Методы обработки результатов экспериментальных исследований

Лекция 8

и.о. доцента кафедры
теоретической и ядерной физики
PhD Зарипова Ю.А.

Цель лекции: сформировать представление об основных этапах и методах обработки результатов экспериментальных исследований, раскрыть принципы статистического анализа данных, оценки погрешностей измерений и проверки достоверности полученных результатов.

Результаты обучения:

По завершении лекции обучающийся будет способен:

1. Характеризовать основные виды экспериментов и этапы обработки экспериментальных данных.
2. Объяснять принципы планирования, организации и проведения экспериментальных исследований.
3. Различать виды погрешностей измерений и определять способы их оценки и уменьшения.
4. Применять основные методы статистической обработки экспериментальных данных и оценки точности результатов измерений.
5. Характеризовать методы проверки статистических гипотез, анализа функциональных зависимостей и возможности программных средств обработки данных.

Основные этапы анализа данных



Структуры данных

- **Одномерные наборы данных** (одна переменная) содержат только один признак, зарегистрированный для каждой элементарной единицы.

- **Двумерные наборы данных** содержат информацию о двух признаках для каждого из объектов. В дополнение к обобщению свойств каждой из этих двух переменных, рассматриваемых как отдельные наборы одномерных данных,

- **Наборы многомерных данных** содержат информацию о трех свойств каждой из или более признаках для каждого объекта. В дополнение к обобщению этих переменных (рассматриваемых как отдельные наборы одномерных данных) и установлению зависимости между парами переменных (как при анализе набора двумерных данных)

Экспериментальных исследования. Общие сведения.

- **ЭКСПЕРИМЕНТ - целенаправленное наблюдение, воспроизведение объекта познания, опыт, организация особых условий его существования, проверка предсказания.**
- **В это понятие вкладывается научная постановка опытов и наблюдение исследуемого явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом его развития и воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий.**
- **Цель эксперимента – выявление свойств исследуемых объектов, проверка справедливости гипотез и на этой основе широкое и глубокое изучение темы научного исследования.**
- **Эксперименты, которые проводятся в различных отраслях науки, являются отраслевыми и имеют соответствующие названия: физические, химические, биологические, социальные, психологические, и т.п.**

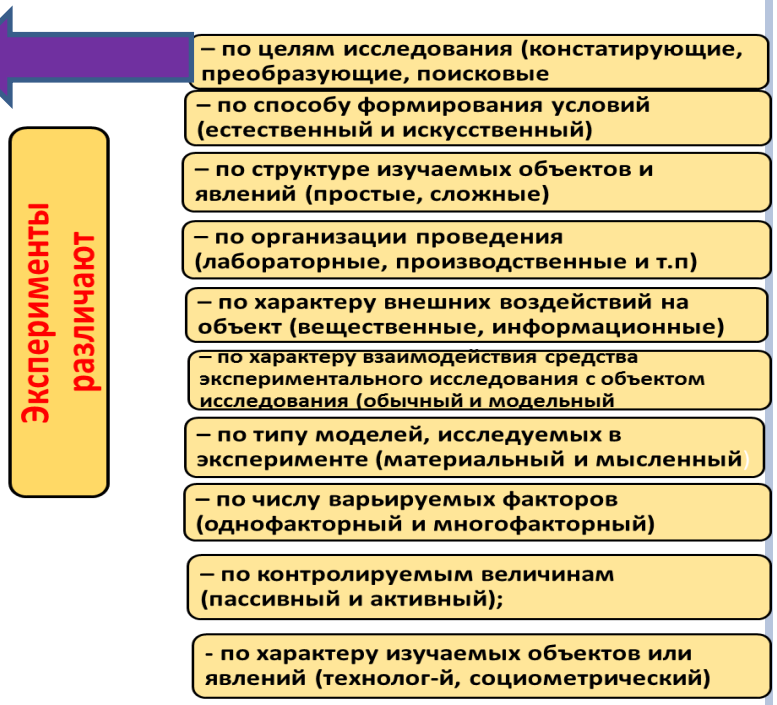
Эксперименты и их разновидности:

Эксперименты различают

- по целям исследования (констатирующие, преобразующие, поисковые
- по способу формирования условий (естественный и искусственный)
- по структуре изучаемых объектов и явлений (простые, сложные)
- по организации проведения (лабораторные, производственные и т.п)
- по характеру внешних воздействий на объект (вещественные, информационные)
- по характеру взаимодействия средства экспериментального исследования с объектом исследования (обычный и модельный
- по типу моделей, исследуемых в эксперименте (материальный и мысленный)
- по числу варьируемых факторов (однофакторный и многофакторный)
- по контролируемым величинам (пассивный и активный);
- по характеру изучаемых объектов или явлений (технолог-й, социометрический)

Эксперименты и их разновидности:

- ***Констатирующий эксперимент*** **используется для проверки определенных предположений. Где констатируется наличие определенной связи между воздействием на объект исследования и результатом, выявляется наличие определенных фактов.**
- ***Преобразующий, или созидательный, эксперимент*** **предполагает активное изменение структуры и функций объекта исследования в соответствии с выдвинутой гипотезой, формирование новых связей и отношений между компонентами объекта или между исследуемым объектом и другими объектами.**
- ***Поисковый эксперимент*** **проводится в том случае, если затруднена классификация факторов, влияющих на изучаемое явление вследствие отсутствия достаточных предварительных (априорных) данных. По результатам поискового эксперимента устанавливается значимость факторов, осуществляется отсеивание незначимых.**



Эксперименты и их разновидности:

- ***Естественный эксперимент*** **предполагает проведение опытов в естественных условиях существования объекта исследования (чаще всего используется в биологических, социальных, педагогических и психологических науках).**
- ***Искусственный эксперимент*** **предполагает формирование искусственных условий (широко применяется в технических и естественных науках).**



Эксперименты и их разновидности:

•***Простой эксперимент*** **используется для изучения объектов, не имеющих разветвленной структуры, с небольшим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, выполняющих простейшие функции.**

•**В *сложном эксперименте* изучаются явления или объекты с разветвленной структурой и большим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, выполняющих сложные функции.**



Эксперименты и их разновидности:

•***Лабораторный эксперимент*** **проводится в лабораторных условиях с применением специальных моделирующих установок, типовых приборов, стендов, оборудования и т.д. Чаще всего в лабораторном эксперименте изучается не сам объект, а его образец (модель).**

•***Натурный эксперимент*** **проводится в естественных условиях и на реальных объектах. Этот вид эксперимента часто используется в процессе натурных испытаний изготовленных систем.**

В зависимости от места проведения испытаний натурные эксперименты подразделяются: на производственные, полигонные, полевые, полунатурные и т.п. Натурный эксперимент всегда требует тщательного продумывания и планирования, а также рационального выбора методов исследования

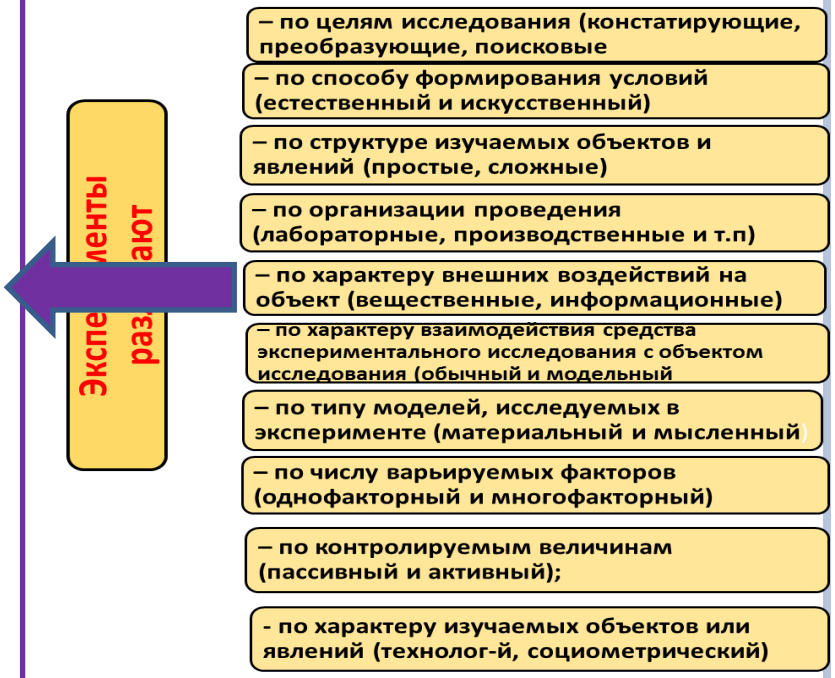


Эксперименты и их разновидности:

•***Информационный эксперимент*** используется для изучения воздействия определенной (различной по форме и содержанию) информации на объект исследования. Чаще всего информационный эксперимент используется в биологии, психологии, социологии, кибернетике и т.п. С помощью этого эксперимента изучается изменение состояния объекта исследования под влиянием сообщаемой ему информации.

•***Вещественный эксперимент*** предполагает изучение влияния различных вещественных факторов на состояние объекта исследования. Например, влияние различных пластифицирующих добавок на подвижность бетонной смеси, прочность бетона и т.п.

•**Энергетический эксперимент** используется для изучения воздействия различных видов энергии (электромагнитной, механической, тепловой и т.д.) на объект исследования. Этот тип эксперимента широко распространен в естественных науках.



Эксперименты и их разновидности:

- ***Классический, или обычный, эксперимент – экспериментатор выступает в роли субъекта, познающего объект или предмет экспериментального исследования при помощи средств для осуществления эксперимента (приборы, инструменты, экспериментальные установки).***

- ***Модельный эксперимент*. Этот вид эксперимента в отличие от классического имеет дело с моделью исследуемого объекта. Модель входит в состав экспериментальной установки, замещая не только объект исследования, но часто и условия, в которых изучается некоторый объект.**



Эксперименты и их разновидности:

- ***Мысленный эксперимент*** **– одна из форм умственной деятельности познающего субъекта, в процессе которой структура реального эксперимента воспроизводится в воображении.**

- ***Материальный эксперимент*****. В процессе этого эксперимента используются материальные, а не идеальные объекты исследования. Основное отличие материального эксперимента от мысленного в том, что реальный эксперимент представляет собой форму объективной материальной связи сознания с внешним миром, а мысленный эксперимент является специфической формой теоретической деятельности субъекта.**



Эксперименты и их разновидности:

- ***Однофакторный эксперимент*** **предполагает:**

– выделение особо значимых факторов;

– поочередное варьирование факторов, интересующих исследователя;

– стабилизацию мешающих факторов.

•Суть многофакторного эксперимента состоит в том, что варьируются все переменные сразу и каждый эффект оценивается по результатам всех опытов, проведенных в данной серии экспериментов.



Эксперименты и их разновидности:

- ***Пассивный эксперимент*** **предусматривает измерение только выбранных показателей (переменных, параметров) в результате наблюдения за объектом без искусственного вмешательства в его функционирование.**

  Например, наблюдение: за числом заболеваний вообще или какой-либо определенной болезнью; скоростями движения транспортных потоков, за работоспособностью определенной группы лиц; за числом ДТП и т.п.

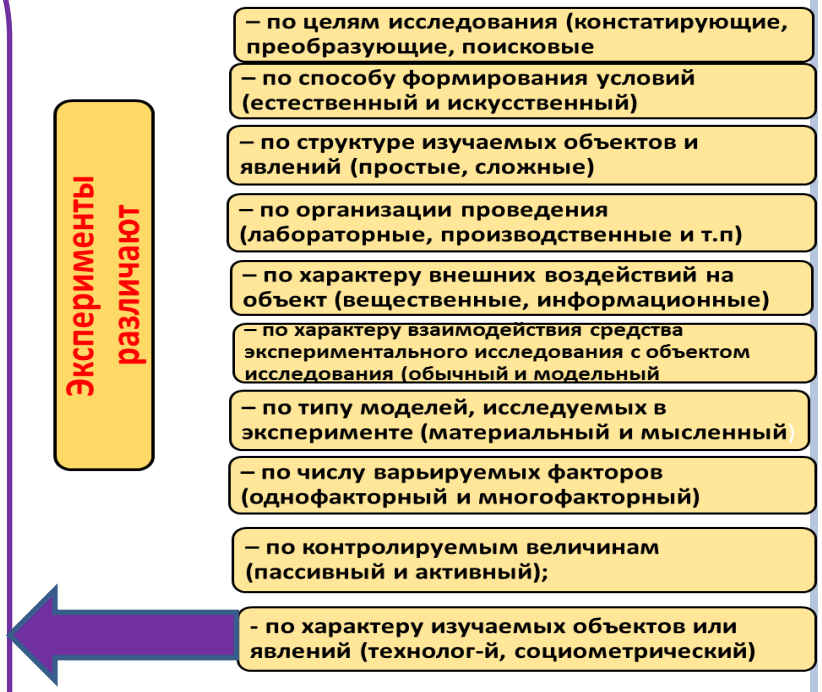
- ***Активный эксперимент*** **связан с выбором специальных входных сигналов (факторов) и контролирует вход и выход исследуемой системы.**



Эксперименты и их разновидности:

- ***Технологический эксперимент*** **направлен на изучение элементов технологического процесса (продукции, оборудования, деятельности работников и т.п.) или процесса в целом.**

- ***Социометрический эксперимент*** **используется для измерения существующих межличностных социально-психологических отношений в малых группах с целью их последующего изменения.**



Методика и планирование эксперимента

Методика – это совокупность мыслительных и физических операций, размещенных в определенной последовательности, в соответствии с которой достигается цель исследования.

При разработке методики проведения эксперимента обходимо предусматривать:

– проведение предварительного целенаправленного наблюдения над изучаемым объектом или явлением с целью определения его исходных данных (выбор варьирующих факторов, гипотез);

– создание оптимальных условий, в которых возможно экспериментирование (подбор объектов для экспериментального воздействия, устранение влияния случайных факторов);

– систематическое наблюдение за ходом развития изучаемого явления и точные описания фактов;

– определение пределов измерений;

– проведение систематической регистрации измерений и оценок фактов различными способами и средствами;

– создание перекрестных воздействий, повторяющихся ситуаций, изменение условий и их характера;

– создание усложненных ситуаций с целью подтверждения или опровержения ранее полученных данных;

– переход от эмпирического изучения к логическим обобщениям, анализу и теоретической обработке полученного фактического материала.

Правильно разработанная методика экспериментального исследования предопределяет его ценность. Исследователь при выборе методики эксперимента должен удостовериться в ее практической пригодности.

- **На проведение любого эксперимента затрачивается большое количество ресурсов, производится множество наблюдений и измерений. Важно, прежде чем приступать к проведению эксперимента, правильно и четко разработать его методологию, которая включает: как разработка плана-программы; оценка измерений и выбор средств для проведения эксперимента; математическое планирование эксперимента с одновременным проведением эксперимента.**

План или программа проведения эксперимента включает:

- **– постановку цели и задач эксперимента;**
- **– обоснование объема эксперимента, числа опытов;**
- **– выбор варьируемых факторов;**
- **– определение последовательности изменения факторов;**
- **– порядок реализации опытов;**
- **– выбор шага изменения факторов, задание интервалов между экспериментальными точками;**
- **– описание проведения эксперимента;**
- **– обоснование средств измерений;**
- **– обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента.**

Планирование эксперимента **необходимо производить в наиболее короткий срок и с наименьшими затратами, получая при этом достоверную и точную информацию.**

Этапы планирования эксперимента:

- **– сбор и анализ собранной информации;**
- **– выбор входных и выходных переменных, области экспериментирования;**
- **– выбор математической модели, при помощи которой будут представляться экспериментальные данные;**
- **– план эксперимента и выбор критерия оптимальности;**
- **– проведение анализа данных и определение метода;**
- **– проведение эксперимента;**
- **– проверка статических предпосылок для полученных экспериментальных данных;**
- **– обработка полученных результатов;**
- **– интерпретация и рекомендации по использованию полученных результатов.**

Планирование эксперимента **необходимо производить в наиболее короткий срок и с наименьшими затратами, получая при этом достоверную и точную информацию.**



Этапы планирования эксперимента:

- **– сбор и анализ собранной информации;**
- **– выбор входных и выходных переменных, области экспериментирования;**
- **– выбор математической модели, при помощи которой будут представляться экспериментальные данные;**
- **– план эксперимента и выбор критерия оптимальности;**
- **– проведение анализа данных и определение метода;**
- **– проведение эксперимента;**
- **– проверка статических предпосылок для полученных экспериментальных данных;**
- **– обработка полученных результатов;**
- **– интерпретация и рекомендации по использованию полученных результатов.**

Измерения занимают чрезвычайно важное место в экспериментальных исследованиях.

- **Измерение** – это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств. Измерить какую-либо физическую величину Q значит сравнить ее с другой величиной q, принятой за единицу измерений, и выразить первую в долях последней.

В математической форме это можно представить в виде зависимости $Q = k\,q$, где k – любое положительное целое или дробное число, показывающее, во сколько раз Q больше или меньше q.

Метрология занимается теорией и практикой измерения. Это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Результаты измерений обязательно должны быть выражены в узаконенных единицах, а погрешности измерений известны с заданной вероятностью, что возможно только при единообразии средств измерения. Они должны быть проградуированы в узаконенных единицах, и их метрологические свойства должны соответствовать нормам.



Различают несколько основных методов измерения:

- **Метод непосредственной оценки. Он определяет значение величины непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия (например, измерение массы на циферблатных весах).**
- **Метод сравнения с мерой. При его использовании измеряемую величину сравнивают с величиной воспроизводимой меры (например, измерение массы на рычажных весах с уравновешением гирями).**
- **Нулевой метод применяется для результирующего эффекта воздействия величины на прибор до нуля, например, измерение электрического сопротивления мостом с полным его уравновешиванием.**
- **Дифференциальный метод основан том, что на измерительный прибор воздействует разность измеряемой и известной величины, воспроизводимой мерой, например, измерения, выполняемые при проверке мер длины сравнением с образцовой мерой на компараторах.**
- **Метод совпадений. Разность между измеряемой величиной и величиной воспроизводимой меры измеряется с использованием периодических сигналов или совпадения отметок шкал.**
- **Метод замещения. При его использовании измеренную величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой, например, взвешиванием с поочередным помещением измеряемой массы и гири одну и ту же чашку весов.**

Средства измерений являются обязательной и неотъемлемой частью экспериментальных исследований

В настоящее время выпускается большое количество **средств измерений и наблюдений** для измерения показателей механических, физических, химических, а также структуры различных материалов и изделий и т.д.

- К **средствам измерений** относятся измерительные приборы, меры, установки и системы.

Измерительный прибор – это средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателя.





Средства измерения должны:

- **– максимально соответствовать тематике, цели и задачам научно-исследовательской работы;**
- **– обеспечивать при проведении экспериментальных работ высокую производительность труда;**
- **– обеспечивать требуемое количество экспериментальных работ, то есть заданную степень точности при минимальном количестве измерений;**
- **– обеспечивать высокую воспроизводимость и надежность, по возможности исключать систематические ошибки, при этом желательно максимально использовать средства измерений с автоматической записью;**
- **– иметь высокую экономическую эффективность, то есть минимум затрат людских, денежных и материальных ресурсов;**
- **– обеспечивать эргономические требования эксперимента;**
- **– удовлетворять требованиям техники безопасности и пожарной безопасности. Таким образом, важнейшим фактором успешного проведения научных исследований является метрологическое обеспечение научных исследований и особенно обеспечение единства измерений, однообразие**

Все приборы классифицируются *по точности измерения, стабильности показаний, чувствительности, пределам измерения* и др.

- **Точность измерений – это степень приближения измерения к действительному значению измеряемой величины.**



Различают четыре основных источника ошибок:

- 1)датчик, который неправильно реагирует на измеряемую величину (неправильная установка, крепление датчика и т.д.);
- 2)измерительное устройство, а именно погрешности из-за неверного функционирования измерительного устройства (наличие износов его механических частей, их несносность, падение напряжения в электрических составляющих и т.д.);
- 3)сам исследователь, который в силу определенных причин (неопытность, усталость и т.д.) неправильно считывает показания прибора или неверно обрабатывает результаты измерений;
- 4)внешняя среда (температура, атмосферное давление, влажность, магнитные и электрические поля и т.д.).

Все приборы классифицируются *по точности измерения, стабильности показаний, чувствительности, пределам измерения* и др.

- **Точность измерений – это степень приближения измерения к действительному значению измеряемой величины.**
- **Погрешность измерения – это отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины. В зависимости от формы выражения различают абсолютную и относительную погрешности измерений.**



Допустим, что истинное значение некоторой величины есть x_0 . Измеряя эту величину, как правило, получают результат отличный от x_0 . Если измерение выполняется неоднократно, то результаты измерений не только отличаются от x_0 , но в большинстве случаев различны и между собой. Обозначим результаты измерений x_1, x_2, x_3, …, x_n Тогда разности

$$\Delta x_i = x_i - x_0, \text{ где } i=1,2, \ldots, n$$

называются абсолютной погрешностью измерения. Она выражена в единицах измеряемой величины.

Абсолютная погрешность измерения – это погрешность средства измерений, выраженная в единицах измеряемой физической величины, характеризующая абсолютное отклонение измеряемой величины от действительного значения физической величины:

$$\Delta X = X - X_Д$$

Относительная погрешность измерения (δ) представляет собой отношение абсолютной погрешности измерения к истинному (действительному) значению измеряемой величины и выражается в процентах или долях измеряемой величины.

$$\delta = \frac{\Delta X}{X_Д} * 100\%$$

Все приборы классифицируются *по точности измерения, стабильности показаний, чувствительности, пределам измерения* и др.

- **Точность измерений – это степень приближения измерения к действительному значению измеряемой величины.**
- **Погрешность измерения – это отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины. В зависимости от формы выражения различают абсолютную и относительную погрешности измерений.**

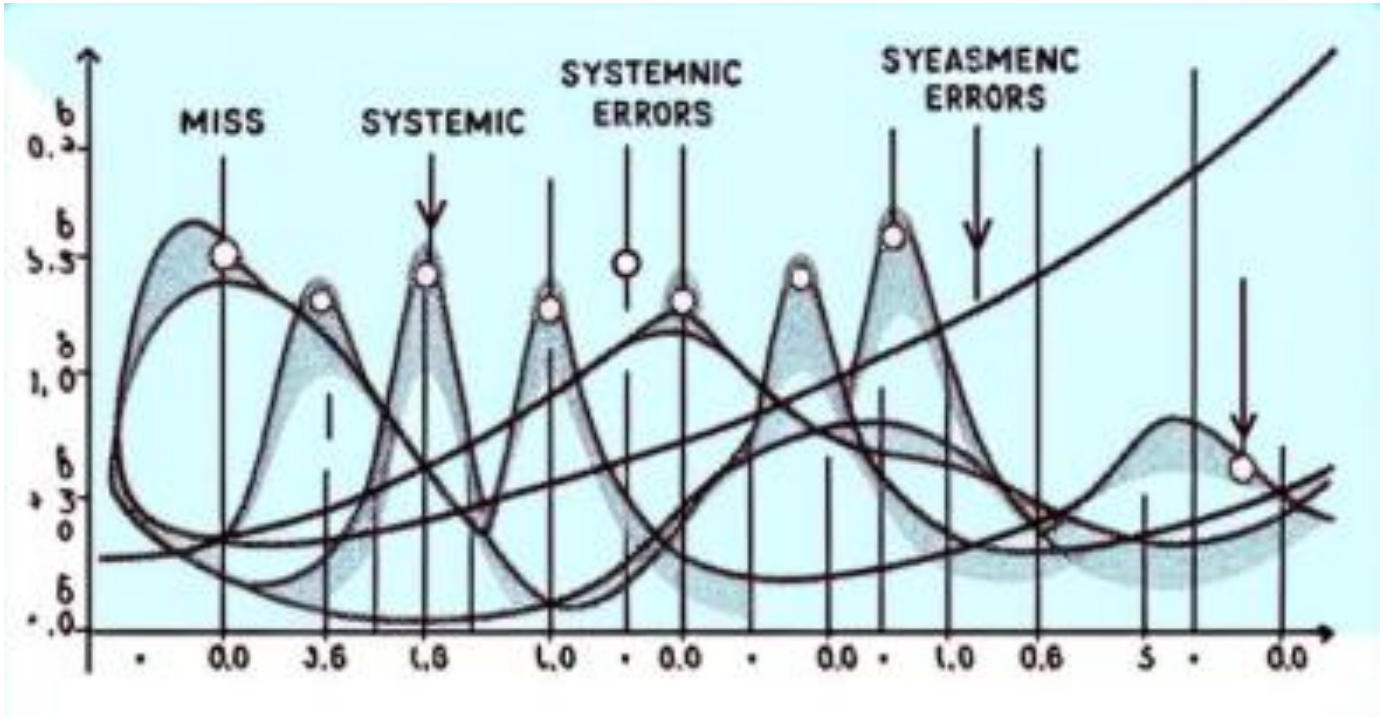
Даже точные наблюдения могут привести к неточным выводам, если опытные данные обработаны неправильно. Поэтому обработка результатов эксперимента является ответственной операцией при выполнении лабораторных и исследовательских работ.

При обработке экспериментальных данных приходится: а) учитывать и оценивать погрешности при вычислениях; б) статистически обрабатывать полученную информацию (результатов измерения) и анализировать ее.

Аналитические операции и измерения неизбежно сопровождаются ошибками.

В зависимости от характера проявления, возможностей устранения и причин возникновения различают систематическую и случайную погрешности, а также грубые погрешности или промахи.

ГРУБЫЕ ОШИБКИ. При обработке экспериментальных данных приходится считаться с возможностью возникновения ошибок при проведении эксперимента или получения совершенно неверных результатов вследствие внешних влияний. Наличие ошибок проявляется в том, что среди сравнительно близких результатов наблюдается одно или несколько значений, заметно выделяющихся по величине из общего ряда. **если отличие настолько велико**, что можно говорить о **грубой ошибке.**



СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ (ОШИБКИ). **Обычные результаты измерений всегда являются приближенными прежде всего вследствие ограниченной точности измерительных приборов.**

Систематические погрешности можно разделить на пять групп:

- **1) влияние внешней среды: вибрация, магнитные и электрические поля, влажность и т.д.;**
- **2) неправильная установка средств измерений;**
- **3) инструментальные, например, из-за износа инструмента, и т.д.;**
- **4) методические, которые обоснованы выбором метода измерения;**
- **5) субъективные.**

Общим признаком систематических ошибок можно считать принципиальную возможность изучить их и исключить из результатов измерений.

Систематической погрешностью измерения называется составляющая погрешности измерения, которая остается постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины. ***Например, шкала измерительной линейки неравномерна, капилляр термометра имеет в различных участках различный диаметр, весы неравноплечные, стрелка амперметра при отсутствии тока не стоит на нуле и прочие.***

СЛУЧАЙНЫЕ ПОГРЕШНОСТИ (ОШИБКИ). **Многократные измерения одной и той же величины, произведенные с возможной тщательностью, и после учета всех систематических ошибок всегда дают различные числовые значения, т. е. на результаты измерений влияют какие-то причины, не поддающиеся учету. Эти погрешности нельзя учесть и исключить, но при многократно повторенных измерениях с помощью статических методов их можно выявить и исключить**

- **Например, проводится взвешивание на аналитических весах. В момент измерения в результате внешнего воздействия стрелка весов может отклониться в случайном направлении. На результаты измерения могут влиять колебания температуры, атмосферные изменения или индивидуальные особенности наблюдателя.**
- **От случайных ошибок избавиться невозможно. Можно лишь приближенно оценить их влияние на погрешность эксперимента. Под теорией ошибок обычно подразумевается именно теория случайных ошибок.**

ПОДГОТОВКА ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ К АНАЛИЗУ

Наблюдая и измеряя характеристики объекта, экспериментатор собирает первичный статистический материал. Дальнейшая задача состоит в такой обработке и представлении первичных данных, которые позволили бы оценить и сопоставить результаты для проверки гипотез, для выявления существенных свойств и закономерностей.

В основе методов обработки лежит предварительное упорядочение, систематизация первичных данных и вычисление их статистических характеристик.

Обобщенный алгоритм подготовки данных может быть представлен следующим операциями:

а) все данные формулируются и записываются в необходимой краткой форме;

б) проводится группировка данных, то есть распределение их на однородные группы в соответствии с интересующими экспериментатора признаками;

в) устанавливаются характеристики (признаки, параметры каждой группы данных и производится подсчет абсолютного числа факторов, характеризующих группу;

г) данные внутри каждой сформированной группы располагаются в ряд (вариационный ряд) по убыванию или возрастанию признака. Определяется наибольшее и наименьшее значения признака;

д) вариационные ряды данных, полученных в номинальной или порядковой шкале, ранжируются. Интервалы группировки по рангам выбираются оптимальными (слишком крупные интервалы скрывают нюансы явлений, слишком дробные - затрудняют обработку). В результате этой операции появляются новые количественные данные;

е) проводится статистическая обработка полученных количественных данных, заключающаяся в вычислении некоторых статистических характероистик и оценок, позволяющих глубже понять особенности экспериментальных явлений;

ж) составляются наглядные материалы, отображающие полученную информацию: таблицы, графики, диаграммы, схемы и др., по которым в дальнейшем устанавливаются и анализируются связи между параметрами экспериментальных объектов.

Методы обработки результатов прямых измерений, содержащих случайные погрешности.

Пусть в одних и тех же условиях проделано N измерений и x_i - результат i-го измерения. Наиболее вероятное значение измеряемый величины *ее среднеарифметическое значение*:

$$< x >= \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

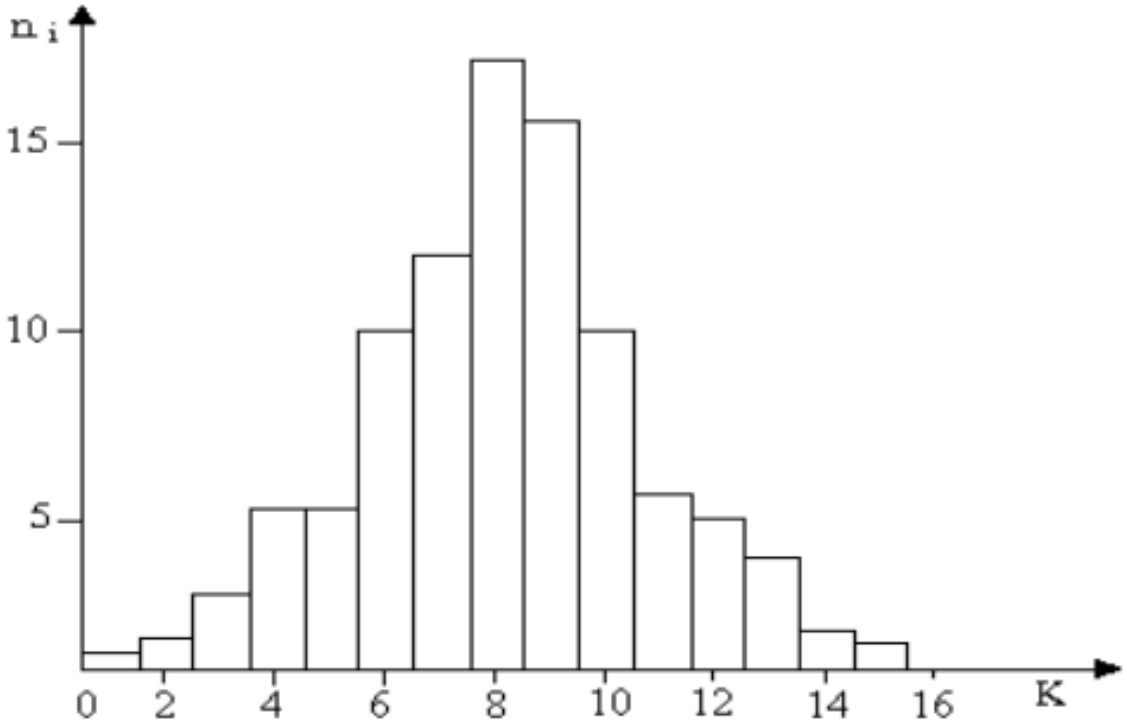
Величина <x> стремится к истинному значению x_0 измеряемой величины при $N \to \infty$. Средней квадратичной погрешностью отдельного результат измерения называется величины

$$S_N = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(< x > - x_i)^2}{N-1}}$$

При $N \to \infty$ S_N стремится к постоянному пределу σ

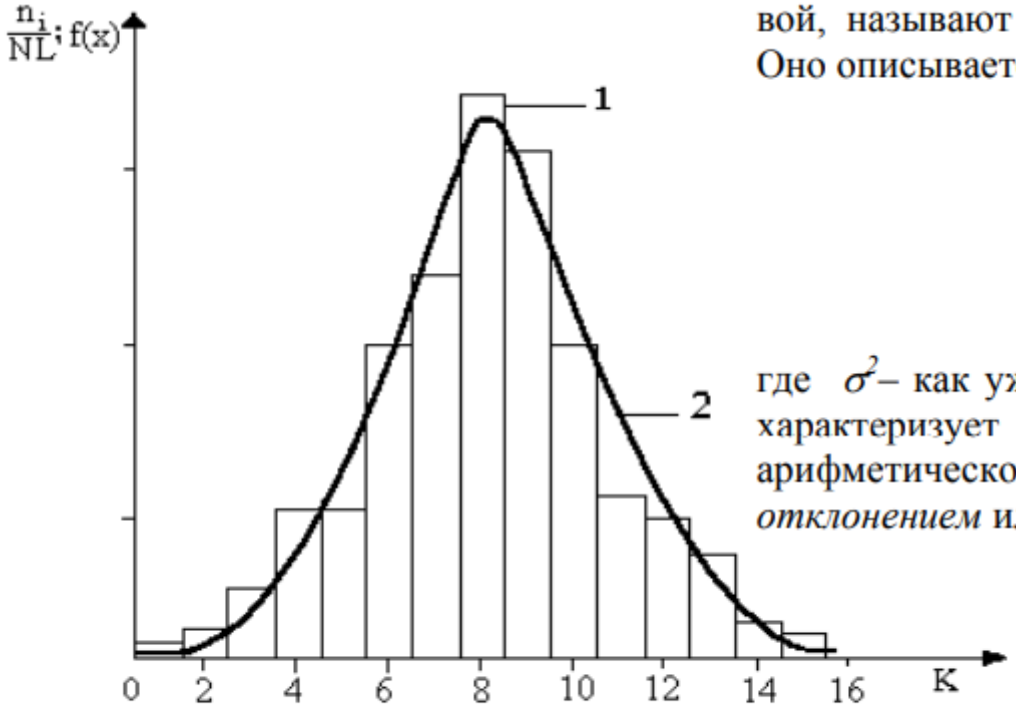
$$\sigma = \lim_{N \to \infty} S_N .$$

Если на оси абсцисс отложить номера интервалов, а по оси ординат - число измерений, результаты которых попадают в данный интервал n_i, то получится эмпирический график распределения числа измерений по интервалам, называемый гистограммой.



Распределение числа импульсов по интервалам (гистограмма)

Форму приведенной гистограммы, получаемой при небольшом числе опытов, нельзя предсказать заранее. Но теория вероятности позволяет вычислить форму предельной гладкой кривой, к которой стремятся гистограммы при неограниченном увеличении числа опытов. Эта предельная кривая носит название кривой Гаусса.



Распределение плотности вероятности по интервалам: 1- при конечном числе измерений (приведенная гистограмма); 2-кривая Гаусса.

Распределение, соответствующее предель-ной кривой, называют нормальным (гауссовым) распределением. Оно описывается функцией распределения:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x_i - \langle x \rangle)^2}{2\sigma^2}}$$

где σ^2– как уже сказано выше, является дисперсией, σ - характеризует разброс измерений относительно средне-арифметического значения и называется *стандартным отклонением* или *среднеквадратичной погрешностью.*

Среднее арифметическое ряда измерений определяется по формуле

$$< x >= \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n} x_i = \frac{x_1}{N} + \frac{x_2}{N} + \ldots + \frac{x_n}{N}$$

Тогда дисперсия этой величины определяется как

$$\sigma^2_{<x>} = \frac{\sigma^2}{N^2} + \frac{\sigma^2}{N^2} + \ldots + \frac{\sigma^2}{N^2} = \frac{\sigma^2}{N},$$

таким образом

$$\sigma_{<x>} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}.$$

Аналогично

$$S_{<x>} = \frac{S_N}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (< x > - x_i)^2}{N(N-1)}}$$

Средняя квадратичная погрешность среднего арифметического равна средней квадратичной погрешности отдельного результата деленной на корень квадратный из числа измерений. Это фундаментальный закон возрастания точности при росте числа наблюдений.

Вероятность того, что истинное значение находится внутри некоторого интервала от <x>-Δx до <x>+Δx называется доверительной вероятностью (коэффициентом надежности, надежностью) а интервал - доверительным интервалом.

Доверительный интервал Δx можно рассчитать по формуле

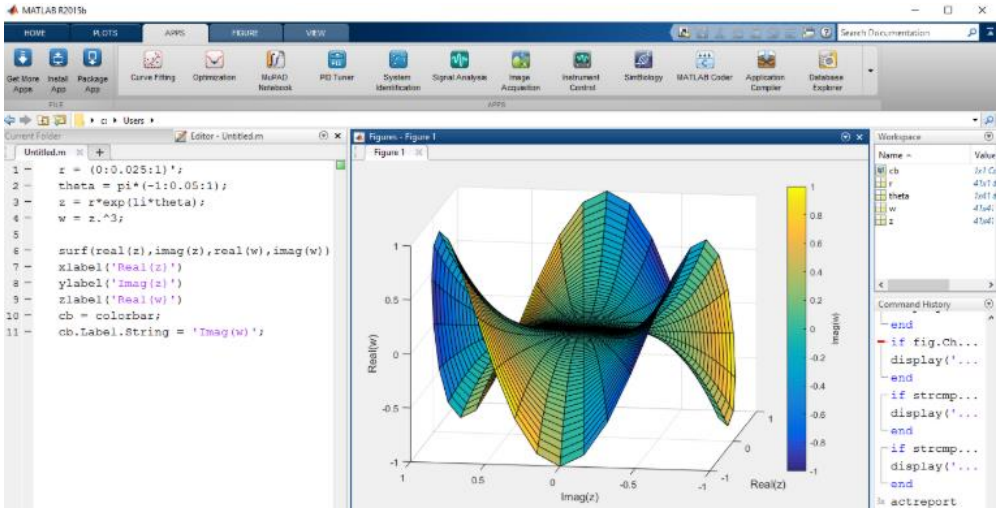
$$\Delta x = t_{\alpha,N} \cdot S_{<x>}.$$

Конечный результат, в данном случае, представляется в виде

$$x = <x> \pm \Delta x \quad \text{при} \quad \alpha = K\%.$$

Краткий обзор современных программных средств для проведения анализа данных

MATLAB это высокопроизводительный язык для технических расчетов. Он включает в себя вычисления, визуализацию и программирование в удобной среде, где задачи и решения выражаются в форме, близкой к математической.



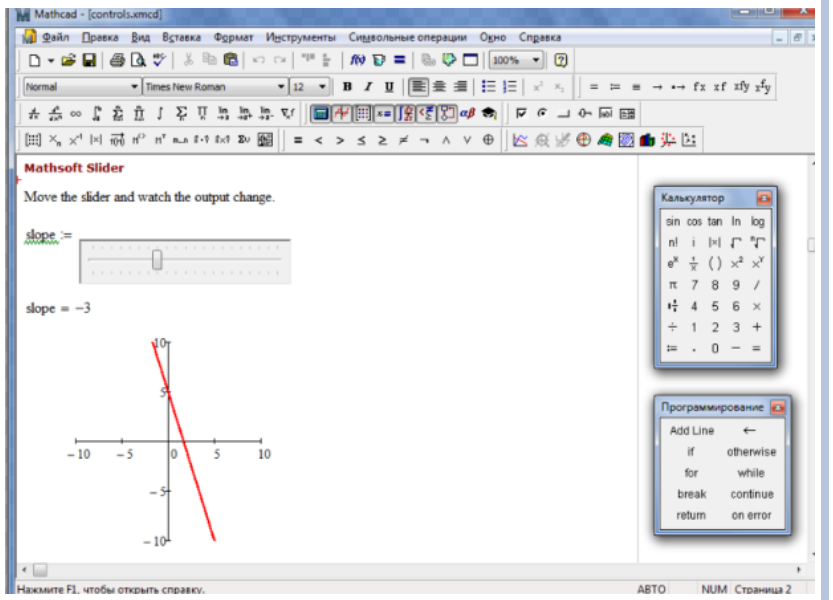
Типичное использование MATLAB - это:

- математические вычисления;
- создание алгоритмов;
- моделирование;
- анализ данных, исследования и визуализация;
- научная и инженерная графика;
- разработка приложений, интерфейса включая создание графического.

Краткий обзор современных программных средств для проведения анализа данных

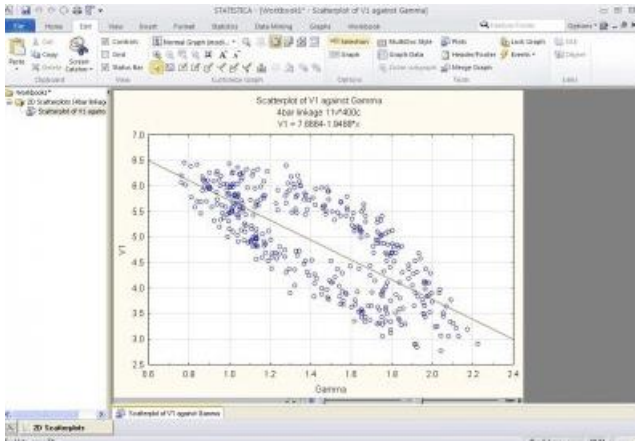
Mathcad программное средство, среда для выполнения на компьютере разнообразных математических и технических расчетов, снабженная простым в освоении и в работе графическим интерфейсом, которая предоставляет пользователю инструменты для работы с формулами, числами, графиками и текстами.

В среде Mathcad доступны более сотни операторов и логических функций, предназначенных для численного и символьного решения математических задач различной применения этих функций для анализа данных. сложности и



Краткий обзор современных программных средств для проведения анализа данных.

STATISTICA это универсальная интегрированная система, предназначенная для статистического анализа и визуализации данных, управления базами данных и разработки пользовательских приложений, содержащая широкий набор процедур анализа для применения в научных исследованиях, технике, бизнесе, а также специальные методы добычи данных.



С помощью реализованных в системе STATISTICA мощных языков программирования, снабженных специальными средствами поддержки, легко создаются законченные пользовательские решения и встраиваются в различные другие приложения или вычислительные среды.

Выводы:

1. Экспериментальные исследования требуют обоснованного выбора вида эксперимента, тщательного планирования и соблюдения методики.
2. Обработка экспериментальных данных включает их систематизацию, статистический анализ, оценку погрешностей и интерпретацию полученных результатов.
3. Оценка систематических, случайных и грубых погрешностей необходима для определения точности и достоверности результатов измерений.
4. Статистические методы, включая МНК и критерии Стьюдента, Фишера и χ^2, позволяют анализировать экспериментальные зависимости и проверять научные гипотезы.
5. Современные программные средства обеспечивают эффективную обработку, моделирование и визуализацию экспериментальных данных, повышая качество научных исследований.

Вопросы для самопроверки:

1. Какова основная цель эксперимента и чем он отличается от наблюдения?
2. Какие существуют основные типы экспериментов по целям исследования?
3. Какие виды погрешностей измерений выделяют и каковы причины их возникновения?
4. Что такое доверительный интервал и какую информацию он даёт об истинном значении измеряемой величины?
5. В чём суть метода наименьших квадратов и для чего он используется?
6. Какие статистические критерии применяются для проверки гипотез и оценки согласия эксперимента с теорией?
7. Какие современные программные средства используются для анализа экспериментальных данных и каковы их основные функции?

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

