частичную работоспособность (эффективность) при отказе отдельных элементов или подсистем.

**Связь** - вид отношений между элементами, который проявляется как некоторый обмен (взаимодействие).

В составе сложных систем кроме значительного количества элементов присутствуют многочисленные и разные по типу (**неоднородные**) связи между элементами: структурные (в том числе иерархические), функциональные, каузальные (причинно-следственные, отношения истинности), информационные, пространственно-временные.

Из учебника по проектному управлению  
устойчивым развитием

**Сложная система** – это любой объект реального мира как группа преобразований с инвариантом, созданный природой, в том числе и человеком, включая все живые и косные системы, (включая все физические, химические, биологические, экологические, технические, экономические, социальные, научно-образовательные, правовые, политические, идеологические, мировоззренческие), которые могут быть предметом исследования, конструирования и организации под управлением фундаментальных законов Природы.

**Нулевой постулат тензорной методологии Проектного управления устойчивым развитием:**

Какой бы сложной, суперсложной, архисложной система не была ее суть проста и может быть представлена примитивным скалярным уравнением. Однако получение такого уравнения является сложным, творческим делом.

Но если уравнение составлено, то далее работает аппарат тензорного анализа **Г. Крона**.

$$P(t) \neq P_0 + P_1 + P_2 + P_3 \dots$$

$$P(t) = P_0 + P_1 \cdot t + P_2 \cdot t^2 + P_3 \cdot t^3 + \dots$$

# Круг 1: Сравнительный анализ

## 1.2. Понятие «Сложная система»

### Из учебника по системному анализу и справочника по теории систем

**Г.Н.Поваров** в зависимости от числа элементов, входящих в систему, выделяет четыре класса систем: малые (10 ... 103 элементов), сложные (104... 106 элементов), ультрасложные ... (107 ... 1030 элементов), суперсистемы (1030 ... 10200 элементов). В то же время существует точка зрения, что большие системы и сложные – это разные классы системы.

**Ю.И.Черняк:** большой системой называет «такую, которую невозможно исследовать иначе, как по подсистемам», а «сложной – такую систему, которая строится для решения многоцелевой, многоаспектной задачи».

**Ю.И.Черняк** подчеркивает, что в случае большой системы объект может быть описан как бы на одном языке, т.е. с помощью единого метода моделирования, хотя и по частям, подсистемам.

А сложная система отражает объект «с разных сторон в нескольких моделях, каждая из которых имеет свой язык», для согласования же этих моделей нужен особый метаязык.

**Б.С.Флейшман** за основу классификации принимает сложность поведения системы.

В классификации **К.Боулдинга** каждый последующий класс (от простейших неживых до социальных и непознанных систем) включает в себя предыдущий, характеризуется большим проявлением свойств открытости и стохастичности поведения.

### Из учебника по проектному управлению устойчивым развитием

**Инвариант** — это то, что не зависит от выбранной системы координат, сохраняется при всевозможных изменениях (преобразованиях) системы. Это закон сохранения системы — правило устойчивости системы.

Человечества.

**Группа преобразований с инвариантом** — сеть правил преобразования, связанных с одним и тем же инвариантом.

**Тензор** — это специальное понятие, вводимое для обозначения сущности (инварианта) проектируемой системы, представляемой сетью величины «мощность», проекциями которой являются п-матрицы, допускающие преобразования по определенным правилам.

**Тензорный анализ** — метод проектирования новой системы, дающий правила преобразования (перехода) из существующей системы координат в требуемые проектом с инвариантом величины «мощность».

**Творчество** — процесс превращения невозможного в возможное.

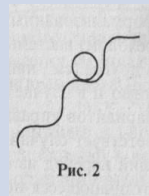
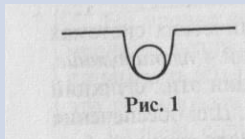
## Круг 1: Сравнительный анализ - 1.3. Понятие «Устойчивое развитие»

### Из учебника по системному анализу и справочника по теории систем

«Sustainable» - «состояние на грани между адом и раем», что отражает смысл термина И.Пригожина «диссипативная структура».

Под **устойчивостью** в широком смысле понимают способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних или внутренних возмущающих воздействий.

Простейшим случаем устойчивого состояния системы является **равновесие**. **Состояние равновесия**, в которое система способна возвращаться после воздействия на нее возмущающих воздействий, называют устойчивым состоянием равновесия. В сложных системах возможны **неустойчивые состояния равновесия**.



Исследование проблемы **устойчивости** в развивающихся, самоорганизующихся системах, соотношения развития и устойчивости, изучение механизмов, лежащих в их основе — наиболее сложные задачи теории систем. Такие системы обладают **рядом особых свойств**: принципиальная неравновесность, стремление использовать свою энергию не для поддержания стабильности, устойчивости (что характерно для неживых систем), а для поддержания себя в **неравновесном состоянии** (эта особенность впервые обнаружена Э.Бауэром).

Применительно к сложным системам следует использовать не просто термин «устойчивость», а говорить **об устойчивом развитии** или о «развивающемся устойчивости» и при исследовании проблемы устойчивости учитывать закономерности целостности.

### Из учебника по проектному управлению устойчивым развитием

**По Ле Шателье:** замкнутые равновесные системы, отклоняющиеся от состояния равновесия, всегда возвращаются в равновесие.

**По Ляпунову:** Устойчивость по Ляпунову относится к замкнутым термодинамическим системам Р.Клаузиуса, приближающимся к равновесию.

**Замкнутая система** - система и среда не обмениваются потоками.

**Открытая система** - система и среда обмениваются потоками.

**Равновесные системы** — замкнутые системы, в которых внутренние и внешние потоки уравновешены (то есть система не может потреблять и производить). Системы не эволюционируют во времени, то есть неспособны совершать внешнюю работу.

**Неравновесные системы** — открытые системы, эволюционирующие во времени, то есть способность с течением времени совершать внешнюю работу (внешние потоки не уравновешены внутренними).

**Диссипативные системы** — системы рассеивания энергии; способность системы совершать внешнюю работу убывает во времени, а мощность потерь растет.

**Антидиссипативные системы** — системы накопления, доминируют процессы удаления от равновесия и накопления свободной энергии; способность системы совершать внешнюю работу растет во времени, а мощность потерь убывает.

**Принцип существования живых систем или принцип устойчивой неравновесности (Э.С.Бауэр):** живые и только живые системы никогда не находятся в равновесии и совершают за счет своей свободной энергии постоянную работу против равновесия.

# Круг 1: Сравнительный анализ

## 1.3. Понятие «Устойчивое развитие»

Из учебника по системному анализу и справочника по теории систем	Из учебника по проектному управлению устойчивым развитием
<p><b>Принцип измерения</b> - способность системы более высокого порядка делать выводы о качестве функционирования какой-либо системы.</p>	<p><b>Антидиссипативные процессы</b> — процессы накопления, доминируют процессы удаления от равновесия и накопления свободной энергии; способность системы совершать внешнюю работу растет во времени, а мощность потерь убывает.</p> <p><b>Устойчивое развитие</b> — это сбалансированное взаимодействие естественных, общественных и духовных процессов, сохраняющее развитие системы во Времени–Пространстве.</p>
<p><b>Принцип развития</b> - изменяемость системы, ее способность к развитию, адаптации, расширению, замене частей, накапливанию информации.</p>	<p><b>Устойчивое инновационное развитие</b> — это инновационное развитие за счет повышения качества управления, уменьшения потерь при не увеличении темпов потребления ресурсов с сохранением развития в условиях негативных внешних и внутренних воздействий.</p> <p><b>Устойчивое развитие Жизни</b> — это хроноцелостный процесс неубывающих темпов роста полезной мощности, не возрастания потребляемой мощности и уменьшения мощности потерь за счет повышения коэффициента совершенства технологий и качества на всех уровнях управления. Это хроноцелостный процесс, управляемый на основе законов сохранения и развития Жизни.</p> <p><b>Ускоренное социально-экономическое развитие</b> — это ускоренный рост качества жизни за счет опережающих темпов совокупной производительности труда, обеспеченных технологией управления устойчивым инновационным развитием.</p> <p><b>Проект устойчивого развития</b> — это идеальный образ будущего изменения проектируемого объекта в ограниченном времени и пространстве с установленными требованиями устойчивого развития к качеству результатов и используемым технологиям, возможными рамками расхода ресурсов и специальной организацией.</p> <p><b>Неустойчивое развитие</b> — развитие, если оно не является исторически хроноцелостным: имеет место выполнение условий развития в текущее время, но не выполняются условия сохранения развития в будущем.</p> <p><b>Базовый принцип устойчивого развития в единицах мощности</b> — устойчивое развитие есть хроноцелостный процесс, в котором имеет место неубывающий темп роста полезной мощности системы в длительной перспективе.</p>

# Круг 1: Сравнительный анализ

## 1.4. Понятие «Управление»

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

**Управление** - процесс формирования целенаправленного поведения системы посредством информационных воздействий, вырабатываемых человеком (группой людей) или устройством.

**Цель** - ситуация или область ситуаций, которая должна быть достигнута при функционировании системы за определенный промежуток времени.

**Критерий качества** - показатель существенных свойств системы и правило его оценивания.

**Энтропия объекта управления** - мера первоначальной неопределенности состояния объекта управления.

Из учебника по проектному управлению  
устойчивым развитием

**Управление** — целенаправленное изменение свойств системы. Управление является объективным, если существует принцип — закон движения (то есть сохранение и изменение) управляемого объекта (системы). Если закон не существует — управление субъективно. Субъективное управление неизбежно вступает в противоречие с объективным законом, вызывая негативные политические, социальные, экономические и экологические последствия.

**Цель** — это результат деятельности в пределах установленного периода времени, выделенного пространства. Необходимо рассматривать цель как средство для достижения более удаленной цели. Цель конкретизирована лишь тогда, когда перечислены все необходимые и достаточные условия, которые обеспечивают проектирования «будущей системы». Необходимое условие — цель как средство. Достаточное условие — цель как удовлетворенная потребность.

**Цель проектирования** — внести определенные изменения в окружающий нас мир так, чтобы мир сохранил свое развитие.

**Энтропия** — количество преобразованной энергии, которое не способно к дальнейшим превращениям (в определенных технологических условиях).



# Круг 1: Сравнительный анализ

## 1.5. Понятие «Управление устойчивым развитием»

Из учебника по системному анализу и справочника по теории систем	Из учебника по проектному управлению устойчивым развитием
	<p><b>Управление устойчивым инновационным развитием</b> — это целенаправленное изменение объекта управления, обеспечивающее рост возможностей системы за счет повышения эффективности использования ресурсов, реализации более совершенных технологий, приносящих больший доход, повышения качества управления, уменьшения потерь при не увеличении темпов потребления ресурсов с сохранением развития в условиях негативных внешних и внутренних воздействий.</p> <p><b>Проект устойчивого развития</b> — это идеальный образ будущего изменения проектируемого объекта в ограниченном времени и пространстве с установленными требованиями устойчивого развития к качеству результатов и используемым технологиям, возможными рамками расхода ресурсов и специальной организацией.</p> <p><b>Проект устойчивого развития</b> содержит обоснование, разработку и реализацию будущей системы в форме ответов на восемь взаимосвязанных вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>I. Зачем нужна проектируемая система?</li><li>II. Почему ее требуется создать?</li><li>III. Кто ее будет создавать и использовать?</li><li>IV. Где будет осуществляться создание и реализация системы?</li><li>V. Когда, в какие сроки будет начато и завершено создание системы?</li><li>VI. Что есть объект проектирования?</li><li>VII. Как обеспечить переход к тому, что требуется проектом?</li><li>VIII. Сколько требуется ресурсов и сколько будет получено в результате реализации проекта?</li></ol> <p><b>Проектное управление устойчивым развитием</b> — это профессиональное управление изменениями, удовлетворяющими требованиям устойчивого развития с применением технологий устойчивого развития.</p>

# Круг 1: Сравнительный анализ

## 1.6. Понятие «Системный анализ»

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

### **Системный анализ:**

1. Применяется в тех случаях, когда задача (проблема) не может быть сразу представлена с помощью формальных, математических методов, то есть имеет место большая начальная неопределенность проблемной ситуации;
2. Уделяет внимание процессу постановки задачи и использует не только формальные методы, но и методы качественного анализа;
3. Опирается на основные понятия теории систем и философские концепции, лежащие в основе исследования общесистемных закономерностей;
4. Помогает организовать процесс коллективного принятия решения, объединяя специалистов различных областей знаний;
5. Требуется обязательной разработки методики системного анализа, определяющей последовательность этапов проведения анализа и методы их выполнения;
6. Исследует процессы целеобразования и разработки средств работы с целями (в том числе занимается разработкой методик структуризации целей);
7. В качестве методов использует расчленение большой неопределенности на более обозримые, лучше поддающиеся исследованию (что и соответствует понятию анализ), при сохранении целостного (системного) представления об объекте исследования и проблемной ситуации (благодаря понятиям цель и целеобразование);

# Круг 1: Сравнительный анализ

## 1.6. Понятие «Системный анализ»

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

**Системный анализ** - методология решения проблем управления развитием сложных систем с использованием математических методов.

**Задача анализа** - нахождение различного рода свойств системы или среды, окружающей систему.

**Задача выполнения программы** - перевод системы в требуемое состояние в условиях, когда значения управляемых величин изменяются по известным детерминированным законам.

**Задача декомпозиции** - представление системы в виде подсистем, состоящих из более мелких элементов.

**Задача оптимизации** - удержание или перевод системы в состояние с экстремальными значениями характеристик при заданных условиях и ограничениях.

**Задача синтеза системы** - построение системы, фактически выполняющей преобразование, по определенному алгоритму и по описанию закона преобразования.

**Задача слежения** - удержание системы на заданной траектории (обеспечение требуемого поведения) в условиях, когда законы изменения управляемых величин неизвестны или изменяются.

**Задача стабилизации** - удержание системы в существующем состоянии в условиях возмущающих воздействий.

**Задача целеполагания** - определение требуемого состояния или поведения системы.

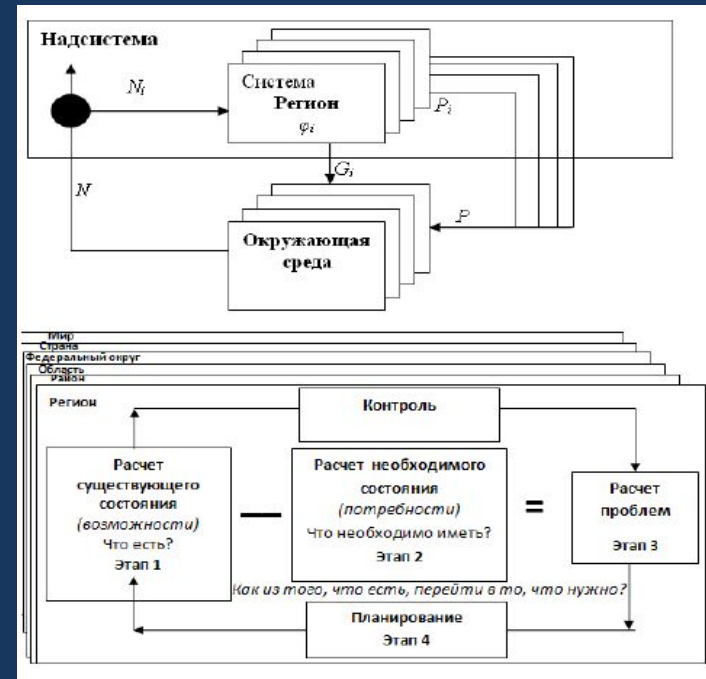
Из учебника по проектному управлению  
устойчивым развитием

**Системный анализ** - методология решения проблем управления развитием сложных систем с использованием математических методов и универсальных измерителей (мер).

**Задача** — это система с тремя элементами; «вход», «выход», «процесс», где «вход» — это исходная система координат, «выход» — конечная, требуемая система координат, «процесс» — это план или алгоритм решения задачи.

**Задача поставлена**, когда заданы два элемента системы. Задача не поставлена, если неизвестно более двух элементов.

**Решенная задача** — есть результат преобразования исходной в конечную (требуемую) систему координат. Формализовать задачу — значит выразить в терминах измеримых величин исходную систему координат и процедуры решения задачи.



## Круг 2. Список терминов

Принципы системного анализа

Конечная цель

Принцип целесообразной деятельности

Принцип измеримости

Принцип соизмеримости

Принцип соразмерности

Принцип гармонии состояния

Принцип модульного построения

Принцип устойчивой неравновесности

Принцип живучести или сохранение развития

Аксиомы системы как объекта управления

Аксиомы теории управления

Принцип необходимого разнообразия

Эшби

Принцип устойчивого развития

Отсутствие управления

Идеальное управление

Фактическое управление

Закон

Закон Природы

Закон сохранения мощности

Закон технологического развития

Закон научно-технического прогресса

Закон устойчивой неравновесности

Закон возвышения потребностей

Закон сохранения Жизни

Закон развития Жизни

Величина

Математическая величина

Физическая величина

Пространство

Вычисление

Измерение

Измеритель

Мера

Универсальная мера

Универсальный пространственно-временной язык (ЛТ-язык)

Ноосфера

# Круг 2: Сравнительный анализ

## 2.1. Принципы системного анализа и проектного управления

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

### Принципы системного анализа

**Принцип конечной цели.** Это абсолютный приоритет конечной (глобальной) цели.

**Принцип измерения.** О качестве функционирования какой-либо системы можно судить только применительно к системе более высокого порядка.

**Принцип единства.** Это совместное рассмотрение системы как целого и как совокупности частей (элементов).

**Принцип связности.** Рассмотрение любой части совместно с ее окружением подразумевает проведение процедуры выявления связей между элементами системы и выявление связей с внешней средой (учет внешней среды).

**Принцип модульного построения.** Полезно выделение модулей в системе и рассмотрение ее как совокупности модулей.

**Принцип иерархии.** Полезно введение иерархии частей и их ранжирование, что упрощает разработку системы и устанавливает порядок рассмотрения частей.

**Принцип развития.** Это учет изменяемости системы, ее способности к развитию, адаптации, расширению, замене частей, накапливанию информации.

Из учебника по проектному управлению  
устойчивым развитием

**Фундаментальной основой принципов ПУУР является общий закон сохранения развития Жизни.**

**Конечная цель** – соответствие закону развития Жизни.

**Принцип целесообразной деятельности** — деятельность человека удовлетворяет требованиям целесообразности тогда и только тогда, когда результат этой деятельности приводит к увеличению его полезной мощности, или к уменьшению необходимого времени на выполнение работы.

**Принцип измеримости** – понятия приобретают статус научного понятия, если выражены в терминах измеримых величин. В противном случае понятие считается **интуитивным**.

**Принцип соизмеримости** — в определенной системе измерений величины называются соизмеримыми, если удовлетворяют двум требованиям: имеют общую физическую размерность; отношение их численных значений является рациональным числом.

**Принцип соразмерности** — принцип сохранения LT-размерности в процессе преобразований установленной системой координат.

**Принцип гармонии состояния** — требование соразмерности, соизмеримости и золотого сечения как гармонии между целым и частью.

**Принцип модульного построения** – принцип проектирования системы как групп (модулей) с инвариантом.

**Принцип устойчивой неравновесности** — все и только живые системы никогда не бывают в равновесии и исполняют за счет своей свободной энергии постоянную работу против равновесия (Э.С. Бауэр).

**Принцип живучести или сохранения развития:** «В ходе геологического времени растет мощность выявления живого вещества в биосфере» (В.И. Вернадский).

# Круг 2: Сравнительный анализ

## 2.2. Аксиомы системы как объекта управления

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

**Аксиома 1.** Для системы определены пространство состояний  $L$ , в которых может находиться система, и параметрическое пространство  $T$ , в котором задано поведение системы.

**Аксиома 2.** Пространство состояний  $Z$  содержит не менее двух элементов.

**Аксиома 3.** Система обладает свойством функциональной эмерджентности (**внезапное возникновение** нового свойства в процессе работы системы).

**Что такое пространство состояний?**

**Что является элементом пространства состояний?**

**Что такое состояние?**

**Состояние** – имена и численные значения параметров, заданные для определенного времени.

**Что такое параметры?**

**Как определить полноту параметров?**

**Как их измерить? Как установить единицу измерения и размерность?**

**Как измерить эмерджентность?**

Из учебник по проектному управлению устойчивым  
развитием

**Аксиома 1. Аксиома существования системы.**

**Система** существует в **реальности**, если находится в движении-процессе (функционирует, сохраняется, изменяется, т.е. рождается, растет, развивается, стагнирует, деградирует, исчезает).

Выразить все **системы** (движения, процессы) – это определить их в пространстве-времени.

**Реальность** — это то, что существует.

**Существует** — это то, что находится в движении.

**Движение** — это то, что сохраняется и изменяется одновременно.

**Следовательно, реальность** — это движение или мир, в котором все изменяется и остается неизменным.

**Как установить (измерить), что изменяется и что не изменяется?**

**Как измерить внезапное возникновение нового свойства?**

**Как записать уравнение движения на универсальном ЛТ-языке?**

$$P(t) \neq P_0 + \overset{\cdot}{P}_1 + \overset{\ddot{}}{P}_2 + \overset{\cdots}{P}_3 \dots$$

$$P(t) = P_0 + \overset{\cdot}{P}_1 \cdot t + \overset{\ddot{}}{P}_2 \cdot t^2 + \overset{\cdots}{P}_3 t^3 + \dots$$

# Круг 2: Сравнительный анализ

## 2.2. Аксиомы Управления

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

### Аксиомы теории управления:

**Аксиома 1.** Наличие наблюдаемости объекта управления (ОУ).

**Аксиома 2.** Наличие управляемости - способности ОУ переходить в пространстве состояний  $Z$  из текущего состояния в требуемое под воздействиями управляющей системы.

**Аксиома 3.** Наличие цели управления. Под целью управления понимают набор значений количественных или качественных характеристик, определяющих требуемое состояние ОУ.

Если цель неизвестна, управление не имеет смысла, а изменение состояний превращается в бесцельное блуждание.

**Аксиома 4.** Свобода выбора - возможность выбора управляющих воздействий (решений) из некоторого множества допустимых альтернатив.

**Аксиома 5.** Наличие критерия эффективности управления. Обобщенным критерием эффективности управления считается степень достижения цели функционирования системы.

**Аксиома 6.** Наличие ресурсов (материальных, финансовых, трудовых и т.д.), обеспечивающих реализацию принятых решений. Отсутствие ресурсов равносильно отсутствию свободы выбора. Управление без ресурсов невозможно.

Из учебника по проектному управлению  
устойчивым развитием

Если в технических средствах человек господствует над природой, то в своих целях он ей подчинен. Принятие этого положения требует большого личного мужества, так как указывает, что цель – это не то, что хочет моя левая пятка, а то, что следует из закона Природы. (Г. Гегель)

**Аксиома 0.** Наличие объекта и субъекта управления (СУ), как систем с выделенными многомерными пространственно-временными границами (координатными системами).

**Аксиома 1.** Наличие системы мер (измерителей) у СУ, обеспечивающих наблюдаемость ОУ.

**Аксиома 2.** Наличие глобальной и локальных целей управления.

**Аксиома 3.** Наличие метода, дающего возможность достичь цели посредством получения ответов на вопросы:

- «Что есть?» - существующее состояние
- «Что нужно иметь?» - идеальное состояние
- «Как из того, что есть, перейти в то, что нужно?»

**Аксиома 4.** Наличие глобального и локальных критериев эффективности.

**Аксиома 5.** Наличие системы, способной и реализующей свою способность к эффективному управлению на основе Закона развития Жизни.

# Круг 2: Сравнительный анализ

## 2.3. Принципы Управления

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

### Принцип необходимого разнообразия Эшби

Из аксиом управления следует, что управление заключается в ограничении разнообразия состояний управляемого объекта. Это означает, что энтропия объекта управления должна быть равна нулю  $H(Y) = 0$ . Иными словами, неопределенность относительно состояний объекта управления в управляющей системе должна полностью отсутствовать и объект управления должен находиться в строго определенном состоянии с вероятностью, равной единице.

1. Отсутствие управления. Если управление отсутствует, то управляемый объект может принимать любое из состояний  $Y$  и характеризуется максимальной энтропией.
2. Идеальное управление. Если управление идеальное, управляемый объект будет все время находиться в заданном состоянии с вероятностью, равной единице, и поэтому энтропия управляемого объекта равна нулю.
3. Реальное управление. При управлении в реальных условиях имеют место отклонения состояния управляемого объекта относительно заданного. Это определяется тем, что управляющая система в общем случае подвержена внешним воздействиям, не обладает полной информацией о состоянии среды и объекта управления.

Из учебника по проектному управлению  
устойчивым развитием

**Принцип устойчивого развития** — выбор из множества разнообразных состояний управляемого объекта **необходимого состояния** объекта, удовлетворяющего требованиям общего закона сохранения развития Жизни.

**Отсутствие управления** – если управление отсутствует (внешнее и внутреннее), то управляемый объект теряет свою способность совершать внешнюю работу, его потери растут, а вместе с ними растет энтропия, достигая максимум в состоянии физической смерти.

**Идеальное управление** – управление, которое обеспечивает устойчивое развитие управляемого объекта, т.е. имеет место неубывающий темп роста возможностей системы удовлетворять потребности за счет увеличения скорости, ускорения и рывка в долгосрочной перспективе (энтропия минимальна).

**Фактическое управление** – определяется рассогласованием между тем, что нужно и тем, что есть (между идеальным состоянием объекта и существующим в текущее время).



## Круг 2: Сравнительный анализ

### 2.4. Законы управления устойчивым развитием

Из учебника по системному анализу и справочника по теории систем

Из учебника по проектному управлению устойчивым развитием

**Закон** — это категория для обозначения общности в связях разнообразных явлений, того, что сохраняется в глубине наблюдаемой смены явлений, инвариантный объект тождественный сам себе. В основе закона лежит знание, не зависящее от хода времени и частных точек зрения, общеобязательное для всех и каждого человека

**Закон Природы** — эмпирическое обобщение — правило, на которое не действует время, утверждающее, что определенная пространственно-временная величина является инвариантом в определенном классе систем (явлений) — все изменяется (количественно) и остается неизменным (в рамках определенного качества). Инвариант — то, что остается без изменений при преобразовании координат.

**Закон сохранения мощности** — полная мощность равна сумме полезной мощности и мощности потерь (Дж. Максвелл, Г. Крон, П.Г. Кузнецов).

**Закон технологического развития** — новая технология приходит на смену старой, если она обеспечивает выполнение заданной функции с меньшими потерями мощности, то есть с большим обобщенным коэффициентом совершенства технологии.

**Закон научно-технического прогресса** — новое средство приходит на смену старому, если оно обеспечивает выполнение заданной функции более экономично — с меньшими потерями мощности, то есть с меньшим риском для устойчивого развития.

**Закон устойчивой неравновесности** — ускорение роста свободной энергии за счет повышения эффективности использования полной мощности системы, то есть повышения скорости ее оборачиваемости с уменьшением мощности потерь на каждом цикле процесса.

**Закон возвышения потребностей** — чем меньше рабочего времени требуется обществу для удовлетворения исчезающих потребностей, тем большим свободным временем оно будет располагать для удовлетворения новых потребностей — как текущих, так и будущих.

**Закон сохранения Жизни** — это хроноцелостный процесс сохранения доминирования потоков концентрации над процессами рассеяния потоков энергии во времени и пространстве.

**Закон развития Жизни** — это хроноцелостный процесс сохранения неубывающих темпов роста полезной мощности системы «Жизнь» во времени и пространстве.

# Круг 2: Сравнительный анализ

## 2.5. Меры системного анализа и ПУУР

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

### Шкалы:

- шкалы номинального типа;
- шкалы порядка;
- шкалы интервалов;
- шкалы отношений;
- шкалы разностей;
- абсолютные шкалы.

### Виды критериев качества:

Частные показатели имеют различную физическую природу и в соответствии с этим различную размерность. Поэтому при образовании обобщенного показателя качества следует оперировать не с «натуральными» показателями, а с их нормированными значениями, обеспечивающими приведение показателей к одному масштабу, что необходимо для их сопоставления.

**Задача нормировки** решается, как правило, введением *относительных безразмерных показателей*, представляющих собой отношение «натурального» частного показателя к некоторой нормирующей величине, измеряемой в тех же единицах, что и сам показатель.

Из учебника по проектному управлению  
устойчивым развитием

**Величина** — это измеритель свойств системы, где качественные свойства определяются именем, размерностью и единицей измерения, а количественные свойства — численным значением измеряемой величины.

**Математическая величина** — это величина с мерой пространственных единиц.

**Физическая величина** — это величина с мерой пространственно-временных единиц.

**Время** — многомерная длительность, обладающая принадлежащей способностью в Пространство.

**Пространство** — многомерная протяженность, обладающая проникающей способностью во Время.

**Вычисление** — операции с числом.

**Измерение** — операции с величиной.

**Измеритель** — величина, которая является универсальной, если выражена в терминах пространственно-временных величин. Измеритель является устойчивым, если он является инвариантом в определенном классе систем.

**Мера** — это единство качественных и количественных свойств системы, выраженных в терминах измеряемой величины. **Мера** — это единица измерения.

**Универсальная мера** — это единство качественных и количественных свойств системы, выраженное в терминах пространственно-временных величин.

**Универсальный пространственно-временной язык (ЛТ-язык)** — это язык многомерных пространственно-временных величин, который сшивает воедино разнородные меры-законы для наиболее точного решения задач исследователя — конструктора — организатора в интересах безопасности и устойчивого развития.

**Ноосфера** — сфера разума. **Ноосфера** — это сфера развитого измерения.

## Круг 3. Список терминов

Среда  
Граница  
Надсистема  
Подсистема  
Элемент системы  
Структура  
Процесс  
Вход  
Выход  
Обратная связь  
Состояние  
Существующее состояние  
Необходимое (требуемое) состояние  
Проблема  
Задача  
Творческий процесс  
Ограничения  
Свойство  
Свойство неравновесных систем  
Свойство равновесных систем  
Качество  
Количество

Показатель  
Неопределенность  
Показатель  
Энтропия объекта управления  
Эффективность процесса  
Критерий эффективности  
Стратегия  
Стратегия развития  
Стратегия устойчивого развития  
Проектирование  
Цель проектирования  
Проектирование системы  
Процесс  
Данные (data)  
Информация (information)  
Объективная информация  
Субъективная информация  
Проект  
План  
Риск  
Прогноз

# Круг 3: Сравнительный анализ:

## Управление устойчивым развитием сложных систем

### 3.1. Основные термины

#### Из учебника по системному анализу и справочника по теории систем

Под **средой** понимается множество объектов  $S'$  вне данного элемента (системы), которые оказывают влияние на элемент (систему) и сами находятся под воздействием элемента (системы).

**Надсистема** - часть внешней среды, для которой исследуемая система является элементом.

**Элемент системы** - некоторый объект (материальный, энергетический, информационный), обладающий рядом важных свойств и реализующий в системе определенный закон функционирования, внутренняя структура которого не рассматривается.

**Структура** — совокупность образующих систему элементов и связей между ними.

#### Из учебника по проектному управлению устойчивым развитием

**Среда** – это другая система, которая находится во взаимодействии с данной системой.

**Граница** – не система, не среда.

**Надсистема** – внешняя среда открытой системы.

**Подсистема** – часть системы, выполняющая определенную функцию.

**Элемент системы** – это часть системы, внутренняя структура которой не рассматривается.

**Структура** – это сеть, в которой протекают процессы-поток, соединяющие ее элементы.

## Управление устойчивым развитием сложных систем

## 3.2. Основные термины

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

**Процесс** – упорядоченное во времени и пространстве совокупность состояний.

**Процессом** называется совокупность состояний системы, упорядоченных по изменению какого-либо параметра  $t$ , определяющего свойства системы.

**Обратная связь** – соединение между выходом и входом системы, осуществляемое либо непосредственно, либо через другие элементы системы.

**Ограничения** – граничные условия системы.

**Состояние системы** - это множество значений характеристик системы в данный момент времени.

**Текущее состояние** - состояние на заданный момент времени.

**Требуемое состояние (цель)** - ситуация или область ситуаций, которая *должна быть* достигнута при функционировании системы за определенный промежуток времени.

**Ситуация** — совокупность состояний системы и среды в один и тот же момент времени.

**Проблема** — несоответствие между существующим и требуемым (целевым) состоянием системы при данном состоянии среды в рассматриваемый момент времени.

**Задача** — это часть проблемы с заданными ограничениями на входные и выходные параметры.

Из учебника по проектному управлению  
устойчивым развитием

**Процесс** – преобразование входа в выход.

**Вход** – поток из внешней среды в систему.

**Выход** – поток из системы во внешнюю среду.

**Обратная связь** - соединение между выходом и входом системы.

**Состояние** — это пространство значений показателей системы на фиксированное время.

**Существующее состояние** — это состояние системы на текущее время.

**Необходимое (требуемое) состояние** — это состояние системы, удовлетворяющее заданным граничным условиям, определяемым на основе закона развития.

**Проблема** — это разница между необходимым и фактическим (текущим) состоянием системы.

**Задача** — это часть проблемы с заданными ограничениями на входные и выходные параметры.

**Творческий процесс – это поиск и претворение в жизнь** необходимых изменений. Источником этого процесса являются идеи, а целью — воплощение идеи в работающую конструкцию, которая и дает обществу новые возможности удовлетворять свои потребности, как текущие, так и будущие.

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

**Свойство** задается кортежем - имя и область допустимых значений.

**Качество** — совокупность существенных свойств объекта, обуславливающих его пригодность для использования по назначению.

Если на множестве значений заданы метризованные отношения, то характеристика является **количественной**.

Если пространство значений **не метрическое**, то характеристика называется **качественной**.

**Количественная характеристика** называется параметром.

Часто в литературе понятия «параметр» и «характеристика» отождествляются на том основании, что все можно измерить.

**Показатель** - характеристика, отражающая качество j-й системы или целевую направленность процесса (операции), реализуемого системой.

Вид отношений между элементами, который проявляется как некоторый обмен (взаимодействие), называется связью.

**Энтропия объекта управления** - мера первоначальной неопределенности состояния объекта управления.

Из учебника по проектному управлению  
устойчивым развитием

**Свойство** — качественно-количественная определенность, включающая: имя, размерность, единицу измерения, численные значения.

**Свойство неравновесных систем** — эволюция во времени, то есть способность с течением времени совершать внешнюю работу (внешние потоки не уравновешены внутренними).

**Свойство равновесных систем** — не эволюционировать во времени, то есть неспособность совершать внешнюю работу (все внешние потоки уравновешены внутренними).

**Качество** — это то, внутри чего различия только количественные. Каждая пространственно-временная величина есть качество.

**Количество** — это число, определяемое отношением измеряемой величины к единице измерения этой величины.

**Показатель** — это величина с именем и мерой, выражающая определенное свойство управляемой системы.

**Неопределенность** — это имя показателя(лей), значение которого(ых) отсутствует, но необходимо для определения состояния системы.

# Круг 3: Сравнительный анализ:

## Управление устойчивым развитием сложных систем

### 3.4. Основные термины

Из учебника по системному анализу и справочника по теории систем	Из учебника по проектному управлению устойчивым развитием
<p><b>Эффективность процесса</b> - степень его приспособленности к достижению цели.</p> <p><b>Критерий эффективности</b> — обобщенный показатель и правило выбора лучшей системы (лучшего решения).</p>	<p><b>Эффективность процесса (системы)</b> – отношение выхода ко входу, выраженное в принятых единицах измерения. Значение эффективности на заданное время называется эффектом.</p> <p>Критерий <b>Глобальным критерием эффективности</b> управления является соответствие фундаментальному Закону развития Жизни.</p> <p><b>Локальными критериями</b> являются проекции Закона развития Жизни в допустимы системы координат</p>

# Круг 3: Сравнительный анализ:

## Управление устойчивым развитием сложных систем

### 3.5. Основные термины

Из учебника по системному анализу и справочника по теории систем	Из учебника по проектному управлению устойчивым развитием
	<p><b>Стратегия</b> — это план управления, включая: цель, сеть целенаправленных работ, методов (технологий), средств и ресурсов, необходимых для ее достижения, развернутые по направлениям и этапам в пространстве и времени на долгосрочную перспективу.</p> <p><b>Стратегия развития</b> — это стратегия, ориентированная на сохранение роста производимой полезной мощности преимущественно за счет использования инновационных технологий, удовлетворяющих требованиям к качеству результатов.</p> <p><b>Стратегия устойчивого развития</b> — это стратегия, ориентированная на сохранение неубывающих темпов роста полезной мощности при не увеличении темпов потребляемой мощности, сокращении потерь мощности за счет воспроизводимых прорывных технологий и повышения качества управления. Из определения следует, что стратегия устойчивого развития — это стратегия, согласованная с законом развития Жизни.</p> <p><b>Проектирование</b> — прежде всего творческий процесс создания и реализации систем, обеспечивающих возможность удовлетворять ту или иную потребность общества. Создание таких систем делает возможным то, что до этого считалось невозможным.</p> <p><b>Цель проектирования</b> — внести определенные изменения в окружающий нас мир так, чтобы мир сохранил свое развитие.</p> <p><b>Проектирование системы</b> — есть создание прикладной теории, которая будет реализована в «железе» (П.Г. Кузнецов). Конструктор, создающий ту или иную систему, думает, что он конструирует технологическое средство, на самом деле он создает новую теорию, технологию, проект, систему, которые на заданные входы дают заданные выходы.</p>



# Круг 3: Сравнительный анализ:

## Управление устойчивым развитием сложных систем

### 3.6. Основные термины

Из учебника по системному анализу  
и справочника по теории систем

**Процесс** – упорядоченное во времени и пространстве совокупность состояний.

**Прогноз** - научно обоснованное суждение о возможных состояниях системы в будущем и/или об альтернативных путях достижения целевого состояния и сроках их осуществления.

**Проект** - комплекс взаимосвязанных мероприятий, предназначенных для достижения поставленных целей в течение ограниченного периода и при установленном бюджете.

**Риск** - событие, связанное с опасным явлением или процессом, которое может произойти или не произойти.

Из учебника по проектному управлению  
устойчивым развитием

**Процесс** – упорядоченное во времени и пространстве совокупность состояний

**Данные (data)** — это не подвергшиеся обработке факты (отдельные символы), имеющие отношение к определенному событию; являются материалом для последующих преобразований. Основные виды обработки данных — это их анализ и синтез с последующим преобразованием в информацию.

**Информация (information)** — это обработанные данные, которые отвечают на вопросы «кто?», «что?», «где?», «когда?». Основной вид обработки информации — управление материалами, облегчающими ее поиск, использование и восприятие.

**Объективная информация** — это значения показателей, полученных в результате измерения с использованием физических величин и законов.

**Субъективная информация** — это значения показателей, не имеющих меры.

**Проект** — это идеальный образ будущих изменений проектируемого объекта в ограниченном времени и пространстве с установленными требованиями к качеству результатов, возможными рамками расхода ресурсов и специальной организацией.

**План** — это сеть работ по достижению цели, в которой не должно быть лишних или забытых работ. Эта сеть состоит из двух списков: списка работ и списка связей между работами. Если нет потребителя работы — данная работа является лишней. Если нет источника работы — данная работа является забытой.

СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ