



**ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХ**

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

27.03.02 «Управление качеством»
ЛК №1

Ирина Андреевна Абрашкина

abrashkinaia@tpu.ru

О ДИСЦИПЛИНЕ

СТРУКТУРА (МОДУЛИ)

Модуль 1. Общие сведения о системном анализе

Модуль 2. Принципы и методы системного анализа

Модуль 3. Практика системного анализа

Модуль 4. Прикладной системный анализ

Формат занятий:

- 1) лекции-дискуссии;
- 2) проектная работа в разных составах (определено заранее);
- 3) публичные защиты результатов работы;
- 4) решение практических задач;



АБРАШКИНА ИРИНА АНДРЕЕВНА

главный эксперт ОО ИШНКБ
преподаватель ОЭИ, ОКД ИШНКБ abrashkinaia@tpu.ru

Всего часов: аудиторных – 56, СРС – 88.

Лекции: 16 часов (8 недель × 2 часа)

Практические занятия: 16 часов (8 недель × 2 часа)

Лабораторные работы: 24 часа (6 работ × 4 часа)

Форма контроля: зачет на основе защиты мини-проекта.

МАТЕРИАЛЫ:

<https://portal.tpu.ru/SHARED/a/ABRASHKINAIA/Disziplins/Tab7>



РЕЙТИНГ-ПЛАН

(все задания обязательны к выполнению)

ПРН№1 – 5 баллов
ЛБН№1,2 – 10 баллов



1 (10) неделя

ПРН№2 – 5 баллов
ЛБН№3,4 – 10 баллов



2 (11) неделя

ПРН№3 – 5 баллов
ЛБН№5,6 – 10 баллов



3 (12) неделя

ПРН№4 – 5 баллов
ЛБН№7,8 – 10 баллов



4 (13) неделя

ПРН№5 – 5 баллов
ЛБН№9,10 – 10 баллов



5 (14) неделя

ПРН№6 – 5 баллов
ЛБН№11,12 – 10 баллов



6 (15) неделя

ПРН№7,8 – 10 баллов
МИНИ-ПРОЕКТ



7 (16) неделя



ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА?

СИСТЕМА

(от греч. *σύντημα* — целое, составленное из частей) – совокупность взаимосвязанных элементов, объединенных общей целью, единством управления и выступающая как единое целое по отношению к среде

КЛЮЧЕВЫЕ ПРИЗНАКИ

Целостность и делимость

выступает как единое целое

Структурность

упорядоченная совокупность элементов

Взаимосвязь с внешней средой

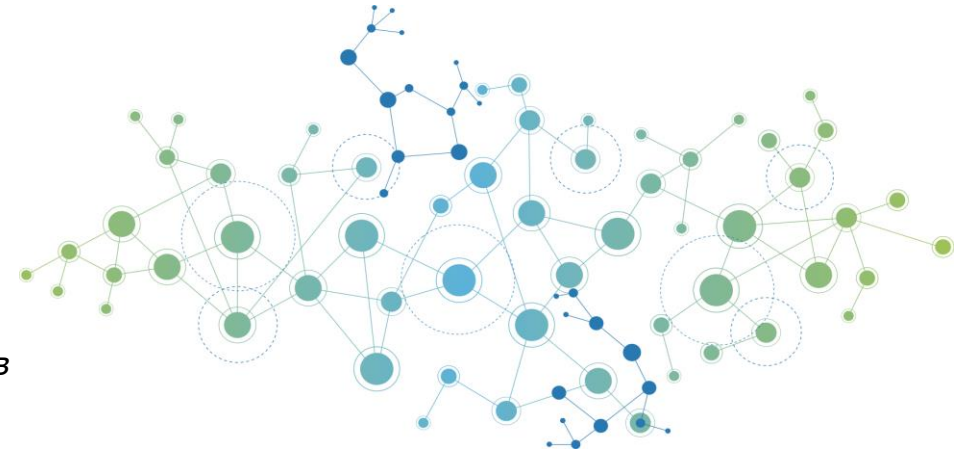
части связаны между собой

Иерархичность

любая система – элемент более крупной системы

Функциональность и целенаправленность

*существует для достижения цели,
общая функция или задача*



ЭМЕРДЖЕНТНОСТЬ (англ. *emergence* — возникновение) — наличие у системы качеств, не присущих ни одному из ее элементов в отдельности



ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ?

Системный анализ — это научная методология, представляющая собой совокупность концепций, принципов, методов и моделей для изучения, проектирования и управления **сложными системами**.



ПРИМЕНЕНИЕ

- проблема имеет много аспектов (технических, экономических, социальных, экологических);
- взаимосвязи между элементами проблемы неочевидны;
- существует множество заинтересованных сторон (стейкхолдеров) с разными, часто противоречивыми, целями;
- имеется неопределенность или недостаток информации.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

это не просто набор методов,
а особый способ мышления,
это дисциплинированный подход к пониманию и изменению сложного мира



ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ



Аристотель

(384 до н. э. - 322 до н. э., философ):
«Целое больше суммы его частей.»

Как формализованная методология системный анализ сформировался в середине XX века, этому способствовали:

- вторая мировая война: острая необходимость решения сложных военно-стратегических и логистических задач;
- научно-техническая революция: резкое усложнение технических систем;
- «холодная» война, ядерное оружие;
- развитие кибернетики: сформулированы принципы управления и связи в живых организмах и машинах;
- работы в RAND CORPORATION;



RAND Corporation («Research AND Development» — «Исследования и разработки») — американский стратегический исследовательский центр («фабрика мысли», «think tank»), 1948 г. формализация и систематизация термина **«systems analysis»** (системный анализ)



Норберт Винер

американский математик,
создатель кибернетики и
теории искусственного
интеллекта



ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Принцип целостности	Принцип иерархичности	Принцип интеграции	Принцип целевой ориентации	Принцип неопределенности и многовариантности	Принцип согласования ресурсов и целей
- целое — больше суммы его частей; - анализируем систему в целом, а не по частям; - главное — выявить её интегральные, системные свойства	- сложную проблему можно разбить на простые; - декомпозиция: от общего к частному; - иерархия упрощает анализ и управление.	- учитываем все связи и взаимодействия; - система — это сеть взаимосвязей с внешней средой; - ни один значимый элемент не существует изолированно.	- начинайте с чёткой цели; «если не знаешь куда идти, можно прийти не туда» (М. Твен); - правильная цель — основа всего анализа.	- нет одного «правильного» ответа; - сравниваем несколько альтернатив; - ищем лучшее из возможных решений.	- цель без ресурсов — это мечта; - проверяем цели на реализуемость; - ресурсы определяют достижимость целей.

PRINCIPLES



ЭТАПЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА (ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА)

Постановка проблемы:

Выявление и содержательное описание проблемной ситуации.
Правильно сформулированная проблема — это уже 50% решения.
Фокус на причине, а не на следствиях

«Что не так и почему это нас не устраивает?»

Цели и критерии:

Без четкой цели нет направления, без измеримых критериев — нет понимания успеха.

«Чего мы хотим достичь. Каким образом мы будем измерять успех?»

Анализ структуры:

Понимание внутренних связей и внешних влияний позволяет управлять системой, а не просто изменять её части.

«Что является элементами системы и как они связаны между собой?»

Моделирование:

Модель (математическая, имитационная, словесная и пр.) — это полигон для испытаний. Она позволяет находить ошибки дешево и быстро, до реальных затрат.

«Какая упрощенная модель позволит проверить наше ключевое предположение о системе?»



ЭТАПЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА (ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА)

«Как еще можно достичь цели, кроме очевидного способа?»

«Как каждая альтернатива проявляет себя против наших ключевых критериев?»

«Какой вариант предлагает наилучший баланс между результатом, затратами и рисками?»

«Что покажет нам, что решение работает, и что мы будем делать, если оно отклоняется от плана?»

Генерирование альтернатив: Один вариант — это ловушка. Истинный выбор появляется только при наличии множества путей.

Сравнительный анализ: Решение принимается не на основе интуиции, а на основе объективного сравнения по единым правилам (критериям).

Выбор решения: Итоговое решение часто является не идеальным, а оптимальным компромиссом в условиях ограничений и неопределенности.

Реализация и контроль: Лучшая стратегия бесполезна без эффективного выполнения. Контроль обеспечивает обратную связь и возможность корректировки.



ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Управление бизнесом: разработка бизнес-стратегий, реинжиниринг бизнес-процессов, проектирование организационных структур, управление проектами.

Информационные технологии: проектирование архитектуры корпоративных информационных систем, разработка сложного программного обеспечения, анализ требований к ПО.

Государственное и муниципальное управление: разработка социальных и экономических программ, анализ эффективности госрасходов, городское планирование.

Техника и инженерия: проектирование сложных технических комплексов (самолетов, космических аппаратов, энергосистем).

Экология и природопользование: моделирование экосистем, оценка воздействия на окружающую среду, разработка стратегий устойчивого развития.

Наука: планирование крупных научных экспериментов.



КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ

Классификация помогает выбрать адекватные методы исследования и управления.

По происхождению:

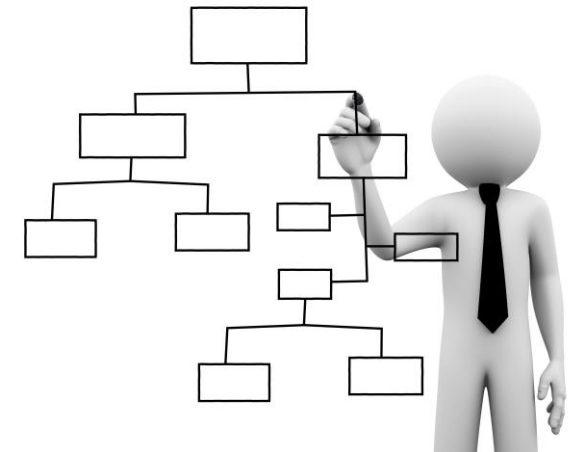
- *естественные*: созданы природой (лес, планета);
- *искусственные*: созданы человеком для цели (завод, сайт);
- *виртуальные*: существуют в информационной среде (соцсеть, метавселенная);
- *смешанные*: включают человека и технику (система "пилот-самолет").

По степени сложности:

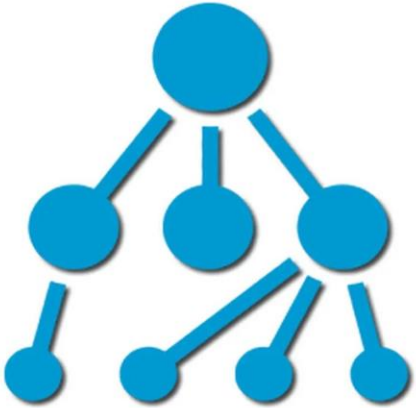
- *простые*: мало элементов, поведение предсказуемо (механические часы);
- *сложные*: много элементов и связей, поведение трудно предсказать (город, предприятие);
- *сверхсложные (ультрасложные)*: способны к самообучению и адаптации, поведение непредсказуемо (мозг, общество).

По характеру взаимодействия с окружающей средой:

- *открытые системы*: активно обмениваются с внешней средой (организм, компания);
- *закрытые системы*: обмен со средой минимален, жесткие границы (закрытый термос);
- *изолированные системы*: теоретическая модель, обмен отсутствует (Вселенная в модели).



КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ



По типу поведения:

- *детерминированные*: поведение предсказуемо и строго задано (станок с ЧПУ);
- *стохастические*: поведение вероятно, есть элемент случайности (фондовый рынок) ;

По способу управления:

- *управляемые извне*: есть выделенный внешний орган управления (предприятие под руководством директора);
- *самоуправляемые*: самостоятельно поддерживают стабильность за счет обратных связей (автопилот, организм);
- *самоорганизующиеся*: способны кардинально меняться для адаптации (научное сообщество, иммунная система).

По структуре:

- *централизованные*: единый центр управления (армия, иерархия);
- *децентрализованные*: управление распределено между автономными элементами (рыночная экономика);
- *распределенные (сетевые)*: нет центра, элементы взаимодействуют напрямую (блокчейн, социальные сети).



ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ: ОСНОВНЫЕ

- **размер (количество элементов):** определяет масштаб системы;
- **сложность структуры:** определяется количеством и разнообразием связей между элементами;
- **связность:** уровень взаимозависимости элементов системы;
- **уровень организации (организованность):** степень упорядоченности системы, противоположность энтропии (хаосу);
- **функциональное разнообразие:** количество и разнообразие функций, которые может выполнять система;
- **надежность и живучесть:** способность системы сохранять работоспособность при выходе из строя части элементов или при внешних воздействиях;
- **управляемость:** степень, в которой система поддается целенаправленному изменению ее поведения;
- **наблюдаемость:** возможность определять состояние системы по ее выходным сигналам.



СВОЙСТВА СИСТЕМ (СИСТЕМНЫЕ ЭФФЕКТЫ)

Эмерджентность

Возникновение у системы новых свойств, которых нет у её отдельных частей

Вода (H₂O) — жидкость, а её составляющие газы. Компьютер выполняет программы, а отдельный транзистор — нет.

Синергичность

Однонаправленные действия элементов приводят к многократному увеличению общего результата (эффект «2+2=5»)

Слаженная работа команды, синергия от слияния компаний.

Целостность

Система реагирует на воздействия как единое целое; изменение одного элемента влияет на все остальные

Повышение цены на нефть вызывает рост цен на множество других товаров.

Иерархичность

Любую систему можно рассматривать как часть более крупной системы и делить на подсистемы

Клетка → Орган → Организм → Общество.



СВОЙСТВА СИСТЕМ (СИСТЕМНЫЕ ЭФФЕКТЫ)

Адаптивность

Способность изменяться, чтобы сохранить себя в новых условиях

Компания внедряет новые технологии. Иммуитет вырабатывает защиту от вируса.

Интегративность

Стремление сохранить целостность и противостоять разрушению

Организм борется с болезнью. Здоровая корпоративная культура отталкивает токсичное влияние.

Эквифинальность

Способность достигать одного итога разными путями и из разных начальных условий

Успешный бизнес можно построить разными способами. Студенты с разным стартовым уровнем могут сдать экзамен одинаково хорошо. Незначительная ошибка в проекте приводит к огромным убыткам.

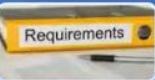
Мультипликативность

Эффекты в системе не складываются, а умножаются (как позитивные, так и негативные)

Небольшая, но своевременная инновация ведет к прорыву на рынке.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

	Инженер по требованиям
	Бизнес аналитик
	Бизнес архитектор (Enterprise architect)
	Системный аналитик
	Системный архитектор
	Инженер по верификации и валидации (инженер по тестированию)
	Технический менеджер, главный конструктор (product manager)

- владение основами системного анализа является критически важной компетенцией для современного специалиста в любой области, связанной с управлением, проектированием и принятием решений;
- возможны различные системно-инженерные роли;



**ИТОГОВОЙ ПРОЕКТ ПО
УЛУЧШЕНИЮ ПРОЦЕССА**





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!