



# **Курс «Формальное описание производственной деятельности на языке бизнес процессов»**

## **Раздел 1. Системы и модели. Системный подход к моделированию бизнес-процессов**

**Тема 3. Основные понятия системологии**

**Тема 4. Принципы и правила системного  
подхода при исследовании или построении  
эрготехнических систем**

**Авторы-составители:**

**Васючкова Т.С., к.ф.-м.н., доцент, ФИТ НГУ**

**Иванчева Н.А., доцент, ФИТ НГУ**



## Тема лекции:

---

**Основные понятия системологии.  
Принципы и правила системного  
подхода при исследовании или  
построении эрготехнических  
систем**

# В лекции будут рассмотрены вопросы:

---

- Определение и классификация систем
- Общие свойства систем
- Принципы и правила системного подхода при исследовании или построении эрготехнических систем



---

**Тема:**

**Основные понятия системологии**

# Определение и классификация систем

---


Что такое система?

Это понятие широко применяется - система Дарвина, система вала, система отсчета, система Станиславского система Менделеева и т.п

# Термином «система» обозначают:

---

- **определенный порядок в расположении и связи частей чего-нибудь солнечная система, система Менделеева;**
- **форму организации чего-нибудь;**
- **порядок, обусловленный планомерным, заданным расположением частей, например, организация системы расчетов;**
- **совокупность принципов, служащая для основания какого-либо учения, например, система Станиславского;**



- форму общественного устройства, например, капиталистическая система

---

- совокупность частей, связанных общей функцией, например, система кровообращения

- техническое устройство, конструкцию


- совокупность хозяйственных единиц, учреждений, организационно объединенных в единое целое, например, система образования



---


Слово «система» по-гречески  
означает «состоящее из частей»





---

**Система** есть сущность, которая в результате взаимодействия ее частей может поддерживать свое существование и функционировать как единое целое




---

Поведение различных систем зависит от того, как связаны между собой их части, а не от самих частей.


Можно опираясь на одни и те же принципы понять поведение многих систем.

**Важно знать эти принципы!**




---

Системы совершенно разной природы (социальные, биологические, технические) подчиняются одним и тем же общим законам организации




---

Знание общих законов дает  
возможность предсказывать  
поведение систем, даже не имея  
детальных сведений о ее  
элементах!



Привычное и обыденное причинное мышление не срабатывает, когда нам приходится иметь дело с системами, потому что оно склонно везде усматривать действие простых, локализованных в пространстве и во времени причинно-следственных связей, а не комбинаций возможных факторов




В системах причина и ее следствие могут быть далеко разнесены в пространстве и времени.

---


Следствие может проявиться спустя много лет, или даже десятилетий.

Тем не менее, принимать решение, как действовать, бывает необходимо немедленно!



---


Если в момент принятия решения не получается установить связи между причиной и следствием с помощью логического мышления, стоит попробовать системное мышление.



---


Иногда системное мышление предлагает совсем нелогичные, парадоксальные решения. (Например, в случае сильного переменного ветра тушить лесной пожар не водой, а сделав встречный пожар)





---

Но если системное мышление  
столь чудодейственно, почему о  
нем так мало известно?




Во-первых, системное мышление прежде использовалось главным образом для решения технических и математических задач, долгое время оставалось достоянием ученого мира. Только в конце 20 века эти идеи стали известны широкой аудитории, когда они стали широко применяться для управления общественными, экономическими, политическими социальными системами.



Во-вторых, система образования, обладая здоровым

---


консерватизмом в обеспечении стабильности своего развития, всегда запаздывает, сталкиваясь с новыми теориями. Учебные программы нельзя радикально изменять каждый год, ведь на их формирование и освоение уходят годы. Поэтому программы вечно отстают от реальной жизни.




Сейчас, в начале 21 века  
некоторые университеты только

---

приступают к преподаванию  
системного мышления через  
формы активного обучения –  
командные проекты, деловые  
игры и пр.



Если проследить историю системного мышления как способности человека обнаруживать и применять на практике (1) принципы обратной связи, (2) возникновение эмергентных свойств, (3) циклической причинности событий, то оказывается первая из известных систем такого рода, была изобретена Ксентебием, жившим в Александрии в III веке до нашей эры.




Это водяные часы, в которых конусообразный клапан,  

---


поднимаясь-опускаясь по трубе,  
обеспечивает постоянный уровень  
воды в часах.

Этот предшественник  
используемого в карбюраторах  
автомобилей поплавкового  
клапана был изобретен более  
двух тысяч лет назад для  
измерения времени.




---

Столетие спустя Герон, также из Александрии, развил изобретение Ксентебия и создал несколько разновидностей поплавкового клапана.



Вплоть до 18 века не было создано ни одной механической системы, использующей принцип обратной связи, которая бы не использовала изобретения Герона, кроме примитивного термостата, изобретенного голландским алхимиком Дреббелем в 1605 г.






Для превращения свинца в золото Дреббелю понадобилось


---

создать в тигле постоянную температуру, и он соорудил термостат, работавший точно также, как те, что сейчас обогревают дома с автономной системой отопления.




---

Термостат оказался хорошим, а вот золото получить не удалось. Если бы Дреббель догадался запатентовать свое изобретение, то мог бы разбогатеть! Но он этого не сделал, и термостат был повторно «изобретен» лишь сто лет спустя.




---

Следующий важный шаг был сделан в области медицины и физиологии английским врачом Уильямом Харви, который открыл систему кровообращения.




Уильям Харви опубликовал свой труд в 1628 г. Он показал, что именно сердце качает кровь, и тем опроверг господствующую в то время теорию, созданную еще Галеном в 170 г., согласно которой центральным органом кровеносной системы считалась печень.




---

Сердце и кровеносные сосуды действительно образуют систему в виде замкнутого контура. Постоянные изменения в движении сердца и крови поддерживают внутреннюю стабильность организма.




За прошедшее с тех пор время — медицина постепенно разобралась — в устройстве многих систем организма и выяснила не только, каким образом поддерживается гомеостаз, но и как различные системы взаимодействуют между собой, обеспечивая слаженную работу организма.



В середине 1970-х начала развиваться новая наука – психонейроиммунология.


Теперь мы постепенно узнаем, как взаимодействуют ум и тело по контурам прямой и обратной связи. Как стрессы и эмоциональные травмы увеличивают вероятность появления болезней. Как мышление через механизмы нейротрансмиттеров оказывает физиологическое воздействие на организм и как влияние лекарств зависит от нашей веры в них



Следующую главу истории  
~~создаваемых человеком систем~~  
открывает Джеймс Уатт,  
родившийся в 1736 г.

Он сделал два изобретения,  
увеличившие мощность уже тогда  
существовавшего (!) парового  
двигателя.






Во-первых, сконструировал конденсор, предотвращавший появление пара в цилиндрах.

---


Во-вторых, и это для нас самое важное, в 1788 г. он изобрел центробежный регулятор – революционное устройство обратной связи, автоматически регулирующее скорость двигателя.

С помощью этого устройства у машиниста появилась возможность контролировать плавность хода машины.



---


Подобные механизмы обратной связи обеспечили лучшее управление энергоустановками, и это ускорило ход научно-технической революции. Обратная связь позволяет обеспечить саморегулирование.



Машина, конструкция которой включает принцип обратной связи, использует результат собственной работы для регулирования входных параметров. А это и есть базовая концепция автоматизации.


---

Автоматическое устройство самоуправляемо! Все, что работает автоматически, использует обратную связь.




Большой вклад в изучение систем внес Норберт Винер, профессор математики Массачусетского технологического института.

В 1948 г. он опубликовал чрезвычайно важную для науки книгу «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине».




---

Книга Винера увлекла нас амбициозным обещанием – объединить различные дисциплины, показав, что повсюду действуют одни и те же базовые принципы.




---

Винер предположил, что основной принцип работы термостата может быть обнаружен в развитии экономики, в рыночном регулировании, в системе принятия политических решений.



Винер определил свой подход, как «метод управления системой, при котором входной информацией служат данные о прошлой деятельности».

Саморегулирование систем с помощью обратной связи стало принципом конструирования, применяющимся почти во всех областях техники.




---

Если вы в состоянии полностью контролировать одну из переменных в процессе, то можете косвенным образом влиять на все остальное, включая механизмы обратной связи!!


Результатом развития такого подхода стали следящие системы.






Это **сервомеханизмы**, или саморегулирующиеся устройства, в которых управляющий выходной сигнал сравнивают с управляющим входным сигналом и разницу используют для управления следующим шагом.

**Сервомеханизмы** используют в автоматических пилотируемых устройствах, на кораблях, самолетах, боевых и космических ракетах.




---

Ряд передовых мыслителей в области биологии, вычислительной техники, антропологии, инженерии и философии начиная с 1942 г. провели ряд конференций, организованных фондом Джосайи Мейси.




Эти знаменитые конференции проводились ежегодно в 1942 – 1951 гг. На них присутствовали Норберт Винер, антрополог Маргарет Мид, философ Грегори Бейтсон, один из основателей вычислительной математики Джон фон Нейман, и Уоррен Маккаллох, автор новаторских работ в области искусственного интеллекта.



Эта пьянящая интеллектуальная атмосфера послужила основой развития теории политических игр, кибернетики, работ по искусственному интеллекту.


---

Сложившийся на тех конференциях междисциплинарный подход, нашедший отражение в книге Стивена Хеймса «Кибернетическая группа» (1991), создал возможности для последующего развития системного мышления, кибернетики и многих других направлений.




---

Из представления о единстве принципов развития и организации сложных систем, которые, таким образом, могут быть предметом математического описания, родилась **общая теория систем.**




---

Основы **общей теории систем** были разработаны биологом Людвигом фон Берталанфи, изложившем свои идеи в книге **«Общая теория систем»** (1968). Эта теория изучает не функции, а структуру систем.



Теория нашла применение в исследовании сложных систем в физике, химии, биологии, электронике и социологии.

Она послужила основой для развития теории информации, математического моделирования электрических цепей и других систем.




**Системный анализ** представляет собой сходную группу идей

---

относительно возможности управления и оптимизации социальных и технологических систем.


Карл Дейч в книге «Нервы управления» (1963) применил кибернетический подход к анализу политических процессов.






---

В 1961 г. Джей Форрестер в оказавшей большое влияние книге «Индустриальная динамика» применил принципы кибернетики к проблемам экономических систем, промышленности и жилищного хозяйства.




---

Позднее этот же ученый сделал предметом анализа с применением техники компьютерного моделирования другие социальные и экономические системы, результатом чего стала область науки **системная динамика**.




---

Переходя к более масштабным объектам, Форрестер и его коллеги приступили к созданию модели мировой экономики, представлявшей собой глобальную электронную таблицу. Результатом стала нашумевшая книга «**Пределы роста**» (1972).



---

Основная идея книги в том, что при сохранении нынешних тенденций в области демографии, загрязнения среды, производства продовольствия и использования природных ресурсов, возможности роста будут исчерпаны уже через 100 лет.



В 1960 г. началось развитие новой ветви кибернетики, нацеленной на изучение отношений между наблюдателем и изучаемой им системы.

---


Эта дисциплина, названная **кибернетикой второго порядка**, впервые рассмотренная в работах Хайнца фон Ферстера, изучает то, как люди создают модели систем, частью которых сами являются



Системное мышление внесло вклад в развитие многих областей.


---

Оно повлияло на работы таких известных ученых как Стивен Хоукинг (физика и космология), Ричард Доукинс (эволюционная биология), Дипак Чопра (медицина).



---


В своей известной книге «**Пятая дисциплина**» Питер Сенге сделал системное мышление инструментом анализа проблем менеджмента и лидерства и предложил использовать системные архетипы для бизнеса



---


# Основные свойства и принципы организации и развития систем





---

В мире различают три  
последовательно возникшие и  
взаимодействующие иерархии  
систем:

- 
- 
- физико-биологическая (атом, молекула, клетка, органы, особь, стадо, популяция, биоценоз, биосфера)
  - социальная (человек, коллектив, общество, сообщество, человечество)
  - техническая (орудие, машина, прибор, ЭВМ, комплекс).




Объединение этих типов приводит к смешанным классам систем.

---

Под сложной будем понимать систему, способную вырабатывать решения на основе анализа.


У простых систем нет такого свойства.

Сложную систему, в составе которой функционирует хотя бы один человек, будем именовать **большой**




---

Установлено, что классы сложных систем с повышением уровня в иерархиях обнаруживают следующие закономерности развития:

- 
- **Разнообразие** (число различных систем данного класса) возрастает
- 

- **Распространенность** (число однотипных систем) убывает. В предельном случае есть единичные экземпляры систем высшего уровня иерархии
- **Сложность** (число элементов и связей между ними, разнообразие реакций на внешние воздействия) возрастает


- 
- **Устойчивость** (способность системы противостоять внешним возмущающим воздействиям)
  - **Эмергентность** (степень несводимости свойств системы к свойствам составляющих ее элементов) возрастает.




# Свойства систем


---


- Свойство целостности и эмергентность
- Наличие структуры - внутренней организации, устанавливающей способы взаимосвязи, взаимодействия компонентов, организацию выполнения функций целого в пространстве и времени.


- 
- 
- Свойство целесообразности.  
Целью или целевой функцией системы называется способность системы находиться в предпочтительном состоянии или же стремиться к этому предпочтительному состоянию.



- 
- 
- Формой существования системы является ее функционирование. Оно направлено на достижение ее целей, определяет ее поведение в различных условиях, является источником ее развития.

- 
- 
- Свойство коммуникаций – определяет связи и взаимодействия системы с внешней средой, которая является необходимым условием существования системы

- 
- Свойство системного времени – ~~необходимость анализа систем в~~ динамике, то есть в их движении и развитии, происходящем в пространстве и во времени, наличие таких фундаментально значимых этапов в жизни системы, как зарождение, становление, развитие, регресс, гибель.


- 
- 
- Способность к управлению и самоуправлению обеспечивает достижение цели с помощью управляющих воздействий по контуру прямой («приказ») и обратной («отчет об исполнении приказа») связи



---


**Тема:**

**Принципы и правила  
системного подхода при  
исследовании или построении  
эрготехнических систем**



---

В инженерии свойства и общие законы организации систем имеют следствием принципы и правила создания искусственных систем

- 
- 
- Принцип целеобусловленности.  
Цель системы первична!



---

- **Принцип относительности.**

Одна и та же система может рассматриваться с трех точек зрения – (1) как самостоятельная система, (2) как часть объемлющей системы, (3) как объемлющая система по отношению к своим частям





---

## Принцип управляемости.

Создаваемая система должна быть управляемой, то есть способной изменять свое поведение и структуру для достижения цели



---

## Принцип связанности.


- Система, выделенная для самостоятельного рассмотрения, должна быть управляемой по отношению к старшим и управляющей по отношению к младшим в иерархическом отношении системам




---

## Принцип моделируемости.

Управляемая система должна содержать в своей структуре модель прогнозирования во времени состояний для выбора, наилучшего поведения, обеспечивающего достижения заданной цели при минимальных затратах ресурсов

- 
- 
- **Принцип симбиозности.**  
Управляемая система должна строиться с применением таких концепций, которые позволяют рассматривать человека как звено системы управления

- 
- 
- **Принцип оперативности.**  
Изменения поведения управляемой системы должны проходить своевременно, в реальном масштабе времени



---

Ваши вопросы

- Литература и источники:
- Абдикеев Н.М., Данько Т.П., Ильдеменов С.В., Киселев А.Д. Реинжиниринг бизнес процессов, - М.: Изд-во Эксмо, 2005, -592с.
- Гараедаги Дж. Системное мышление: Как управлять хаосом и сложными процессами: платформа для моделирования архитектуры бизнеса, - Минск: Гревцов Паблишер, 2007, - 480с.
- ~~Сенге Питер. Пятая дисциплина. Искусство и практика обучающейся организации, - М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2009, - 448с.~~
- Елиферов В.Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: регламентация и управление: Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2005. - 319 с. (Учебники для программы MBA).
- Антонов А.В. Системный анализ. Учеб. Для вузов. - М.: Высш. Шк., 2004.- 454 с.
- Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++. М.: Изд-во Бином, СПб.: Невский диалект, 1999. - 560 с.
- Дэвид А. Марка и Клемент МакГоуэн «Методология структурного анализа и проектирования SADT».- М.: Изд. Мета Технология. 1993.- 240 с.
- С.В.Маклаков «BPwin и Erwin. CASE-средства разработки информационных систем» Москва. ДИАЛОГ-МИФИ. 2001 г.
- Каменова М., Громов А., Ферাপонтов М, Шматалюк А. Моделирование бизнеса. Методология ARIS., М.: ООО Издательство «Серебряные нити», 2001. - 327 с.
- Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов: учеб. пособие. - М.: Финансы и статистика, 2007. - 240с.
- О'Коннор Дж. Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем/ Джозеф О'Коннор и Иан Макдермот; Пер. с англ.. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. - 256 с.
- Сенге Питер. Пятая дисциплина. Искусство и практика обучающейся организации, - М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2009, - 448с.
- Коллинз Г., Блей Дж. Структурные методы разработки систем: от стратегического планирования до тестирования. М.: Финансы и статистика, 1986. - 264 с.
- Татьяна Гаврилова, Лев Григорьев. Бизнес держится на знаниях, сам того не зная. - БИБЛИОТЕКА креативной экономики <http://creativeconomy.ru/library/prd1019.php> Экономика знаний, - 2007г.
- Фокс Дж. Программное обеспечение и его разработка. М.: Мир, 1985, -359 с.