



Уральский  
федеральный  
университет

# Дисциплина: Основы научных исследований


**Лектор:** Петунин Александр Александрович,  
профессор кафедры ИТиАП, д.т.н

**Группа:** НМТМ-110902

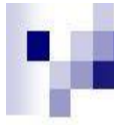
*Екатеринбург-2021*

# Лекция 1

## Основные понятия и термины

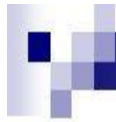


Основы научных  
исследований



# Научное исследование

- это процесс познания нового явления и раскрытия закономерностей изменения изучаемого объекта в зависимости от влияния различных факторов для последующего практического использования этих закономерностей.



# Классификация научных исследований

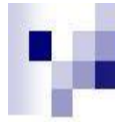
по целевому назначению:

- фундаментальные,
- прикладные,
- поисковые
- разработки.




## Фундаментальные научные исследования

– это экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей природной среды.



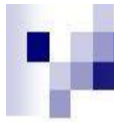
## Прикладные научные исследования

- это исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач.



# Поисковые научные исследования

- направлены на определение перспективности работы над темой, отыскание путей решения научных задач.



# Разработка

- это исследование, которое направлено на внедрение в практику результатов конкретных фундаментальных и прикладных исследований.





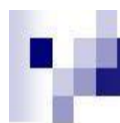
# Методоло́гия

— это алгоритм поиска цели, набор приёмов, методов, средств, способов, принципов достижения цели.



# Метод

- (от греч. μέθοδος — «способ») — систематизированная совокупность шагов, действий, которые необходимо предпринять, чтобы решить определенную задачу или достичь определенной цели.



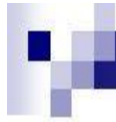
## Методы исследования в структуре общенаучной методологии

- Методы эмпирического исследования
- Методы теоретического исследования



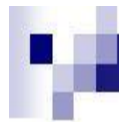
# Методы эмпирического исследования

- наблюдение,
- сравнение,
- эксперимент,
- измерение,
- анкетный опрос,
- собеседование,
- тесты,
- описание,
- метод проб и ошибок и т.д.



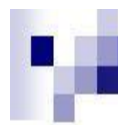
# Наблюдение

– это способ познания объективного мира, основанный на непосредственном восприятии предметов и явлений при помощи органов чувств без вмешательства в процесс со стороны исследователя.



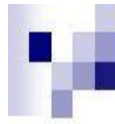
# Сравнение

- это установление различия между объектами материального мира или нахождение в них общего; осуществляется как при помощи органов чувств, так и при помощи специальных устройств.



# Измерение

– это физический процесс определения численного значения некоторой величины путем сравнения ее с эталоном.



# Эксперимент

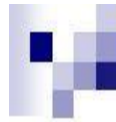
– одна из сфер человеческого практики, в которой подвергается проверке истинность выдвигаемых гипотез или выявляются закономерности объективного мира.





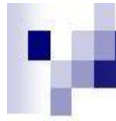
## Методы теоретического исследования

- моделирование,
- абстрагирование,
- идеализация,
- формализация,
- анализ и синтез,
- индукция и дедукция,
- обобщение и т.д.



# Абстрагирование

– это мысленное отвлечение от несущественных свойств, связей, отношений предметов и выделение нескольких сторон, интересующих исследователя.



# Аксиоматический метод

– способ построения научной теории, при котором некоторые утверждения принимаются без доказательств.

# Пять постулатов, аксиомы Евклида.

## АКСИОМЫ ЕВКЛИДА

- I. Равные одному и тому же равны между собой.
- II. Если к равным прибавляются равные, то и целые будут равны.
- III. Если от равных отнять равные, то и остатки будут равны.
- IV. Совмещающиеся друг с другом равны между собой.
- V. Целое больше части.

## Постулаты:

- 1. От всякой точки до всякой можно провести прямую.
- 2. Ограниченную прямую можно непрерывно продолжать до прямой.
- 3. Из всякого центра всяким радиусом может быть описан круг.
- 4. Все прямые углы равны между собой.
- 5. Если прямая, пересекающая две прямые, образует внутренние односторонние углы, меньшие двух прямых, то, продолженные неограниченно, эти две прямые встретятся с той стороны, где углы меньше двух прямых.

Пусть  $M$  – произвольное множество. *Метрикой* на множестве  $M$  называется такая вещественная функция  $\rho$ , определенная на множестве всевозможных пар элементов множества  $M$ :

$$\rho: M \times M \rightarrow \mathbb{R}^1, \quad (x, y) \rightarrow \rho(x, y),$$

что выполнены четыре условия:

- (1) функция  $\rho$  принимает только неотрицательные значения:  $\rho(x, y) \geq 0$  для любых  $x, y$  из  $M$ ,
- (2)  $\rho(x, x) = 0$  для любого элемента  $x$  из  $M$ , и если  $\rho(x, y) = 0$ , то обязательно  $x = y$ ,
- (3)  $\rho(x, y) = \rho(y, x)$  для любых  $x, y$  из  $M$
- (4)  $\rho(x, z) \leq \rho(x, y) + \rho(y, z)$  для любых  $x, y, z$  из  $M$ .

Множество  $M$  с фиксированной метрикой  $\rho$  называется *метрическим пространством* и обозначается  $(M, \rho)$  или просто  $M$ , если ясно, о какой метрике идет речь. Элементы множества  $M$  называются *точками* пространства  $(M, \rho)$ . Значение метрической функции  $\rho$  на паре элементов  $x, y$  называется *расстоянием* между точками  $x, y$ . Условия (1) – (4) называются *аксиомами метрики*. Они выражают основные свойства расстояния:

- (1) Неотрицательность: расстояние между двумя точками всегда неотрицательно.
- (2) Аксиома тождества: расстояние между двумя точками равно нулю тогда и только, когда точки совпадают.
- (3) Симметричность: расстояние от точки  $x$  до точки  $y$  равно расстоянию от точки  $y$  до точки  $x$ .
- (4) Условие (4) называется *неравенством треугольника*, поскольку аналогично тому факту, что длина любой стороны треугольника меньше суммы длин двух других его сторон.

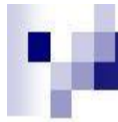
Рассмотрим несколько простейших примеров метрических пространств.

1. Возьмем в качестве множества  $M$  множество всех вещественных чисел. Определим метрику  $\rho$  по формуле  $\rho(x, y) = |x - y|$  для любых  $x, y \in M$ . Легко убедиться в том, что функция  $\rho$  удовлетворяет свойствам (1)–(4). Это *стандартная метрика* на прямой. Полученное таким образом метрическое пространство называется *числовой прямой* и обозначается  $\mathbb{R}^1$ .
2. Пусть  $M$  – произвольное множество. Определим метрику  $\rho$  на  $M$  по правилу:  $\rho(x, y) = 0$  при  $x = y$ ,  $\rho(x, y) = 1$  при  $x \neq y$ . Полученная метрика называется *дискретной метрикой* на  $M$ .



# Анализ

– метод познания при помощи расчленения или разложения предметов исследования на составные части.



# Синтез

– соединение отдельных сторон предмета в единое целое.

# Индукция

- (от лат. Inductio – наведение, побуждение) есть метод познания, ясно выявляющийся на формально логическом умозаключении, которое приводит к получению общего вывода на основании частных посылок. Другими словами, это есть движение нашего мышления от частного, единичного к общему.



# Индукция

- (от лат. Inductio – наведение, побуждение) есть метод познания, ясно выявляющийся на формально логическом умозаключении, которое приводит к получению общего вывода на основании частных посылок. Другими словами, это есть движение нашего мышления от частного, единичного к общему.

# Основы метода математической индукции

В основе метода математической индукции (ММИ) лежит **принцип математической индукции**: утверждение  $P(n)$  (где  $n$  - натуральное число) справедливо при  $\forall n \in \mathbb{N}$ , если:

- Утверждение  $P(n)$  справедливо при  $n=1$ .
- Для  $\forall k \in \mathbb{N}$  из справедливости  $P(k)$  следует справедливость  $P(k+1)$ .

**Доказательство с помощью метода математической индукции** проводится в два этапа:

- 1. База индукции (базис индукции).** Проверяется истинность утверждения при  $n=1$  (или любом другом подходящем значении  $n$ )
- 2. Индуктивный переход (шаг индукции).** Считая, что справедливо утверждение  $P(k)$  при  $n=k$ , проверяется истинность утверждения  $P(k+1)$  при  $n=k+1$ .

Метод математической индукции **применяется в разных типах задач**:

- Доказательство делимости и кратности
- Доказательство равенств и тождеств
- Задачи с последовательностями
- Доказательство неравенств
- Нахождение суммы и произведения

## Доказательство неравенства методом математической индукции

**Задание.** Докажите методом математической индукции неравенство Бернулли:  $(1+a)^n \geq 1 + a \cdot n$  для всех  $n \in \mathbb{N}$  и  $a > -1, a \in \mathbb{R}$ .

**Доказательство:**

Докажем справедливость неравенства Бернулли:  $(1+a)^n \geq 1 + a \cdot n$  для всех  $n \in \mathbb{N}$  и  $a > -1, a \in \mathbb{R}$ .

При  $n = 0$  неравенство Бернулли имеет вид  $(1+a)^0 \geq 1 + a \cdot 0$  – верно, то есть базис индукции выполняется.

Установим справедливость индукционного шага. Предположим, что

$$(1+a)^n \geq 1 + a \cdot n. \quad (1)$$

Покажем, что

$$(1+a)^{n+1} \geq 1 + a \cdot (n+1). \quad (2)$$

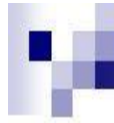
Умножим обе части неравенства (1) на положительное число  $(1+a)$ . Тогда  $(1+a)^n \cdot (1+a) \geq (1 + a \cdot n) \cdot (1+a)$ , то есть

$$(1+a)^{n+1} \geq 1 + a + a \cdot n + a^2 n. \quad (3)$$

Поскольку  $a^2 \geq 0$ , имеем

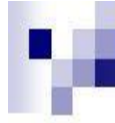
$$1 + a + a \cdot n + a^2 n \geq 1 + a + a \cdot n = 1 + a(n+1). \quad (4)$$

Из неравенств (3) и (4) получаем неравенство (2). На основании принципа математической индукции заключаем, что  $(1+a)^n \geq 1 + a \cdot n$  для всех  $n \in \mathbb{N}$ .



# Обобщение

- определение общего понятия, в котором находит отражение главное, основное, характеризующее объекты данного класса

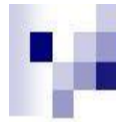


# Понятие научной проблемы

- Научная проблема – это форма научного знания, содержание которой составляет то, что еще не познано человеком, но что нужно познать. В проблеме соединяется её эмпирическая и теоретическая основа.
- Проблема – это затруднение, неопределенность.

# Постановка проблемы

- Отчленить известное и неизвестное, факты объясненные и требующие объяснения, факты, соответствующие теории и противоречащие ей;
- Сформулировать вопрос, выражающий основной смысл проблемы, обосновать его правильность и важность для науки и практики;
- Наметить конкретные задачи, последовательность их решения и методы, которые будут применяться при этом.



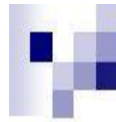
Чтобы сформулировать проблему, надо не только оценить ее значение в развитии науки, практики, но и располагать методами и техническими средствами ее решения.



# Тема

- отражает проблему в её характерных чертах.
- Удачная, точная в смысловом отношении формулировка темы уточняет проблему, очерчивает рамки исследования, конкретизирует основной замысел, создавая тем самым предпосылки успеха работы в целом.





# Актуальность темы

- обосновывает необходимость проведения исследования.



# Объект исследования

– это область, в рамках которой ведётся исследование совокупности связей, отношений и свойств как источника необходимой для исследователя информации.



# Предмет исследования

- более конкретен и включает только те связи и отношения, которые подлежат непосредственному изучению в данной работе, он устанавливает границы научного поиска в каждом объекте.



# Цель автора работы

- формулируется кратко и предельно точно, в смысловом отношении выражая то основное, что намеревается сделать исследователь. Как правило, цель начинается с глаголов: «выяснить», «выявить», «сформировать», «обосновать», «обеспечить» и т.д.



# Задачи исследования.

- В задачах обозначают комплекс проблем, которые необходимо решить в ходе исследования.
- Задачи определяют содержание исследования и структуру текста работы.



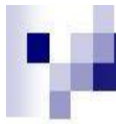
## Гипотеза, ее выдвижение и обоснование

- В научном исследовании гипотеза выступает как форма теоретического знания, содержащая предположение, сформулированное на основе ряда фактов, истинное значение которых неопределенно и нуждается в доказательстве.



# Гипотеза

- это такая форма развития знания, которая выражает научно обоснованное предположение, объясняющее причину какого-либо явления, хотя достоверность этого предположения в настоящее время не доказана, не подтверждена практикой, жизнью.



# Виды гипотез

- Рабочие и научные
- Частные и общие
- На эмпирическом и теоретическом базисе
- Описательные и объяснительные



## **Пример научной гипотезы:**

**Гипотеза Пуанкаре́** — доказанная математическая гипотеза о том, что *всякое односвязное компактное трёхмерное многообразие без края гомеоморфно трёхмерной сфере.*

Сформулированная в 1904 году математиком Анри Пуанкаре гипотеза была доказана в серии статей 2002—2003 годов Григорием Перельманом.

После подтверждения доказательства математическим сообществом в 2006 году, гипотеза Пуанкаре стала первой и единственной на данный момент (2020 год) решённой задачей тысячелетия.

## Пример 1:

**Гипотеза Пуанкаре́** — доказанная математическая гипотеза о том, что *всякое односвязное компактное трёхмерное многообразие без края гомеоморфно трёхмерной сфере.*

Сформулированная в 1904 году математиком Анри Пуанкаре гипотеза была доказана в серии статей 2002—2003 годов Григорием Перельманом.

После подтверждения доказательства математическим сообществом в 2006 году, гипотеза Пуанкаре стала первой и единственной на данный момент (2020 год) решённой задачей тысячелетия.

## Пример 2:

Вопрос о равенстве классов сложности  $P$  и  $NP$  (в русскоязычных источниках также известный как проблема перебора) — это одна из центральных открытых проблем теории алгоритмов уже более трёх десятилетий. Если на него будет дан утвердительный ответ, это будет означать, что теоретически возможно решать многие сложные задачи существенно быстрее, чем сейчас.

Отношения между классами  $P$  и  $NP$  рассматриваются в разделе теории алгоритмов, который называется теорией вычислительной сложности. Она изучает ресурсы, необходимые для решения некоторой задачи. Наиболее общие ресурсы — это время (сколько нужно сделать шагов) и память (сколько памяти потребуется для решения задачи).

Проблема равенства классов  $P$  и  $NP$  является одной из семи задач тысячелетия, за решение которой Математический институт Клэя назначил премию в миллион долларов США.

## Пример 2:

Нестрого говоря, проблема равенства  $P = NP$  состоит в следующем: если положительный ответ на какой-то вопрос можно довольно быстро проверить (за полиномиальное время), то правда ли, что ответ на этот вопрос можно довольно быстро найти (также за полиномиальное время и используя полиномиальную память)? Другими словами, действительно ли решение задачи проверить не легче, чем его отыскать?[4]

Например, верно ли, что среди чисел  $\{-2, -3, 15, 14, 7, -10, \dots\}$  есть такие, что их сумма равна 0 (задача о суммах подмножеств)? Ответ — да, потому что  $-2 - 3 + 15 - 10 = 0$  легко проверяется несколькими сложениями (информация, необходимая для проверки положительного ответа, называется сертификатом). Следует ли отсюда, что так же легко подобрать эти числа? Проверить сертификат так же легко, как найти его? Кажется, что подобрать числа сложнее, но это не доказано.

Из определения классов  $P$  и  $NP$  сразу вытекает следствие:  $P$  является подмножеством  $NP$ . Однако до сих пор ничего не известно о строгости этого включения, то есть, существует ли задача, лежащая в  $NP$ , но не лежащая в  $P$ . Если такой задачи не существует, то все задачи, принадлежащие классу  $NP$ , можно будет решать за полиномиальное время, что сулит огромную выгоду в скорости вычислений. Сейчас самые сложные задачи из класса  $NP$  (так называемые  $NP$ -полные задачи) можно решить за экспоненциальное время, что считается неприемлемым с практической точки зрения.

## Примеры рабочих гипотез:

1. Рабочая скорость инструмента машины лазерной резки с ЧПУ, которую программист-технолог задаёт в управляющей программе, является константой
2. Рабочая скорость инструмента машины лазерной резки с ЧПУ, которую программист-технолог задаёт в управляющей программе, не является константой.
3. Эта скорость зависит от геометрии вырезаемых деталей.
4. Эта скорость зависит от числа кадров в управляющей программе.

Как проверить эти гипотезы?

Например, с помощью серии экспериментов.

Эксперимент показал, что гипотезы 1 и 3 – неверные, а 2 и 4 верные.



# Гипотеза должна отвечать общим требованиям

- Соответствовать установленным в науке законам
- Согласовываться с фактическим материалом, на базе которого и для объяснения которого она выдвинута
- Не содержать противоречий, которые запрещаются законами формальной логики
- Быть простой, не содержать лишнего, произвольных допущений
- Должна допускать возможность ее подтверждения или опровержения, либо прямо – непосредственным наблюдением, либо косвенно – выводением следствий из гипотезы и их последующей опытной проверкой.



# Основные этапы исследования:

1. подготовительный;
2. проведение теоретических и эмпирических исследований;
3. работа над рукописью и её оформление;
4. внедрение результатов научного исследования.



# Подготовительный этап

включает:

- выбор темы;
- обоснование необходимости проведения исследования по ней;
- определение гипотез, целей и задач исследования;
- разработку плана или программы научного исследования;
- подготовку средств исследования (инструментария).



# Исследовательский этап

## СОСТОИТ ИЗ:

- систематического изучения литературы по теме,
- сбора статистических сведений и архивных материалов;
- проведения теоретических и эмпирических исследований
- обработки, обобщения и анализа полученных данных;
- объяснения новых научных фактов, аргументирования и формулирования положений,
- выводов и практических рекомендаций и предложений.



## Третий этап включает:

- уточнение композиции (построения, внутренней структуры) работы;
- уточнение заглавия, названий глав и параграфов;
- подготовку черновой рукописи и её редактирование;
- оформление текста, в том числе списка использованной литературы и приложений.



## Четвертый этап

- состоит из внедрения результатов исследования в практику.
- Научные исследования не всегда завершаются этим этапом, но иногда научные работы студентов (например, дипломные или выпускные работы) рекомендуются для внедрения в практическую деятельность отдельных предприятий.

## Пример реализации 4-го этапа в форме Опытно-конструкторской работы

### Содержание ОКР

**Целью проведения опытно-конструкторской работы** является разработка комплекта рабочей конструкторской документации в объеме и по качеству отработки, достаточного для постановки на производство определенного вида продукции. Опытно-конструкторская работа по своим целям является последовательной реализацией результатов ранее проведенных прикладных НИР.

**Техническое задание** – исходный документ, на основе которого осуществляется вся работа по созданию нового изделия, разрабатываемое предприятием-изготовителем продукции и согласуемое с заказчиком (основным потребителем). В техническом задании определяется назначение будущего изделия, тщательно обосновываются его технические и эксплуатационные параметры и характеристики: производительность, габариты, скорость, надёжность, долговечность и другие показатели, обусловленные характером работы будущего изделия. В нём также содержатся сведения о характере производства, условиях транспортировки, хранения и ремонта, рекомендации по выполнению необходимых стадий разработки конструкторской документации и её составу, технико-экономическое обоснование и другие требования.

**Эскизный проект** состоит из графической части и пояснительной записки. Первая часть содержит принципиальные конструктивные решения, дающие представление об изделии и принципе его работы, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры. Он дает представление о будущей конструкции изделия, включая чертежи общего вида, функциональные блоки, входные и выходные электрические данные всех узлов (блоков), составляющих общую блок-схему. На этой стадии разрабатывается документация для изготовления макетов, осуществляется их изготовление и испытания, после чего корректируется конструкторская документация. Вторая часть эскизного проекта содержит расчет основных параметров конструкции, описание эксплуатационных особенностей и примерный график работ по технической подготовке производства.

Макет изделия позволяет добиться удачной компоновки отдельных частей, найти более правильные эстетические и эргономические решения и тем самым ускорить разработку конструкторской документации на последующих стадиях.

## Содержание ОКР

**Технический проект** разрабатывается на основе утвержденного эскизного проекта и предусматривает выполнение графической и расчетной частей, а также уточнения технико-экономических показателей создаваемого изделия. Он состоит из совокупности конструкторских документов, содержащих окончательные технические решения, которые дают полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и исходные данные для разработки рабочей документации. В графической части технического проекта приводятся чертежи общего вида проектируемого изделия, узлов в сборке и основных деталей. Чертежи обязательно согласовываются с технологами.

В пояснительной записке содержатся описание и расчет параметров основных сборочных единиц и базовых деталей изделия, описание принципов его работы, обоснование выбора материалов и видов защитных покрытий, описание всех схем и окончательные технико-экономические расчеты. На этой стадии при разработке вариантов изделий изготавливается и испытывается опытный образец. Технический проект проходит те же стадии согласования и утверждения, что и техническое задание.

**Рабочий проект** является дальнейшим развитием и конкретизацией технического проекта. Эта стадия разбивается на три уровня: разработка рабочей документации опытной партии (опытного образца); разработка рабочей документации установочной серии; разработка рабочей документации для серийного или массового производства. Результатом ОКР является комплект рабочей конструкторской документации (РКД) для постановки на производство нового вида продукции.

**Рабочая конструкторская документация (РКД)** – совокупность конструкторских документов, предназначенных для изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации и ремонта изделия. Наряду с термином "рабочая конструкторская документация" используются с аналогичным определением термины "рабочая технологическая документация" и "рабочая техническая документация". В отдельных случаях, если это предусмотрено требованиями технического задания, в состав рабочей технической документации может быть включена и технологическая документация. Различные этапы ОКР по мере их выполнения должны содержать свои характерные результаты, такими результатами являются:

- техническая документация по результатам эскизно-технического проектирования;
- макеты, экспериментальные и опытные образцы, изготовленные в ходе выполнения ОКР;
- результаты испытаний опытных образцов: предварительных (ПИ), межведомственных (МИ), приемочных (При), государственных (ГИ) и др.

**Спасибо за внимание!**

[a.a.petunin@urfu.ru](mailto:a.a.petunin@urfu.ru)