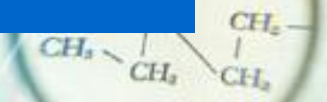




# Эксперимент





Что такое эксперимент?



## Эксперимент

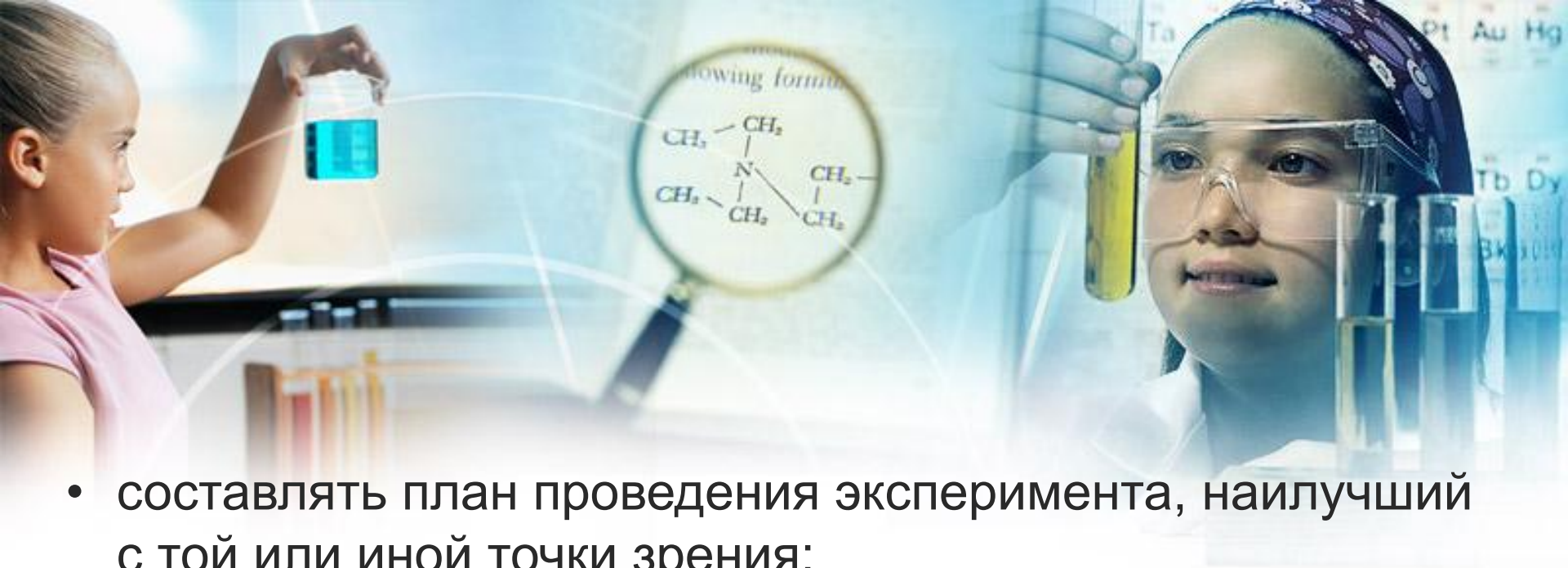
- Эксперимент - наблюдение в специально создаваемых и контролируемых условиях, что позволяет восстановить ход явления при повторении условий. Эксперимент, как правило, осуществляется на основе теории или гипотезы, определяющих постановку задачи и интерпретацию результатов.
- Эксперимент - метод эмпирического исследования, при котором ученый воздействует на изучаемый объект с помощью специальных материальных средств (экспериментальных установок и приборов) с целью получения необходимой информации о свойствах и особенностях этих объектов или явлений.





## Общие черты эксперимента – это необходимость...

- контролировать любой эксперимент, т.е. исключать влияние внешних переменных, не принятых исследователем по тем или иным причинам к рассмотрению;
- определять точность измерительных приборов и получаемых данных;
- уменьшать до разумных пределов число переменных в эксперименте;



- составлять план проведения эксперимента, наилучший с той или иной точки зрения;
- проверять правильность полученных результатов и их точность;
- выбирать способ обработки экспериментальных данных и форму представления результатов;
- анализировать полученные результаты и давать их интерпретацию в терминах той области, где эксперимент проводится



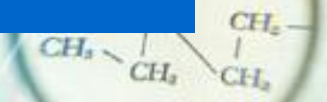
## Принципы теории планирования эксперимента

- стремление к минимизации общего числа опытов;
- одновременное варьирование всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам – алгоритмам;
- использование математического аппарата, формализующего многие действия экспериментатора;
- выбор четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованное решение после каждой серии экспериментов.





# Классификация экспериментов





Виды экспериментов?





## По способу формирования условий:

- естественные
- искусственные



## По условиям проведения:

- 1) лабораторный
- 2) естественный
- 3) исследовательский
- 4) проверочный
- 5) воспроизводящий
- 6) изолирующий
- 7) количественный
- 8) физический
- 9) химический и т.д.



## По основной цели:

- преобразующие
- констатирующие
- контролирующие
- поисковые
- решающие





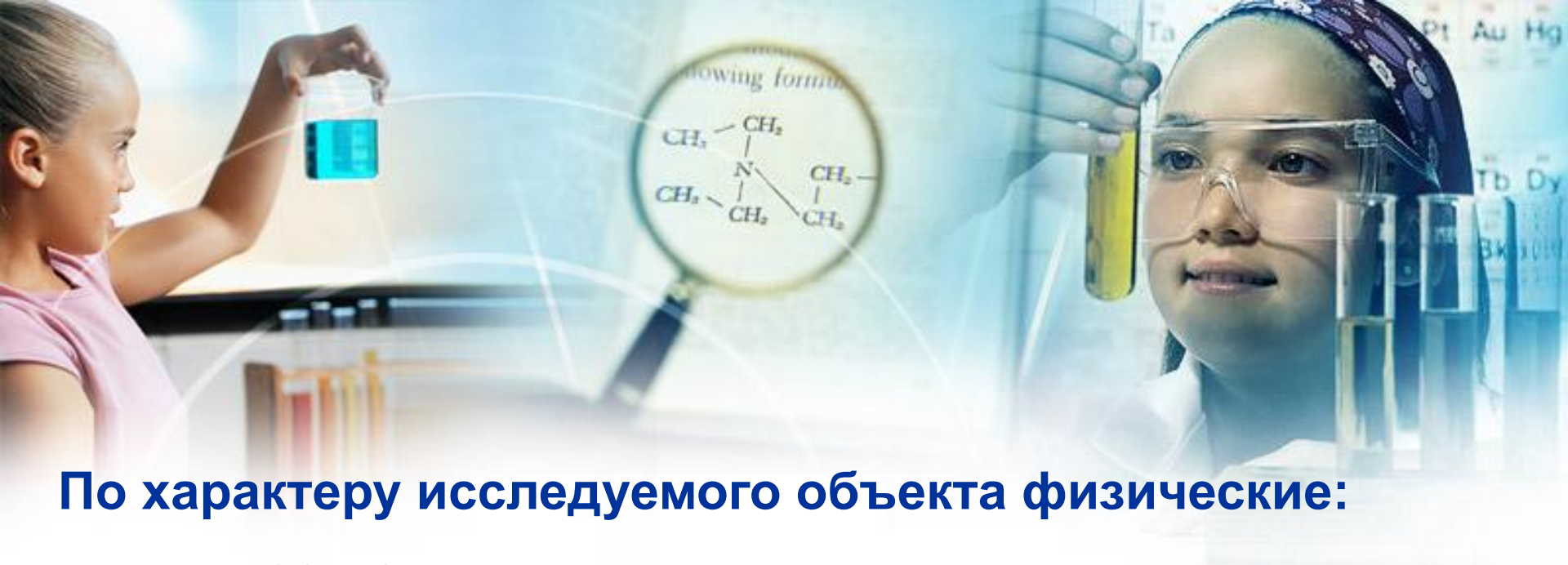
## По основной цели:

- **преобразующие** - предполагает активное изменение структуры и функций изучаемого объекта, преднамеренное создание условий, которые должны способствовать появлению его новых качеств
- **констатирующие** - представляет собой процедуру проверки какого-либо исходного предположения; целью данного эксперимента является фиксация наличия или отсутствия определенных свойств, отношений, эффектов, состояний и т.п.
- **контролирующие** - решает задачу обеспечения контроля над изучаемым объектом, управления объектом с помощью воздействующих факторов с одновременным изучением изменений его состояния в зависимости от воздействия
- **поисковые** - не имеет всецело систематического характера; часто он является лишь начальной стадией в серии экспериментальных исследований. Проводится в тех ситуациях, когда недостаточно известен комплекс факторов, влияющих на изучаемый объект. Поэтому такой эксперимент носит разведывательный, предварительный характер.
- **решающие** - В этом случае решающим экспериментом становится такой, результаты которого однозначно свидетельствуют в пользу одной теоретической системы и опровергают альтернативную ей систему.



## По признаку получения информации о предметах эксперимента:

- **качественный**, устанавливающий наличие или отсутствие предлагаемых теорией явлений.
- **измерительный или количественный** эксперимент, устанавливающий численные параметры какого-либо свойства (или свойств) предмета, процесса.
- **мысленный** эксперимент.
- **социальный** эксперимент, осуществляемый в целях внедрения новых форм социальной организации и оптимизации управления. Сфера социального эксперимента ограничена моральными и правовыми нормами.



## По характеру исследуемого объекта физические:

- химические
- биологические
- психологические
- социальные эксперименты





### **По структуре изучаемых объектов и явлений:**

- простые
- сложные

### **По характеру внешних воздействий на объект исследования:**

- вещественные
- энергетические
- информационные

### **По характеру взаимодействия средства экспериментального исследования с объектом исследования:**

- обычный (прямой)
- модельный



**По типу моделей, исследуемых в эксперименте:**

- материальный
- мысленный

**По контролируемым величинам:**

- пассивный
- активный



## По числу варьируемых факторов:

- однофакторный
- многофакторный

## По характеру изучаемых объектов или явлений:

- технологические
- социометрические





## По методу и результатам исследования

- **Качественный** эксперимент - предпринимается для того, чтобы выявить действие тех или иных факторов на исследуемый процесс без установления точной количественной зависимости между ними. Такие эксперименты скорее носят исследовательский, поисковый характер.
- **Количественный** эксперимент строится с таким расчетом, чтобы обеспечить точное измерение всех существенных факторов, влияющих на поведение изучаемого объекта или ход процесса. Проведение такого эксперимента требует использования значительного количества регистрирующей и измерительной аппаратуры, а результаты измерений нуждаются в математической обработке.



## По самому методу осуществления

- *статистические*
- *нестатистические*
- Во многих же экспериментах в биологии, агрономии, технологии первоначальные величины заданы статистически, и поэтому построение таких экспериментов с самого начала предполагает использование методов статистики и теории вероятностей.
- Различие между **статистическими** и **нестатистическими** экспериментами сводится не к использованию статистики вообще, а к способу выражения величин, с которыми имеют дело в эксперименте. Если в нестатистических экспериментах сами исследуемые величины заданы индивидуальным образом, то статистика здесь используется только для оценки результатов исследования.



## Планирование эксперимента

- План проведения каждого конкретного эксперимента обладает своими **специфическими** чертами и особенностями.
- **Не существует единого шаблона** или схемы, с помощью которых можно было бы строить эксперимент для решения любой проблемы в любой отрасли экспериментальных наук.
- Можно наметить только **общую стратегию** и дать некоторые общие рекомендации по построению и планированию эксперимента.





## Для проведения необходимо:

- разработать гипотезу, подлежащую проверке;
- создать программы экспериментальных работ;
- определить способы и приемы вмешательства в объект исследования;
- обеспечить условия для осуществления процедуры экспериментальных работ;
- разработать пути и приемы фиксирования хода и результатов эксперимента (приборы, установки, модели и т.п.);
- обеспечить эксперимент необходимым обслуживающим персоналом



# Методика проведения эксперимента

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

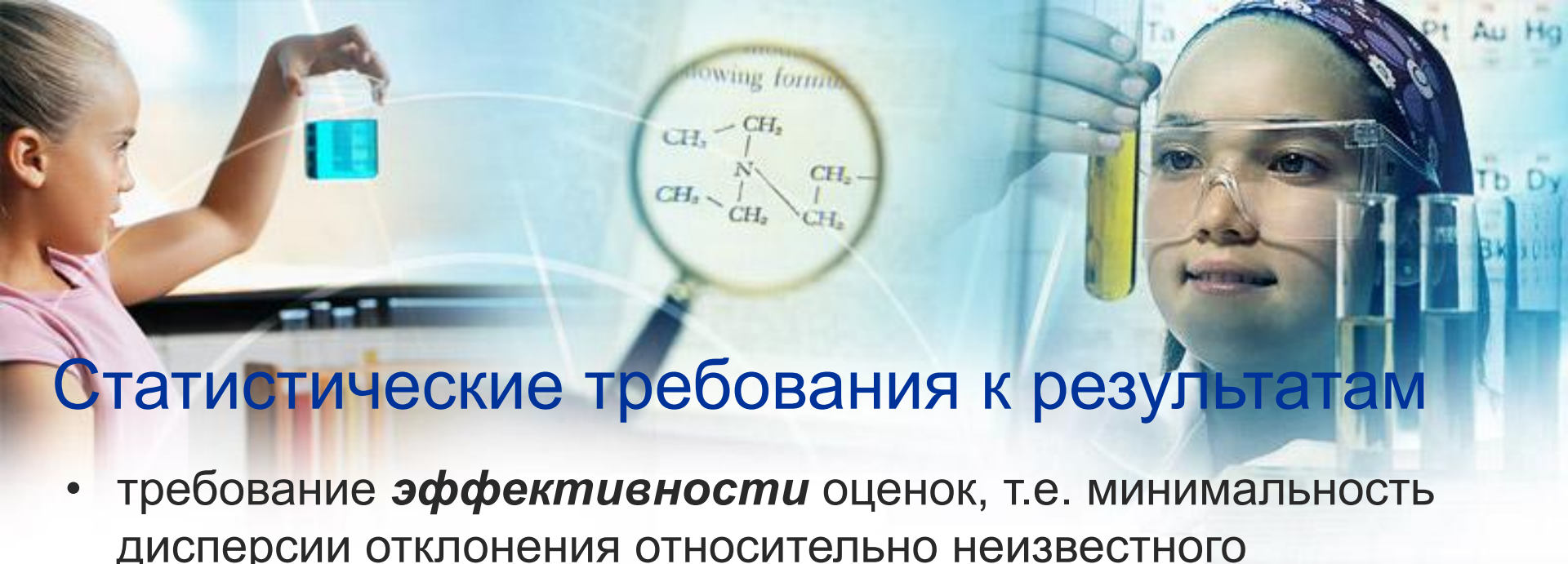
## Методика включает:

- ✓ проведение предварительного целенаправленного наблюдения над изучаемым объектом или явлением с целью определения **исходных данных** (гипотез, выбора варьирующих факторов);
- ✓ **создание условий**, в которых возможно экспериментирование (подбор объектов для экспериментального воздействия, устранение влияния случайных факторов);
- ✓ определение **пределов измерений**;



- ✓ **систематическое наблюдение** за ходом развития изучаемого явления и точные описания фактов;
- ✓ проведение систематической **регистрации измерений** и оценок фактов различными средствами и способами;
- ✓ **создание повторяющихся ситуаций**, изменение характера условий и перекрестные воздействия, создание усложненных ситуаций с целью подтверждения или опровержения ранее полученных данных;
- ✓ **переход от эмпирического изучения к логическим обобщениям**, к анализу и теоретической обработке полученного фактического материала.





## Статистические требования к результатам

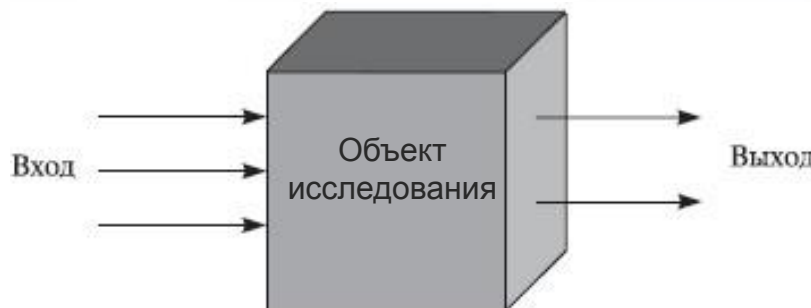
- требование **эффективности** оценок, т.е. минимальность дисперсии отклонения относительно неизвестного параметра;
- требование **состоятельности** оценок, т.е. при увеличении числа наблюдений оценка параметра должна стремиться к его истинному значению;
- требование **несмещенности** оценок – отсутствие систематических ошибок в процессе вычисления параметров.
- ! Совместимость требований



## Модель объекта исследования как черный ящик

*оптимальное управление возможно при  
неполной информации*

Факторы  
 $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$



Выход  
Параметры оптимизации  
 $Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_n$

Фактор - измеримая переменная величина, принимающая в некоторый момент некоторое определенное значение и соответствующая одному из возможных способов воздействия на объект исследования.

- 1) факторы, определяющие сам объект;
- 2) факторы, определяющие его состояние.

Каждый фактор имеет область определения и ограничения (принципиальные и технические).



## Требования ко всей системе факторов

- **отсутствие корреляции между любыми двумя факторами** - возможность установления какого-либо фактора на любой уровень, вне зависимости от уровней других факторов (требование некоррелированности не означает, что между факторами нет никакой связи - достаточно, чтобы эта связь не была линейной).
- **совместимость факторов.**

Несовместимость факторов возникает в том случае, если некоторые комбинации их значений, каждое из которых лежит внутри области определения, не могут быть осуществлены.

Если в эти комбинации входят значения факторов, близкие к границам областей их определения, то устранение несовместимости производится просто сокращением областей.

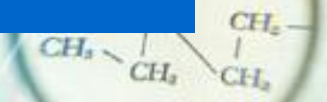
Если запрещенные значения лежат внутри областей, то устранение несовместимости производится расчленением задачи на части.

- **!!! полнота факторов**





## Методы и способы измерений, погрешности измерений





## Теория измерений

- Измерение – это нахождение искомой величины опытным путем с помощью специальных технических средств или методов.
- Суть измерения составляет сравнение измеряемой величины с известной величиной, принятой за единицу (эталон).
- Теорией и практикой измерения в технических науках занимается **метрология** – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.





# Классификация измерений

- **Прямые** измерения - искомую величину устанавливают непосредственно из опыта.
- **Косвенные** измерения – искомую величину устанавливают функционально от других величин, определенных прямыми измерениями.  
(определение объема тела по прямым измерениям его геометрических размеров, нахождение удельного электрического сопротивления проводника по его сопротивлению)
- **Абсолютные** измерения – это прямые измерения в единицах измеряемой величины.
- **Относительные** измерения представляют собой отношение измеряемой величины к одноименной величине, играющей роль единицы или измерения этой величины по отношению к одноименной, принимаемой за исходную.  
(измерение относительной влажности воздуха, определяемой как отношение количества водяных паров в 1 куб.м воздуха к количеству водяных паров, которое насыщает 1 куб.м воздуха при данной температуре. )





## Классификация измерений

- При **совокупных** измерениях одновременно измеряются несколько одноименных величин, а искомую величину при этом находят путем решения системы уравнений.
- При **совместных** измерениях – одновременно проводят измерения неоднородных величин для нахождения зависимости между ними.



## Методы измерений

- **Метод непосредственной оценки** соответствует определению значения величины непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия (например, измерение массы на циферблатных весах).
- При использовании **метода сравнения** с мерой измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой (например, измерение массы на рычажных весах с уравниванием гирями).
- При **методе противопоставления** осуществляется сравнение с мерой (измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор, с помощью которого устанавливается соотношение между этими величинами, как, например, при измерении массы на равноплечных весах с помещением измеряемой массы и гирь на двух противоположных чашках весов).



# Методы сравнения

- При **нулевом методе** результирующий эффект воздействия величины на прибор доводят до нуля (например, измерение электрического сопротивления мостом с полным его уравниванием).
- При **дифференциальном методе** на измерительный прибор воздействует разность измеряемой и известной величины, производимой мерой (например, измерение вольтметром разности двух напряжений, из которых одно известно с большой точностью, а другое является искомой величиной).
- При **методе замещения** измеренную величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой (например, взвешивание с поочередным помещением измеряемой массы и гири на одну и ту же чашку весов).
- При **методе совпадений** разность между измеряемой величиной и величиной воспроизводимой мерой измеряется с использованием совпадения отметок шкал или периодических сигналов (измерение частоты вращения тела стробоскопом).





## Характеристика измерительных приборов

- 1) Погрешность
- 2) Чувствительность
- 3) Точность
- 4) Стабильность



## 1) Погрешность

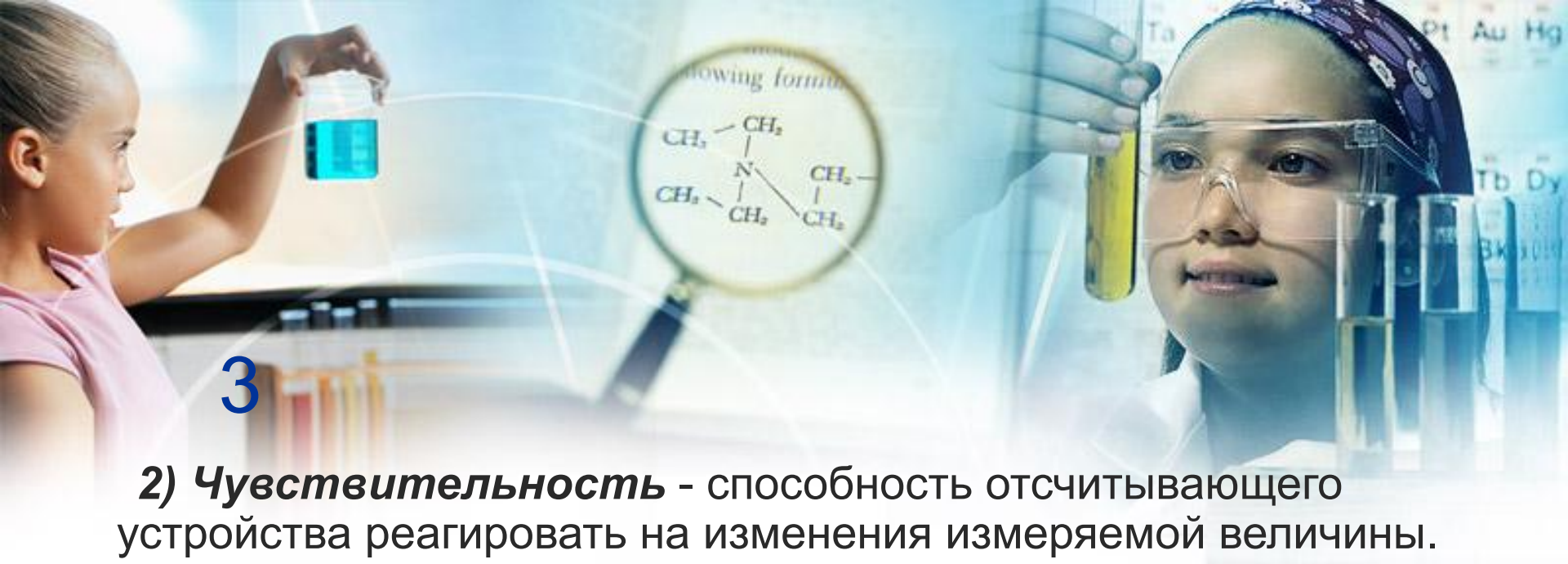
### Систематические погрешности

- Причины: недоброкачественные материалы, комплектующие изделия, применяемые для приготовления приборов; плохое качество изготовления приборов; неудовлетворительная эксплуатация и др.
- Факторы влияние: градуировка шкалы и периодическая проверка приборов.

### Случайные погрешности

- Факторы влияния: ошибки отсчета, параллакс, вариация и т.д.

! Необходимо рассматривать суммарные погрешности приборов.



3

**2) Чувствительность** - способность отсчитывающего устройства реагировать на изменения измеряемой величины.

Под порогом чувствительности прибора понимают наименьшее значение измеренной величины, вызывающее изменение показания прибора, которое можно зафиксировать.

**3) Точность** - характеризуется суммарной погрешностью.

Средства измерения делятся на классы точности. Класс точности – это обобщенная характеристика, определяемая пределами основной и дополнительных допусковых погрешностей, влияющих на точность.





**4) Стабильность** (воспроизводимость прибора) – это свойство отсчетного устройства обеспечивать постоянство показаний одной и той же величины. Со временем в результате старения материалов стабильность показаний приборов нарушается.

Все средства измерения проходят периодическую проверку на точность. Такая проверка предусматривает определение и по возможности уменьшение погрешностей приборов.

Проверка позволяет установить соответствие данного прибора регламентированной степени точности и определяет возможность применения для данных измерений.



## Ошибки при экспериментах

- Отсутствие программы
- Потеря важнейшего фактора
- Исследование влияния ряда взаимосвязанных факторов
- Отсутствие учета суммарной погрешности
- Необъективный перевод результатов из одной шкалы в другую
- Неточные записи результатов, потеря промежуточных результатов
- Формулировка логических выводов без статистических оснований