

Практическое занятие

«Определение метрологических характеристик аналитических весов»

Цели занятия

- Изучить основные метрологические характеристики и свойства весов
- Выбрать нужный тип весов, опираясь на их метрологические характеристики и свойства
- Обработать экспериментальные данные взвешивания на аналитических весах, полученные на практических занятиях в лаборатории





*Наука начинается с тех пор,
как начинают измерять.
Точная наука немислима без
меры.*

Дмитрий Иванович
Менделеев



Что такое весы?

Весы – универсальный прибор, который используется для определения массы сыпучих и жидких веществ, или предметов

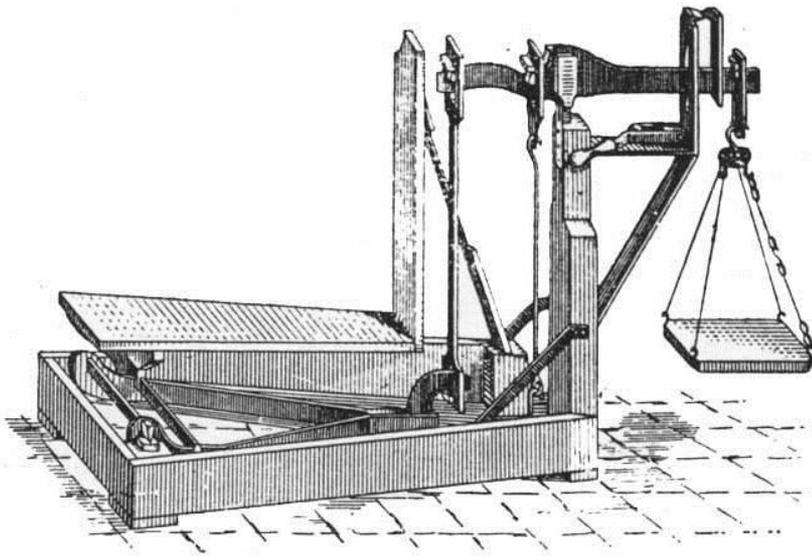
В зависимости от сферы применения к взвешивающим приборам предъявляют различные требования. Для определения массы продуктов в магазине используют аппараты небольшого класса точности, а в испытательных лабораториях и ювелирных мастерских, нужны более точные измерительные приборы.



Историческая справка

Весы – один из древнейших приборов











**Депо образцовых мер и
весов
1841 г.**





Главная палата мер и весов в Санкт-Петербурге
(конец 19 века)





Главная палата мер и весов в Санкт-Петербурге
(настоящее время)



Сотрудники Главной палаты мер и весов



Ф. И. Блюмах, Н.Г. Егоров. **Д. И. Менделеев**, Ф. П. Завадский, А. И. Кузнецов

Основная единица массы в системе СИ

Килограмм (русское обозначение: **кг**; международное: **kg**) — единица измерения массы, одна из семи основных единиц Международной системы единиц (СИ)

Кратные				Дольные			
величина	название	обозначение		величина	название	обозначение	
10^3 г	килограмм	кг	kg	10^{-3} г	миллиграмм м	мг	mg
10^6 г	мегаграмм	Мг	Mg	10^{-6} г	микрограмм	мкг	μ g
10^9 г	гигаграмм	Гг	Gg	10^{-9} г	нанограмм	нг	ng



Классификация измерительного оборудования

В настоящее время для определения массы тел применяют разнообразные типы и модели весов нескольких поколений. Их изучение поведем от простого к сложному.

Все весы можно подразделить на три большие категории:

- **Простые весы** - самая востребованная категория весов на российском рынке. При доступной цене они достаточно удобны, компактны и экономичны. Отвечают всем стандартам по действующему ГОСТу 24104-2001.
- **Профессиональные весы** предназначены для длительных и сложных работ в лаборатории. При этом, только профессиональные весы могут использоваться, как контрольные устройства в системах Управления Качеством.
- **Элитные весы** предназначены для особо сложных лабораторных исследований. Элитные весы – это весы высочайшей точности, практически вечной работоспособности, максимального удобства в использовании, можно сказать, что это весы с интеллектом.



Классификация по назначению

Все весоизмерительные приборы можно подразделить на пять основных групп:

- общего назначения;
- технологические;
- лабораторные;
- метрологические;
- для специальных измерений.



Классификация по назначению

- К группе **общего назначения** относятся весы, которые широко применяются в торговле, складском хозяйстве, во всех отраслях промышленности и на транспорте: настольные весы для нагрузок до 20 кг, платформенные передвижные весы с нагрузкой до 3 т и стационарные весы для больших предельных нагрузок (к ним относятся также автомобильные, вагонеточные и вагонные весы).
- В **технологическую группу** входят технологические весы, применяемые в различных отраслях промышленности.
- К **лабораторной группе** относятся лабораторные весы, которые отличаются особыми условиями и методами взвешивания предметов. Высокой точностью показаний. Предназначены для взвешивания тел массой до 1,5 кг.



Классификация по назначению

- К **метрологической группе** относятся метрологические весы, служащие для проведения различных поверочных работ. Отдельные типы метрологических весов, например, образцовые весы, используются на производстве и в торговле, где требуется высокая точность показаний. Образцовые весы применяются, также, в финансовых организациях для взвешивания драгоценностей, в лабораториях, на предприятиях, в отделах технического контроля.
- В **группу специальных измерений** входят различные типы весоизмерительных приборов, служащих не для определения массы, а для измерения других параметров, например, удельного веса жидкостей, содержания влаги, определения крутящего момента двигателей и т.д.



Метрологические характеристики и свойства

Метрология

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности

Метрологические свойства средств измерения — это свойства, влияющие на результат измерений и его погрешность.

Метрологические характеристики — это характеристики свойств средства измерений, оказывающие влияние на результат измерения и его погрешности.

Характеристики, устанавливаемые нормативно-техническими документами, называются нормируемыми, а определяемые экспериментально — действительными.

Основные метрологические свойства весов

- **Точность** – свойство весов измерять массу тела с отклонением от истинной на величину, не превышающую установленную ГОСТом допустимую погрешность;
- **Чувствительность** – свойство весов выходить из состояния равновесия при увеличении нагрузки на величину, равную наибольшей допускаемой погрешности. Чем меньшую массу они обнаруживают, тем они чувствительнее и предпочтительнее для использования;
- **Постоянство показаний** – свойство весов показывать одинаковые результаты при многократных определениях массы тела, проводимых на данных весах в одних и тех же условиях
- **Устойчивость** – свойство весов самостоятельно восстанавливать равновесие после намеренного выведения их из этого положения.



Основные метрологические характеристики весов

- **Наибольший предел взвешивания (НПВ)** – наибольшая статическая нагрузка, которую могут выдержать весы без нарушения метрологических характеристик, максимальное значение массы, которое могут измерить весы данной модели.
- **Наименьший предел взвешивания (НмПВ)** – минимальное значение массы, которое возможно взвесить на весах данной модели при гарантированном диапазоне допустимой погрешности.

(Эти данные приводятся в документации прибора или на его корпусе)



Основные метрологические характеристики весов

- **Погрешность взвешивания** – разность между точным значением величины (теоретическим) и его приближенным значением (экспериментальным).
- **Дискретность (d) или цена деления весов** – минимальная величина, на которую может происходить изменение показаний веса.
- **Цена поверочного деления (e)** – условное значение, выраженное в единицах массы и применяемое при классификации и поверке весов. Именно она характеризует точность весов.



Основные функции, которыми снабжены весы

1. **Калибровка** (совокупность операций, выполняемых с целью приведения метрологических характеристик весов к заданным в нормативных документах); **Средства калибровки** – калибровочные гири (эталон) – имеют определенные метрологические характеристики (номинал, класс точности)
2. **Выборка массы тары** (тарирование);
3. **Счетный режим** (определение количества однородных изделий в партии по массе одного);
4. **Компараторный режим** (сравнение с нормой происходит автоматически по текущему значению массы);
5. **Динамическое взвешивание** (позволяет усреднить показания, если груз на платформе не стабилен: жидкость);
6. **Взвешивание в процентах;**
7. **Гидростатическое взвешивание** (определение плотности вещества);
8. **Графическая шкала;**
9. **Возможность измерения груза в нестандартных единицах;**
10. **Интерфейс RS 232** (обмен данными с ПК-устройствами).

Техническая документация

ГОСТы

- **ГОСТ 24104-1988**

«Весы лабораторные общего назначения»

- **ГОСТ 24104-2001**

«Весы лабораторные. Общие технические требования»

- **ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 / 17025-2009**

«Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»

- **ГОСТ Р 53228-2008**

«Весы неавтоматического действия. Метрологические и технические требования. Испытания»



Классификация весов по классу точности

По **ГОСТ 24104-1988** весы подразделялись на **4 класса точности**: 1, 2, 3 и 4.

Класс точности весов **определялся по таблице**, исходя из НПВ (наибольшего предела взвешивания) весов и обеспечиваемой ими погрешности взвешивания. На данный момент многие модели весов, имеющие действующий сертификат о внесении в Госреестр по ГОСТ 24104-1988, классифицируются по этому ГОСТу.

С 01.07.2001 г вступил в действие новый **ГОСТ 24104-2001**. Этот ГОСТ разработан на основе международных рекомендаций OIML, и подразделяет весы на **3 класса точности**:

- **I (специальный)**
- **II (высокий)**
- **III (средний)**

В I (специальный) класс попали, весы 1-2 класса ГОСТ 24104-1988
во II (высокий) и III (средний) - весы 3-4 класса ГОСТ 24104-1988
(в III (средний) класс фирмы-производители также внесли многие весы из ГОСТ 29329 "Весы для статического взвешивания")



Поверка средств измерений

Поверка средств измерений - это совокупность операций, выполняемая органами Государственной метрологической службы с целью определения пригодности и подтверждения соответствия средств измерения установленным обязательным требованиям.

Поверку средств измерения производят при их выпуске или после ремонта, при ввозе в страну и в процессе эксплуатации.

По результату периодической поверки (ежегодная) оттиск поверительного клейма наносится **на техническую документацию или на Свидетельство о поверке.**

Поверительное клеймо - это знак установленной формы, индивидуальный для каждого государственного поверителя.

Внесение в Госреестр

Внесение в Госреестр или утверждение средств измерений является видом государственного метрологического контроля.

При положительных результатах испытаний Госстандарт России утверждает тип средства измерения и выдает **сертификат об утверждении типа**.

Средства измерений, на которые выданы сертификаты об утверждении типа, регистрируются в Государственном реестре.



Алгоритм выбора весов

- Выбрать **категорию весов** в зависимости от планируемых работ и метрологических характеристик;
- **Цель взвешивания** (НПВ, НмПВ);
- Определиться с необходимыми **функциями**;
- Учесть **условия эксплуатации** весов (полевые условия, лаборатория, торговое предприятие и пр.);
- **Тип калибровки** весов (с внешней калибровочной гирей, автоматическая к-ка, самокалибрующиеся весы).



Аналитические равноплечие весы ВЛР-200

- ▣ Наибольший предел взвешивания 200 г.
- ▣ Цена деления шкалы 1 мг.
- ▣ Цена деления делительного устройства 0,05 мг
- ▣ Поверочная цена деления 0,5 мг.
- ▣ Диапазон взвешивания по шкале 0...100 мг.
- ▣ Погрешность взвешивания по шкале $\pm 0,15$ мг.
- ▣ Размах показаний из 5 наблюдений, не более 0,15 мг
- ▣ Погрешность от неравноплечести коромысла, не более 1 мг.
- ▣ Погрешность взвешивания при любых включениях встроенных гирь и их комбинациях $\pm 0,12$ мг.
- ▣ Допускаемая погрешность взвешивания, мг
 - до 25 г $\pm 0,25$
 - от 25 до 100 г $\pm 0,5$
 - от 100 до 200 г $\pm 0,75$
- ▣ Время успокоения колебаний коромысла, не более 25 с
- ▣ Диапазон взвешивания с помощью гиревого механизма 100...900 мг.
- ▣ Напряжение питания переменным током частотой 50 Гц, 220 В.
- ▣ Допускаемое отклонение напряжения от +10 до -15%.
- ▣ Габаритные размеры, не более 405x310x4/15.
- ▣ Масса весов, не более 12 кг.



Весы лабораторные прецизионные ВСЛ-2к/0,01

- Область применения: Лабораторные весы
- Функциональная классификация весов: Стандартные
- Количество диапазонов взвешивания: 1
- Цена деления: 10мг
- Наибольший предел взвешивания, г: 2000
- Тип калибровки весов: калибровка внешней гирей
- Класс точности по ГОСТ 24104-1988: 4
- Класс точности по ГОСТ 24104-2001: II
- Конструкция весовой чаши: прямоугольная открытая весовая чаша



Аналитические весы **AGN** с внутренней калибровкой

Тип весов	AGN 100	AGN 200
НПВ (Макс), г	100	200
НмПВ (Мин), г	0,01	
Цена деления, г	0,0001	
Цена поверочного деления, г	0,001	
Выборка тары, г	-100	-200
Класс точности	специальный (I)	
Рабочая температура, °С	от 18 до 33	
Время взвешивания, с	менее 8	
Размер чаши весов, мм	d 90	
Габаритные размеры, мм	210 x 320 x 350	
Масса весов, кг	7,5	
Рекомендуемая калибровочная гиря	100 г E2	200 г E2
Питание	220 В/ 50 Гц	



Электронные аналитические весы

Немного теории: в механических и электромеханических весах процесс взвешивания заключается в сравнении взвешиваемого груза с системой встроенных гирь и пружин, а также внешних гирь с помощью индикатора положения равновесия.

В весах электронных весов процесс взвешивания заключается в процессе сравнения взвешиваемого груза и эталонного груза калибровки, значение которого сохраняется в памяти электронного блока весов. По принципу измерения электронный весы могут быть тензовесами или весами с электромагнитной системой.

В наиболее **простых из электронных весов - тензовесах** взвешивание происходит посредством измерения напряжения упругого тела, с которым связана чашка весов.

Весы с электромагнитной системой - это весы, в которых через сложную систему рычагов и пружин уравнивание взвешиваемого груза происходит при помощи электромагнитной катушки и измерения, проходящего через нее тока. Такие весы более долговечны при эксплуатации, поскольку в них все механические части фактически являются неподвижными - весы находятся в постоянном состоянии равновесия.



Общие правила работы на аналитических весах:

- Нагрузка на чашки весов не должна превышать предельной для данной системы весов.
- При работе на весах необходимо проявлять осторожность, не делать резких движений.
- Весы всегда должны находиться в чистоте. При попадании на чашку весов сыпучих веществ их удаляют специальной кисточкой или перышком.
- Взвешиваемый предмет и разновесы помещают на чашки весов и снимают с них только при закрытом арретире.
- Для взвешивания необходимо пользоваться чистой сухой посудой (бюкс, стакан, часовое стекло, тигель), помещать вещества непосредственно на чашку весов запрещено. Летучие и гигроскопичные вещества следует взвешивать только в закрытых бюксах.
- Температура взвешиваемого предмета и окружающей среды должна быть одинакова. Нельзя взвешивать теплые предметы и растворы.
- Все дверки весов во время взвешивания должны быть закрыты.
- Аналитические разновесы необходимо брать только пинцетом, после взвешивания разновесы сразу помещать в футляр.
- Все взвешивания для данного анализа следует проводиться одних и тех же весах.