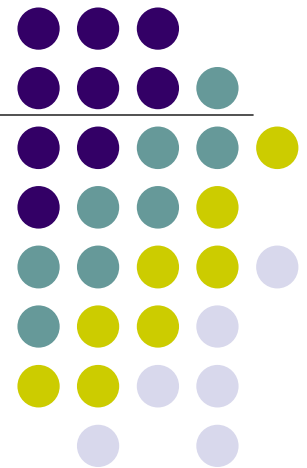


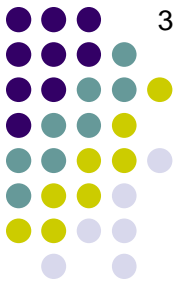
Теория систем и исследование операций

Годин Владимир Викторович, д.э.н., профессор





Теория систем и системный анализ: целеполагание



Проблемы целеполагания систем

Функционирование любой сложной системы определяется целью. Любая человеческая деятельность направлена на достижение определенных целей

Движущей силой развития любой системы является накопление проблем и противоречий, приводящее к кризису

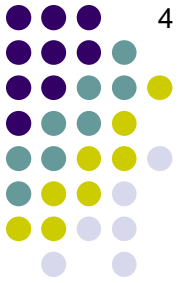
Цель — это субъективный образ желаемого состояния системы.
В целенаправленной деятельности всегда можно выделить ее *объект* и *субъект*

Объект — пассивный участник направленной деятельности

Субъект — активный участник направленной деятельности

Виды субъектов деятельности:

- Наблюдатель — наблюдает за объектом не оказывая на него воздействий
- Исследователь — воздействует на объект для получения информации о нем
- Проектировщик — проектирует новый объект
- Управляющий — воздействует на объект для достижения им заданных свойств



Проблемы целеполагания систем

Основная цель системы — сохранение возможности своего функционирования и развития. Основная цель системы порождает различные потребности

Потребность — объективная необходимость во взаимодействии с окружающей средой для сохранения возможности функционирования и развития системы. Если потребность является неудовлетворенной, то возникает объективная проблема

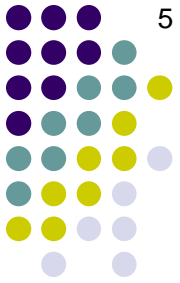
Объективная проблема — это различие между необходимым и существующим состоянием системы

Желание — субъективно осознанная потребность, соотнесенная с конкретным результатом ее удовлетворения

Цель-желание — субъективный образ состояния объекта, который удовлетворил бы осознанную потребность

Субъективная проблема — разница между желаемым и действительным состоянием системы, способ ликвидации которой не является очевидным. Цель находится в непосредственной зависимости от потребности и желания. Выбор цели сугубо субъективен

Проблемы целеполагания систем

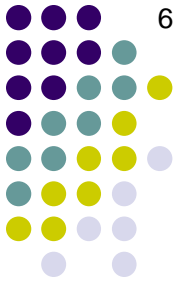


Критерий — это количественная модель качественных целей. Это количественная оценка степени достижения цели. Степень достижения цели не всегда можно выразить одним критерием. Поэтому часто необходимо использовать несколько критериев достижения цели. При решении любой реальной задачи возникают объективные и субъективные ограничения

Объективные ограничения — это законы природы и ресурсные ограничения

Субъективные ограничения — это ограничения, связанные с недостаточно полным пониманием действительности и системой ценностей субъекта целеполагания. Цель всегда включает элемент неопределенности. Следствием этого является то, что фактические результаты, как правило, отличаются от запланированных. На выбор целей субъекта существенное влияние оказывает система ценностей, которых он придерживается

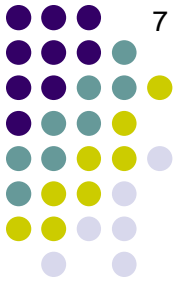
Ценности — персональные или социальные предпочтения, накладывающие ограничения на выбор путей достижения целей. Различают моральные, экономические, политические, этические, эстетические, материальные, религиозные, экологические и др. ценности



Проблемы целеполагания систем

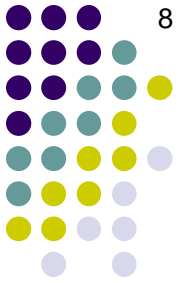
Требования к целям:

- Конкретность — четко сформулированное желание, имеющее однозначное толкование
- Измеримость — наличие шкалы, позволяющей оценить степень близости к цели
- Достижимость — реальность достижения поставленной цели при имеющихся возможностях и ресурсных ограничениях;
- Согласованность системы выбранных целей (нельзя одновременно идти в разные стороны)
- Приемлемость — согласованность с системой ценностей;
- Гибкость — возможность изменения цели при изменениях в состоянии окружающей среды и доступных ресурсах



Системный анализ

Системный анализ



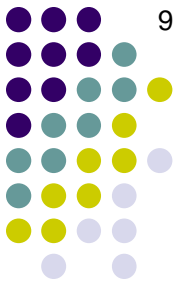
Системный анализ — это совокупность методов и средств выработки, принятия и обоснования решений

В процессе системного анализа создается абстрактная система, представляющая модель изучаемой реальной системы. На основе исследования абстрактной системы можно оценить целесообразность осуществления тех или иных воздействий на реальную систему и выбрать оптимальный путь ее развития

В процессе системного анализа стремятся выявить механизм функционирования и развития системы в целом посредством изучения внутренних и внешних связей ее элементов. Для этого рассматриваются:

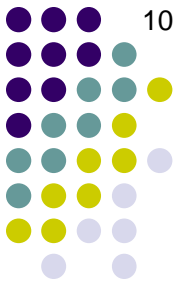
- Цели и задачи, общие для системы в целом
- Поведение системы в целом
- Влияние на ее поведение отдельных элементов
- Взаимоотношения между элементами

Системный анализ: отличия от других методов исследований



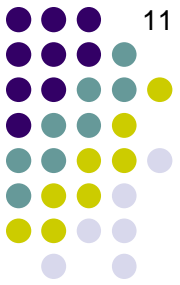
- Изучаемый объект исследуется как целостная система; особый акцент делается на рассмотрении целей и задач, общих для системы в целом; внимание уделяется изучению поведения системы в целом и влияния отдельных ее элементов на поведение всей системы
- Рассматриваются все теоретически возможные альтернативные методы и средства достижения целей системы
- Создается абстрактная система, представляющая модель изучаемой физической (реальной) системы; на основе исследования абстрактной системы оценивается целесообразность осуществления тех или иных воздействий на реальную систему и выбирается оптимальный путь ее развития
- Альтернативы оцениваются с позиции длительной перспективы
- Проблемы исследуются с точки зрения всех субъектов, так или иначе заинтересованных в функционировании и развитии системы
- Признается принципиальное значение организационных и субъективных факторов в процессе принятия решений
- Особое внимание уделяется факторам риска и неопределенности, их учету и оценке при выборе оптимальных решений среди возможных вариантов

Типы задач, решаемых системным анализом



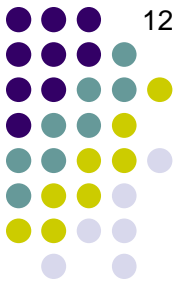
- Хорошо структурированные (well-structured), или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены очень хорошо
- Слабо структурированные (ill-structured), или смешанные проблемы, которые содержат как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны, которые имеют тенденцию доминировать
- Неструктурированные (unstructured), или качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны

Хорошо структурированные проблемы



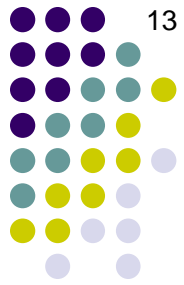
- **Хорошо структурированные проблемы** описываются системой параметров и переменных, имеющих количественное выражение
- Для решения хорошо структурированных количественно выражаемых проблем используется методология исследования операций, которая состоит в построении адекватной математической модели (например, задачи линейного, нелинейного, динамического программирования, задачи теории массового обслуживания, теории игр и др.) и применении методов для отыскания оптимальной стратегии управления целенаправленными действиями. Основная проблема состоит в том, чтобы правильно построить математическую модель, собрать необходимые исходные данные и убедиться, что построенная модель правильно отражает существо решаемой задачи

Слабо структурированные или смешанные проблемы



- **Слабо структурированные** или смешанные проблемы описываются системой качественных и количественных параметров и переменных
- К слабо структурированным проблемам относится большинство наиболее важных экономических, технических, политических и военно-стратегических задач крупного масштаба. Типичными проблемами такого рода являются те, которые:
 - намечены для решения в будущем
 - имеют широкий выбор возможных путей решения (альтернатив)
 - требуют больших вложений капитала и содержат элементы риска
 - требуют комбинирования ресурсов, необходимых для их решения
 - имеют не полностью определенные ограничения по стоимости или времени решения

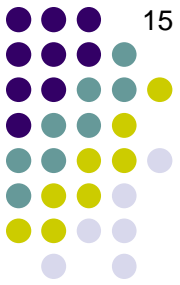
Неструктурированные или качественно выраженные проблемы



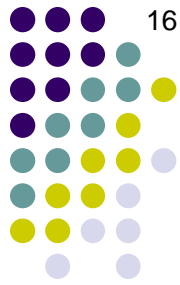
- **Неструктурированные** или качественно выраженные проблемы содержат только самое общее описание признаков и характеристик системы, а также используемых ею ресурсов. Количественные зависимости между параметрами и переменными системы неизвестны.
- При их решении используются эвристические методы, которые состоят в том, что специалист собирает максимум различных сведений о решаемой проблеме и на основе интуиции вносит предложения о целесообразных мероприятиях. При решении проблемы он полагается на собственный опыт, опыт своих коллег, профессиональную подготовленность, изучение аналогичных проблем, но не на четко сформулированную методику



Методы решения слабо структурированных проблем



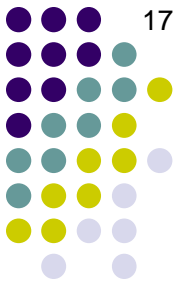
- Для решения слабо структурированных проблем используется методология системного анализа, системы поддержки принятия решений (СППР)
- Основные этапы процедуры принятия решений:
 - Формулировка проблемной ситуации
 - Определение целей
 - Определение критериев достижения целей
 - Построение моделей для обоснования решений
 - Поиск оптимального (допустимого) варианта решения
 - Согласование решения
 - Подготовка решения к реализации
 - Утверждение решения
 - Управление ходом реализации решения
 - Проверка эффективности решения



Результат системного анализа

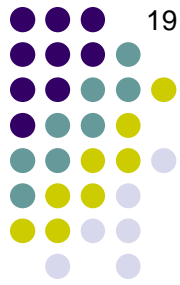
- При использовании системного анализа совсем не обязательна формализованная постановка проблемы, формализация достигается в процессе проведения системного анализа и является одной из его главных целей
- Стратегические задачи не являются легко квалифицируемыми (т.е. выражаемыми количественно) по причине отсутствия однозначного критерия оптимальности для системы целом и требуют при выработке решений привлечения субъективных суждений экспертов
- Основное достоинство системного анализа состоит в том, что он позволяет систематически и эффективно сочетать суждения и интуицию экспертов в соответствующих областях
- Основным результатом системного анализа должно быть увеличение степени понимания проблемы и возможных путей ее решения у экспертов
- Ответственным лицам в результате проведения системного анализа должен быть предоставлен набор хорошо проработанных и оцененных альтернатив

Участники процесса системного анализа и их интересы



- Заказчик - ставит проблему, заказывает и оплачивает системный анализ
- Лица, принимающие решения, от полномочий которых непосредственно зависит решение проблемы
- Активные участники, чьи действия потребуются при решении проблемы
- Пассивные участники - те, на ком скажутся последствия решения проблемы
- Системные аналитики. Необходимо минимизация их влияния на остальных заинтересованных лиц

Методология научных исследований



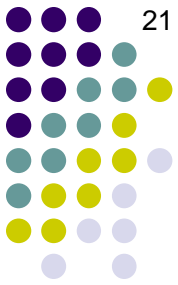
Методология системного анализа

- **Наука** – это сфера исследовательской деятельности, направленная на получение новых знаний о природе, обществе и мышлении. Наука является важнейшей составляющей духовной культуры
- **Знание** – это проверенный практикой результат познания действительности, правильное её отражение в сознании человека. Главной функцией знания является обобщение разрозненных представлений о законах природы, общества и мышления
- **Познанием** называют движение человеческой мысли от незнания к знанию. В основе познания лежит отражение объективной действительности в сознании человека в процессе его практической (производственной, общественной и научной) деятельности. Таким образом, познавательная деятельность человека обусловлена практикой и направлена на практическое овладение действительностью
- **Основная цель познания** – это достижение истинных знаний, которые могут реализоваться в виде законов и учений, теоретических положений и выводов, подтвержденных практикой и существующих объективно, независимо от нас. Знание может быть **относительным** и **абсолютным**
- **Относительное** знание является отражением действительности с некоторой неполнотой совпадения образца с объектом
- **Абсолютное** знание – это полное воспроизведение обобщенных представлений об объекте, которые обеспечивают абсолютное совпадение образца с объектом

Методология системного анализа

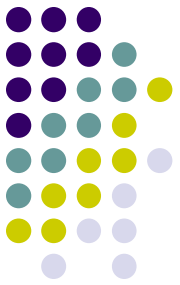
- Любая научная, исследовательская и практическая деятельность проводится на базе методов, методик и методологий
- **Метод** (греч. *metodos* — путь исследования, теория, учение) — способ достижения какой-либо цели, решения какой-либо задачи. Это способ теоретического или экспериментального исследования какого-либо явления или процесса
- **Методика** — совокупность методов и приемов проведения какой-либо работы
- **Методология** — это учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности. Наиболее важным в методологии является постановка проблемы, построение предмета исследования, построение научной теории, а также проверка полученного результата с точки зрения его истинности

Научный метод



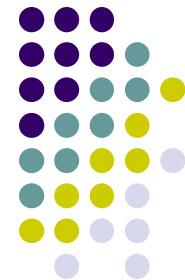
- **Научный метод** — система категорий, ценностей, регулятивных принципов, методов обоснования, образцов и т.д., которыми руководствуется в своей деятельности научное сообщество.
- Метод включает в себя способы исследования феноменов, систематизацию, корректировку новых и полученных ранее знаний
- Умозаключения и выводы делаются с помощью правил и принципов рассуждения на основе эмпирических (наблюдаемых и измеряемых) данных об объекте
- Базой получения данных являются наблюдения и эксперименты
- Для объяснения наблюдаемых фактов выдвигаются гипотезы и строятся теории, на основании которых в свою очередь строится модель изучаемого объекта

Методологическое знание



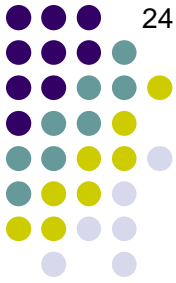
- Методологическое знание по содержанию принципиально отличается от предметного знания. Содержание последнего отражает свойства и природу исследуемого явления, фиксирует законы его внутреннего строения и сущности, отвечая на вопросы: каков предмет и почему он является именно таким
- Методологическое знание непосредственно относится к структуре деятельности, знания и средств его получения, осмысления и проверки, отвечая на вопросы: какова исследовательская деятельность, структура её предмета и средств? Каковы исходные принципы, подходы и процедуры исследования, логические основы языка, выражающего полученные результаты? Почему деятельность исследователя является именно такой?

Методологическое знание



- Методологическое знание может выступать в двух основных формах: дескриптивной (описательной) и прескриптивной (нормативной)
- Дескриптивная методология как учение о структуре научного знания, закономерностях научного познания служит ориентиром в процессе исследования. Дескриптивный анализ представляет собой ретроспективное описание уже осуществленных процессов научного познания
- Прескриптивная методология направлена на регуляцию деятельности. Прескриптивный - связан с конструированием и разработкой рекомендаций и правил осуществления научной деятельности

Исследование



Исследование – это вид деятельности, состоящий в распознавании проблем и ситуаций, определении их происхождения, выявлении их свойств и содержания, нахождении путей и средств решения

- **Цели исследования** - поиск наиболее эффективных вариантов построения системы управления и организации ее функционирования и развития
- **Научная методология** (совокупность целей, подходов, принципов, ориентиров, приоритетов, средств и методов исследования)
- **Концепция исследования** — система взглядов на исследование, общий его замысел; комплекс ключевых положений методологического характера, определяющих подход к исследованию и организации его проведения; комплекс основополагающих идей, принципов, правил, раскрывающих сущность и взаимосвязи исследования и позволяющих определить систему показателей, факторов и условий, способствующих решению проблемы.
- **Организация исследования** – порядок проведения; распределение функций и ответственности; документирование: регламенты, нормативы и инструкции

Исследование

- **Ресурсы исследования** – средства и возможности
- **Эффективность исследования** – соразмерность использованных ресурсов на проведение исследования и полученных результатов. Определение или нахождение такого варианта проведения исследования, который кратчайшим путем ведет к успеху
- **Объект исследования** - организация и система управления. Конкретный фрагмент реальности, где существует проблема, подвергающаяся непосредственному изучению. Объектом исследования является система управления любого уровня (предприятия, региона), которая относится к классу социально–экономических категорий
- **Предмет исследования** - конкретная ситуация, в результате анализа которой выявляется проблема – противоречие, разрешение которой требует проведения исследования. Наиболее существенные свойства изучаемого объекта, анализ которых особенно значим для решения задач исследования. Предметом исследования является конкретная проблема, разрешение которой требует проведения исследования

Исследование

- **Результат исследования** – рекомендации, методика, модель, формула, способствующие успешному разрешению проблемы, пониманию ее содержания, истоков и последствий. Информация, полученная при завершении исследования, способствующая успешному разрешению проблемы, пониманию ее содержания, причин возникновения, следствий и т.д.

Непосредственным результатом является информация, представленная в виде рекомендаций, моделей, методик, программ, стратегий

Опосредованный результат затрагивает такие экономические категории, как эффективность, производительность, социально–психологический климат, имидж, прибыль, качество

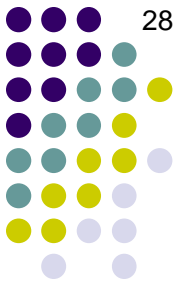
- **Проблема** – это противоречие, требующее разрешения. Решается проблема набором задач. Функционирование системы управления характеризуется множеством разнообразных проблем: противоречия между стратегией и тактикой управления, между условиями рынка и возможностями организации, между квалификацией персонала и требованиями к нему, и т.п.



Проблема исследования

- **Проблема исследования** – это сложная научная задача. Она охватывает значительную область исследования и должна иметь перспективное значение. Проблема состоит из ряда **тем**.
- **Тема** – это научная задача, охватывающая определенную область научного исследования. Она базируется на многочисленных исследовательских вопросах, под которыми понимают более мелкие научные задачи.
- При разработке темы либо вопроса выдвигается конкретная задача в исследовании. Решение проблемы ставит более общую задачу, например решить комплекс научных задач, сделать открытие

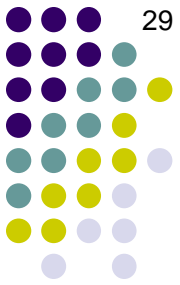
Классификация научных исследований



Научные исследования классифицируются по различным основаниям:

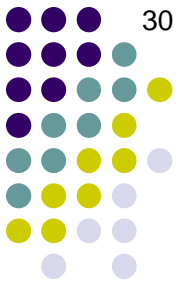
- по методам решения поставленных задач
- по сфере применения результатов исследования
- по видам исследуемого объекта
- и другим факторам исследования

Классификация научных исследований



- **Теоретические исследования** базируются на применении математических и логических методов познания объекта. Результатом теоретического исследования является установление новых зависимостей, свойств и закономерностей происходящих явлений. Результаты теоретических исследований должны быть подтверждены практикой
- **Теоретико-экспериментальные исследования** предусматривают последнюю экспериментальную проверку результатов теоретических исследований на натуральных образцах или моделях
- **Экспериментальные исследования** осуществляются на натуральных образцах или моделях в лабораторных условиях, при которых устанавливаются новые свойства, зависимости и закономерности, а также служат для подтверждения выдвинутых теоретических предположений

Классификация научных исследований



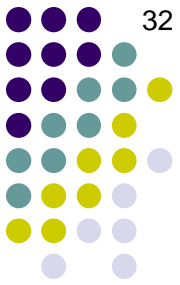
- **Комплексные исследования** представляют собой изучение разнородных свойств одного объекта, каждое из которых может предусматривать применение различных методов и средств исследования. Выполняются они в различное время и в различных местах. Примером комплексного исследования может служить оценка надежности нового автомобиля. Надежность автомобиля является интегральным свойством и обуславливается такими его отдельными свойствами, как безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость и долговечность деталей и т.д.
- **Дифференцированным исследованием** называется такое исследование, в котором познается одно из свойств или группа однородных свойств. В рассмотренном примере исследование каждого в отдельности свойства надежности автомобиля является дифференцированным

Общенаучные методы исследования



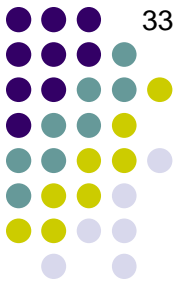
- **Анализ** – это такой прием мышления, который позволяет выявить и изучить строение того или иного государственно-правового явления, теоретически расчленить его на составные части
- **Синтез** – логический прием, обратный анализу. Он как прием мыслительной деятельности используется для создания общего, целостного представления о том или ином государственно-правовом явлении
- **Индукция** – прием мышления, который основан на движении от отдельного, особенного к всеобщему, закономерному: основан на умозаклключениях от частного (особенного) к общему. С его помощью вначале познаются отдельные (первичные) стороны или свойства государственно-правового явления, а затем даются обобщения различного уровня
- **Дедукция** – прием мышления, обратный индукции: основан на умозаклключениях от общего к частному (особенному). Общей формой дедукции является умозаклключение, первая часть которого содержит какое-либо общее положение, а вторая – вывод в виде определенного частного (конкретного) суждения
- **Сравнение** – метод, определяющий сходство или различие явлений и процессов. Он широко используется при систематизации и классификации явлений, так как позволяет соотнести неизвестное с известным, выразить новое через имеющиеся понятия и категории. Сравнение готовит предпосылки для проведения аналогии

Общенаучные методы исследования



- **Аналогия** — метод научного умозаключения, посредством которого достигается познание одних предметов и явлений на основе их сходства с другими. Он основывается на близости, подобии некоторых сторон различных предметов и явлений, например, выработка может исследоваться не по каждой производственной бригаде, а лишь по выбранным в качестве аналога из числа выполняющих одинаковую работу в сопоставимых условиях. При этом полученные результаты распространяются на все аналогичные производственные бригады.
- **Моделирование** — метод научного познания, основанный на замене изучаемого предмета, явления его аналогом, моделью, содержащей существенные черты оригинала.
- **Абстрагирование** — метод, позволяющий, отбрасывая частности, детали, переходить от конкретных предметов к общим понятиям и законам развития. Он применяется, например, в экономических исследованиях для перспективного планирования, когда на основании изучения работы предприятий за прошедший период прогнозируется развитие отрасли или региона на будущее.
- **Конкретизация** — метод исследования предметов во всем их реальном качественном многообразии, в отличие от абстрактного, отвлеченного изучения предметов. При этом исследуется состояние предметов в связи с определенными условиями их существования и исторического развития.

Общенаучные методы исследования



- **Системный анализ** представляет собой изучение объекта исследования как совокупности элементов, образующих систему. В научных исследованиях он предусматривает оценку объекта как системы с учетом воздействия всех факторов, влияющих на его функционирование. Этот метод широко применяется в организационно-технологических исследованиях при комплексном изучении работы производственных подразделений и организации в целом, при установлении путей ее развития и т.п.
- **Функционально-стоимостный анализ** — метод исследования объекта (изделия, процесса, структуры) по его функции и стоимости, применяемый при изучении эффективности использования материальных и трудовых ресурсов.
- **Формализация** — метод исследования объекта на основе представления его элементов специальными соотношениями, например, формулами, связывающими отдельные статьи затрат и влияющие на них факторы.
- **Гипотетический метод** основан на научном предположении, выдвигаемом для объяснения какого-либо явления и требующем проверки на опыте и теоретического обоснования, прежде чем быть признанным достоверной научной теорией. Он применяется при исследовании, например, новых явлений, не имеющих аналогов (изучение эффективности новых машин и оборудования, себестоимости новых видов продукции и т.п.).
- **Аксиоматический метод** предусматривает использование положений, являющихся доказанными научными знаниями, которые применяются в научных исследованиях в качестве исходных для обоснования новой теории

Формально-логические методы исследования



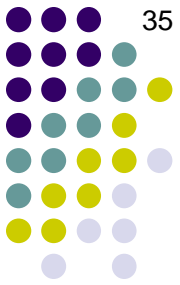
Формально-логические методы исследования обычно используют приемы формальной логики, которыми исследователь должен владеть в полной мере. Это методы классификации, построения типологии, методы доказательства и конструирования гипотез, метрологические методы (методы оценок).

Классификация — это разделение явлений, а следовательно, и понятий, характеризующих их, на определенные классы, позволяющие увидеть специфику явлений, их разнообразие, свойства, связи и зависимости и посредством этого проникнуть в их сущность

Важную роль в исследовании играют и приемы обобщения. **Обобщение** — это логическая операция, заключающаяся в том, что для некоторой группы явлений находится новое, более широкое по объему понятие, отражающее общность свойств этих явлений на уровне нового знания о них.

Особым вариантом классификации является типология. **Типология** — это группировка объектов на основе их подобия некоторому образцу, который именуется типом, эталоном или идеальным образом. Отличие типологии от классификации в том, что типология допускает существование таких явлений, которые не соответствуют ни одному из выделенных типов. Типология превосходит классификацию своей универсальностью.

Формально-логические методы исследования



Большое значение в исследованиях имеют методы доказательства. Понятие **доказательства** в практике исследовательской деятельности рассматривается как приведение любых аргументов, подтверждающих некоторое положение. Такими аргументами могут быть факты, проверенные положения, заключения, точки зрения признанных авторитетов, результаты эксперимента.

Не все и не всегда можно доказать при помощи фактов. В этом случае доказываемые положения выводятся из других, достоверность которых полагается установленной. Надежность доказательства определяется аргументацией, фактологией, методологией его построения, формально-логическим следованием.

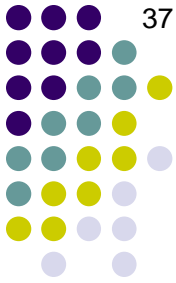
Специфические методы исследования



Специфические методы включают в себя привязанные к каждой научной отрасли способы аккумуляции и применения научной информации для решения конкретных задач

Их можно поделить на три группы:

- методы проверки, подтверждения и опровержения научных гипотез и теорий
- методы объяснения, понимания и предсказания
- методы социально-экономических и гуманитарных исследований



Этапы научного исследования

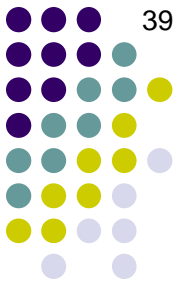
- 1. Формулирование темы.** На этом этапе предполагается общее знакомство с научной темой или проблемой, по которой предстоит выполнить работу и предварительное ознакомление с литературой, после чего формулируется тема исследования. Затем составляется план, разрабатывается техническое задание и определяется ожидаемый экономический эффект
- 2. Формулирование цели и задач исследований.** Этот этап включает подбор литературы и составление библиографических списков, проведение патентных исследований по теме НИР, составление аннотации источников и анализ обработанной информации. В заключении ставится цель и задача исследования
- 3. Теоретические исследования.** При выполнении этого этапа предполагается изучение физической сущности явления, формирование гипотез, выбор и обоснование физической модели. Затем производится математизация и анализ модели и полученных решений



Этапы научного исследования

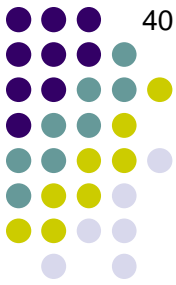
4. **Экспериментальные исследования.** Производится планирование эксперимента, разрабатываются методики его проведения и выбор средств измерения. Заканчиваются экспериментальные исследования проведением серии экспериментов и обработкой полученных результатов
5. **Анализ и оформление научных исследований.** На этом этапе производится сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными и анализ расхождений. Затем уточняются теоретические модели и проводятся дополнительные эксперименты, на основе которых становится возможным превращение гипотез в теорию. Научные работы на данном этапе завершаются формулированием научных выводов и составлением научно-технического отчета
6. **Внедрение результатов исследования** в производство, определение экономического эффекта

Типичный план научного исследования



1. Определение основных целей исследования
2. Описание проблемной ситуации
3. Предварительный анализ проблемной ситуации
4. Формулировка научной проблемы
5. Выработка гипотез
6. Сбор и классификация информации
7. Разработка концепции (научной теории)

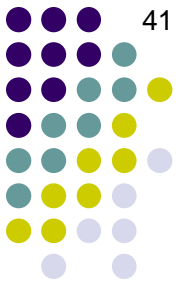
Системный подход к исследованию



Методология системного анализа базируется на системном подходе к рассмотрению изучаемой проблемы. Традиционный путь научного исследования предполагает разделение объекта на части и изучение каждой из частей по отдельности. В противоположность этому системный подход предполагает рассмотрение исследуемого объекта как системы

- **Системно-элементный** подход направлен на определение составляющих систему элементов
- **Системно-структурный** подход направлен на определение связей между компонентами системы, обеспечивающих ее целенаправленное функционирование
- **Системно-функциональный** подход направлен на изучение поведения системы во внешней среде
- **Системно-генетический** подход направлен на изучение системы с точки зрения ее развития во времени
- **Системно-коммуникативный** подход направлен на изучение взаимодействия системы с внешними системами
- **Системно-управленческий** подход направлен на изучение системы с точки зрения обеспечения ее целенаправленного функционирования в условиях внутренних и внешних возмущений
- **Системно-информационный** подход изучает процессы передачи, получения, хранения и обработки данных внутри системы и в связях с внешней средой

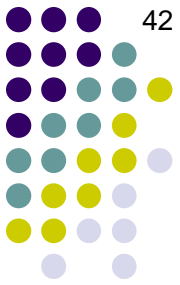
Методика проведения системного анализа



- Постановка задачи
- Структуризация системы
- Построение модели системы
- Исследование модели

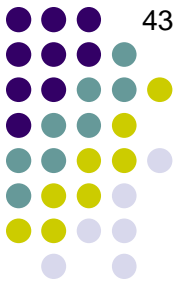
Общая методика проведения системного анализа в конкретных случаях должна быть трансформирована в развернутую последовательность шагов

Пример этапов системного анализа решении задачи исследования текущего состояния системы и определения проблем ее функционирования и развития



- Определение основной цели развития системы
- Формирование критерия достижения основной цели
- Декомпозиция цели на подцели
- Определение проблем достижения подцелей системы
- Формирование перечня альтернатив достижения цели
- Сравнение альтернатив с точки зрения основного критерия
- Выбор наилучшей альтернативы
- Выбор средств реализации выбранной альтернативы

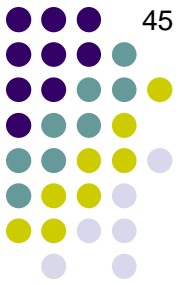
Пример этапов системного анализа для экономических систем



- Определить границы исследуемой системы
- Определить все надсистемы данной системы
- Определить основные цели и противоречия в развитии надсистем
- Выявить состав системы
- Определить структуру системы
- Определить функции активных элементов и их «вклад» в реализацию роли системы в целом
- Определить все возможные связи системы с внешней средой
- Рассмотреть систему в динамике

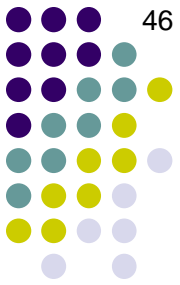
Методы моделирования систем в системном анализе

Методы моделирования систем в системном анализе



- При моделировании систем в процессе проведения системного анализа используются:
 - формальные методы
 - эвристические методы
- **Формальные методы** — это методы формализованного описания систем. Они включают:
 - аналитические методы
 - статистические методы
 - теоретико-множественные методы
 - методы математической логики
 - лингвистические методы
 - семиотические методы
 - графические методы
- Наиболее часто используются аналитические, статистические и графические методы

Формальные методы моделирования систем в СА



■ Аналитические методы

- методы дифференциального и интегрального исчисления, методы поиска экстремумов функций, вариационного исчисления и т.д.
- методы математического программирования
- методы теории игр

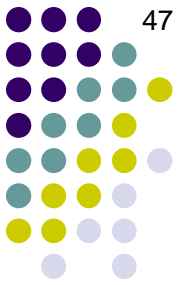
■ Статистические методы

- теория вероятностей и математической статистики
- теория массового обслуживания
- методы статистических испытаний, основанные на методе Монте-Карло
- методы выдвижения и проверки статистических гипотез

■ Графические методы

- теория графов
- методы структурного системного анализа
- методы представления данных в виде диаграмм и графиков

Эвристические методы моделирования систем в СА



- **Эвристические методы** — это методы, направленные на активизацию использования интуиции и опыта специалистов
- **Эксперт** — квалифицированный специалист в исследуемой области
- **Экспертные оценки** — это количественные и качественные оценки процессов и явлений, формируемые экспертами на основе их суждений
- **Эвристика** — эмпирическое правило, упрощающее или ограничивающее поиск решений в исследуемой предметной области
- **Эвристические методы** — это методы решения задач, основанные на интуиции эксперта и использующие правила и приемы, обобщающие его прошлый опыт
- Существуют следующие основные группы эвристических методов:
 - методы индивидуальной экспертизы
 - методы групповой экспертизы
 - методы выработки коллективных решений
 - методы структуризации
 - морфологические методы
 - методы организации сложных экспертиз

Процесс принятия решений



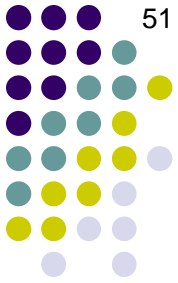
Процесс принятия решений

- Процесс принятия решений является процессом преобразования информации
- Характер располагаемой информации при принятия решений определяет классификацию и модели принятия решений
- Индивидуальные, групповые решения, стохастические и детерминированные альтернативы, принятие решений в условиях неопределенности, в условиях размытости

Задача

- Задача: «Дано V ; требуется W »
($\langle V; W \rangle$)
- V – заданные условия, V включают:
 - V^s - множество возможных состояний некоторого объекта
 - V^p - множество возможных операторов, переводящих объект из одного состояния в другое
- W – цель (желаемое состояние объекта)
 - Подмножество состояний
 - Траектории в пространстве состояний (последовательность во времени)
- Решение задачи – выбор оператора или последовательности операторов, которые переведут объект в желаемое состояние

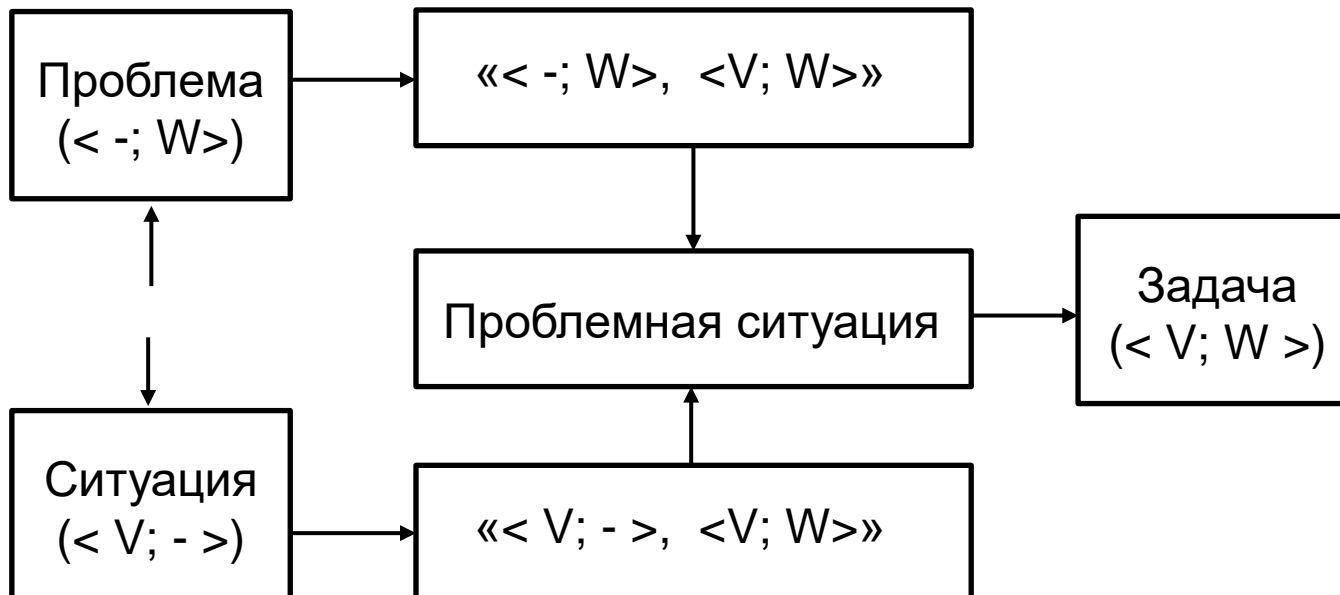
Лицо, принимающее решение

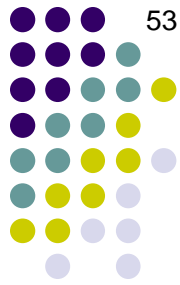


- **Лицо, принимающее решение (ЛПР)** – индивид, коллектив, автомат, и т.п., любая система, которая имеет некоторую цель , ставит и решает задачу
- ЛПР действует в условиях неопределенности
 - Неполнота информации
 - Ограниченность способности ЛПР собирать и перерабатывать информацию
 - Множество процедур постановки и решения задачи
- Единство языка при постановки задачи для описания условий V и цели W
- Операторы V^p , переводящие объект из одного состояния в другое не тождественны процедурам решения задачи
- Процедуры, которые должны обеспечить выбор из подмножества операторов V^p и оценку достижения цели W , в заданные условия не включены

Постановка задачи и неопределенность. Проблема. Ситуация.

- Проблема: «требуется W » ($\langle -; W \rangle$)
- Проблема = неполная постановка задачи
«Дано $\langle -; W \rangle$, требуется $\langle V; W \rangle$ »
- Ситуация. «Дано V » ($\langle V; - \rangle$)
- Ситуация = неполная постановка задачи
«Дано $\langle V; - \rangle$, требуется $\langle V; W \rangle$ »

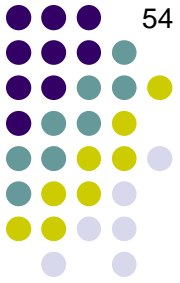




Социально-экономическая задача

- «Дано V ; требуется W » ($\langle V; W \rangle$)
 - «Дано Y, Z, D, S, U ; требуется W » ($\langle Y, Z, D, S, U; W \rangle$)
- Y – множество управляемых входных факторов (начальных условий); элементы этого множества y – векторы y имеют одну и ту же размерность
- Z – множество неуправляемых входных факторов (начальных условий); элементы этого множества z – векторы z имеют одну и ту же размерность
- D – множество операторов d из $Y \times Z$ на S
- S – множество исходов (конечных результатов), т.е. результатов взаимодействия управляемых и неуправляемых факторов
- W – цель выбора подмножества S^* на S по критерию U
- U – множество критериев оценки элементов множества S и выбора S^*

Задача принятия решения



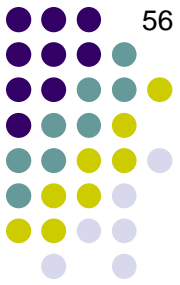
- (y,d) – варианты выбора значений управляемых факторов из Y и D – это множество альтернатив X

Шкалы описания компонент задачи



- Номинальные (классификационные) шкалы позволяют опознать, различать, идентифицировать объект
- Порядковые шкалы позволяют установить порядковые соотношения между объектами, показать, что один объект по какому-то признаку сравнения лучше, важнее другого или равноценен ему. Нельзя измерить меру доминирования
- Количественные шкалы позволяют установить количественное соотношение между объектами. Признак содержит единицу измерения
 - Интервальные шкалы позволяют измерить «расстояние» между объектами, определить насколько один объект больше другого в принятой единице измерения
 - Пропорциональные шкалы позволяют определить, во сколько раз один объект больше другого. Подразумевается фиксированная нулевая точка отчета
 - Абсолютные шкалы – фиксированы и начало отчета и масштаб

Общая схема процесса принятия решений



Подготовка и анализ данных	Получение и подготовка данных	Получение и восприятие данных	
		Фильтрация и комплексизация данных	
	Формулировка проблемной ситуации	Выявление ситуаций	Постановка проблем
		Определение проблемной ситуации	
Подготовка задачи	Подготовка задачи	Структуризация проблемной ситуации	
		Квантификация факторов и связей	
		Определение цели и критериев	Определение условий
		Согласование и оценка компонент задачи	
		Формулировка задачи	

Общая схема процесса принятия решений



Разработка альтернатив	Разработка модели и метода решения	Разработка моделей решения задачи	
		Поиск, разработка и выбор процедуры, в том числе алгоритма решения задачи	
	Разработка альтернатив	Разработка альтернатив	
		Группировка альтернатив в соответствии:	
		с целями (критериями)	с условиями (ресурсами)
		Прогноз и оценка реализуемости альтернатив	
		Прогноз и оценка последствий реализуемости альтернатив	

Общая схема процесса принятия решений



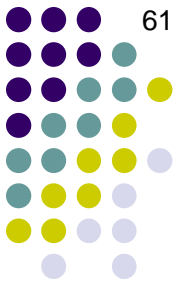
Принятие решения	Определение (уточнение) критериев выбора	Определение частных критериев и (или) предпочтений для выбора альтернатив
		Обобщение (упорядочение) критериев и (или) предпочтений для выбора альтернатив
	Выбор	Выбор - решение
	Оформление решения	Интерпретация и оценка результатов выбора (решения)
		Разработка и выдача директив для реализации решения

Исследование операций



- Хорошо структурированные
- Слабо структурированные
- Неструктурированные

Введение в исследование операций

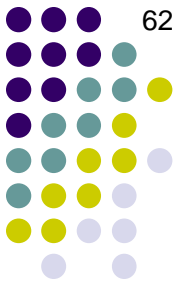


- Методология анализа сложных систем, их математическое моделирование и нахождение на этой основе наилучших (оптимальных) решений *в общем виде* изучается в направлении «Исследование операций»
- Л. В. Канторович, Л. С. Понтрягин, Н. Н. Моисеев, Дж. Данциг, Г. Кун, А. Таккер, Р. Беллман, Р. Гомори и многие другие.
- Система — множество элементов с определенными способами взаимодействия между ними, которые все вместе выполняют цель системы
- Процесс — все, что происходит в системе. Система работает, значит, в ней происходит процесс
- **Операция** — часть процесса, которая наделена свойствами всей системы. Операция — это управляемое мероприятие, выполняющее определенную цель, сопоставимую с целью всей системы
- **Исследование операций (ИСО)** - это наука о количественном обосновании оптимальных решений на основе построения и использования математической модели
- «Исследование операций это искусство давать плохие советы в тех практических случаях, в которых другие науки ничего не могут посоветовать».

Томас Саати

Исследование операций.

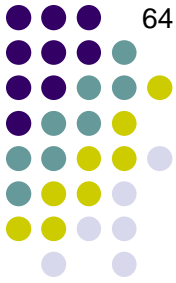
Терминология



- **Операция** — всякое мероприятие (система действий), объединённое единым замыслом и направленное к достижению какой-то цели. Операция всегда является управляемым мероприятием, то есть зависит от человека, каким способом выбрать параметры, характеризующие её организацию (в широком смысле, включая набор технических средств, применяемых в операции)
- **Решение** (удачное, неудачное, разумное, неразумное) — всякий определённый набор зависящих от человека параметров
- **Оптимальное** — решение, которое по тем или другим признакам предпочтительнее других
- **Цель исследования операций** — предварительное количественное обоснование оптимальных решений с опорой на показатель эффективности. Само принятие решения выходит за рамки исследования операций и относится к компетенции ответственного лица (лиц)
- **Элементы решения** — параметры, совокупность которых образует решение: числа, векторы, функции, физические признаки и т. д. Если элементами решения можно распоряжаться в определённых пределах, то заданные («дисциплинирующие») условия (ограничения) фиксированы сразу и нарушены быть не могут (грузоподъёмность, размеры, вес). К таким условиям относятся средства (материальные, технические, людские), которыми человек вправе распоряжаться, и иные ограничения, налагаемые на решение. Их совокупность формирует **множество возможных решений**

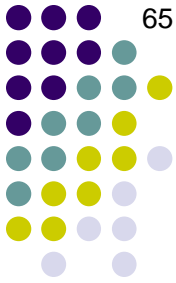


Математическое моделирование



- K — критерий. Это величина, количественно измеряющая степень достижения цели системы (операции)
- $A = (a_1, a_2, \dots, a_k)$ — коэффициенты, задающие неуправляемые параметры (константы), которые в данной конкретной системе (операции) нельзя менять (производительность, нормы расхода материалов и т. п.)
- $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ - управляемые параметры (переменные) — величины, которые можно менять
- Суть математического моделирования — установление количественных связей между величинами K , A и X

Математическое моделирование



1. Модель целевой функции, устанавливающей функциональную зависимость критерия K от неуправляемых параметров A и управляемых величин X :

$$K = f(X, A)$$

- f может быть функцией, заданной аналитически, таблично или алгоритмом
 - Направление улучшения (оптимизации) критерия: $K = f(X, A) \min (\max)$
2. Математическое описание ограничений на выбор переменных X . Все ограничения в общем виде можно записать как неравенства (равенства):

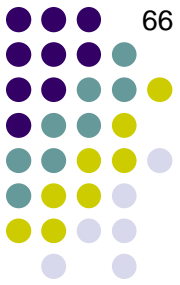
$$\varphi_i(X, A) \leq 0, i=1, m \quad (1)$$

- Каждая функция (X, A) называется функцией ограничения.
- В некоторых задачах имеются требования к виду переменных X или K :

$$\begin{cases} X \in D \\ K \in M \end{cases} \quad (2)$$

- Математическая задача оптимизации системы (операции): найти такие управляемые переменные X , которые удовлетворяли бы системе ограничений (1), (2) и обеспечивали бы наилучшее значение критерия K

Пример. Определение оптимальной производственной программы



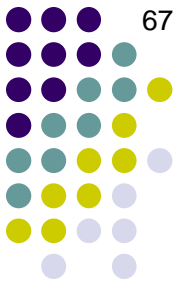
66

- Предприятие производит определенный вид продукции, цена- которой равна 20 ед.
- Имеется три способа изготовления продукции

Способ изготовления	Рабочее время в часах на единицу продукции	Машинное время в часах на единицу продукции	Сырье в кг на единицу продукции
A_1	2	4	2
A_2	2	3	3
A_3	4	2	1

- Рабочее время оплачивается в размере 3 ед./ч.
- Сырье стоит 4 ед./ч.
- Стоимость машинного времени незначительна
- Ограничения на ресурсы: рабочее время – 24 ч, машинное время – 12 ч, сырье – 18 кг

Пример. Определение оптимальной производственной программы



67

- Сколько продукции следует произвести каждым из способов, чтобы максимизировать прибыль (x_1, x_2, x_3 – количество единиц продукции, изготовленных соответствующим способом)?

$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 + 4x_3 \leq 24 \text{ (рабочее время)} \\ 4x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 12 \text{ (машинное время)} \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 18 \text{ (сырье)} \end{cases}$$

- Прибыль на единицу продукции

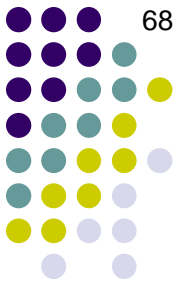
Первый способ	Второй способ	Третий способ
$20 - (2 \cdot 3 + 2 \cdot 4) = 6$	$20 - (2 \cdot 3 + 3 \cdot 4) = 2$	$20 - (4 \cdot 3 + 1 \cdot 4) = 4$

- Задача нахождения максимума прибыли:

$$(6x_1 + 2x_2 + 4x_3) \rightarrow \max, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

- Решение: следует использовать только третий способ производства и изготовить 6 единиц продукции, получив 24 ед. прибыли, при полном использовании рабочего и машинного времени, и 6 кг сырья

Задача линейного программирования



- Ресурсы b_1, b_2, \dots, b_m . $b_i > 0, i=1, \dots, m$
- На единицу интенсивности j -го производственного процесса требуются a_{ij} единиц i -го ресурса
- Известна прибыль (доход) $c_j > 0, j=1, \dots, n$ от единицы j -го производственного процесса
- x_j - интенсивность j -го производственного процесса

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, i=1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0, j=1, \dots, n$$

Литература

- Математические методы принятия решений в экономике: учебник/ Под ред. А.А.Колемаева/ГУУ. – М.:ЗАО «Финстатинформ», 1999. -386 с.
- Есипов, Б. А. Методы исследования операций : учебное пособие / Б. А. Есипов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 304 с.
- Надеждин, Е. Н. Методы исследования операций: основы теории и практики : учебное пособие / Е. Н. Надеждин, Е. Е. Смирнова. — Тула : ТГПУ, 2018. — 280 с.
- Вилкас Э.Й., Майминас Е.З. Решения: теория, информация, моделирование. – М.: Радио и связь, 1981. – 328 с.

Курсовое задание. Продолжение

- **Первая часть задания.** Придумать примеры к определениям, и закономерностям, связанным с теорией систем
- **Вторая часть задания** – классификация систем. Для задания мы использовали следующие признаки: линейные – нелинейные, стохастические – детерминированные, дискретные – непрерывные. Задача привести примеры и построить для них уравнения интенсивностей материальных потоков, описанных в раздаточном материале:
 - Для линейной детерминированной дискретной системы
 - Для линейной детерминированной непрерывной системы
 - Для нелинейной стохастической дискретной системы
- **Третья часть задания** – выбрать одно из направлений в исследовании операций, описать основные идеи этого направления и привести примеры применения
- Ответы необходимо оформить либо в виде текста, либо в виде презентации Microsoft PowerPoint со ссылками на источники, и выслать по адресу: godin@guu.ru