

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Калмыцкий государственный университет»

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА**

*Методические указания для студентов  
направлений 011200.62 «Физика», 0200300.62 «Химия»*

Элиста 2014

Составители: канд. физ.-мат. наук, доц. каф. ЭОФ А.С. Батырев,  
асс. каф. химии Ч.М. Бадмаев,  
асс. каф. ЭОФ С.Ю. Емельянцева

Организация и выполнение лабораторного практикума: Методические указания для студентов направлений 011200.62 «Физика», 0200300.62 «Химия» / Калм. ун-т; Сост.: А.С. Батырев, Ч.М. Бадмаев, С.Ю. Емельянцева. – Элиста, 2014. – 55 с.

Методические указания содержат сведения об организации и проведении лабораторных занятий по общему и специальному курсам физики, а также по курсам общей и неорганической химии и физики-химии.

Предназначено для студентов направлений 011200.62 «Физика», 0200300.62 «Химия».

Утверждено учебно-методической комиссией факультета математики, физики и информационных технологий КалмГУ.

Рецензент канд. физ.-мат. наук, доц. каф. ЭОФ Р.А. Бисенгалиев

Подписано в печать 08.11.14. Формат 60х84/16.  
Усл. п. л. 3,25. Тираж 2 экз. Заказ 2637.  
Издательство Калмыцкого университета.  
358000 Элиста, ул. Пушкина, 11

## **1. ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА**

### **1.1. Общие положения**

Изучение курса физики в высшей школе является сложным и многогранным процессом, включающим в себя лекционные, практические, лабораторные занятия и самостоятельную работу. Лабораторные занятия являются крайне важным звеном учебного процесса, поскольку изучение физики невозможно без ознакомления на опыте (в эксперименте) с её основными законами и закономерностями, т.е. без выполнения лабораторного практикума. Лабораторный практикум в вузе должен быть многоуровневым, содержащим лабораторные работы разного уровня, различающиеся сложностью решаемых предметных и дидактических задач, а также методикой их проведения.

Лабораторный практикум предназначен для углубленного изучения теоретических вопросов изучаемой дисциплины и овладения современными экспериментальными методами, умением решать практические задачи путем постановки опыта.

На лабораторных занятиях осуществляется интеграция теоретико-методологических знаний и практических умений студентов в условиях той или иной степени близости к реальной профессиональной деятельности. Именно на занятиях в физических лабораториях студенты получают навыки экспериментальной работы, учатся обращаться с приборами, пользоваться измерительными приборами, самостоятельно делать выводы из полученных опытных данных, обрабатывать полученные результаты, пользоваться справочной литературой, и все это, конечно, способствует более глубокому, полному и осознанному пониманию теоретического материала, что необходимо для дальнейшего процесса обучения и самостоятельной работы.

На лабораторных практикумах студенты овладевают профессиональными умениями и навыками, которые закрепляются и совершенствуются в процессе выполнения курсовых работ, проектов, производственной практики.

Именно лабораторный практикум обеспечивает наиболее благоприятные условия для учебно-исследовательской деятельности, развития творческого потенциала студентов, а также развитие коммуникативных способностей будущих специалистов.

Дисциплины, по которым планируются лабораторные практикумы, и объемы практикума, определяются учебными планами. Содержание лабораторных практикумов (лабораторных работ) излагается в рабочих учебных программах дисциплин. Лабораторные практикумы, как правило, проводятся вслед за лекциями, дающими теоретические основы их выполнения.

Целью выполнения лабораторного практикума является приобретение

студентами прочных знаний, а также навыков и умений, необходимых для профессиональной деятельности выпускника. Задачи лабораторного практикума:

- экспериментальное подтверждение и проверка существующих теоретических положений;
- формирование основ профессиональной подготовки – практических умений и навыков работы с измерительными приборами, аппаратами, компьютерной техникой, лабораторными установками, технологическим оборудованием;
- формирование исследовательских умений наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы, самостоятельно вести исследования, оформлять результаты;
- повышение познавательной активности и самостоятельности работы студентов в ходе выполнения лабораторного практикума путем организации поэтапного контроля их работы;
- усиление практической направленности образовательного процесса;
- реализация личностно-ориентированного подхода;
- углубление теоретических знаний и освоение приемов, методов и способов исследования объектов изучения.

## 1.2. Содержание лабораторного практикума

Разработка лабораторного практикума включает создание методического обеспечения проведения учебных занятий. Учебно-методические материалы должны обеспечить возможность студентам самостоятельно выполнять лабораторные работы, а преподавателям, не являющимися разработчиками лабораторного практикума, освоить их проведение.

Содержательную основу лабораторного практикума могут составлять:

- экспериментальное подтверждение теоретических положений;
- экспериментальная проверка формул, методик расчета;
- установление и подтверждение закономерностей;
- изучение методик проведения экспериментов;
- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;
- наблюдение и развитие явлений, процессов и др.;
- моделирование реальной производственной деятельности будущих выпускников;
- изучение принципов работы оборудования, регулировка, настройка, диагностика возможных неисправностей.

Лабораторный практикум разрабатывается на базе учебно-лабораторного оборудования, средств компьютерной поддержки, программных моделей изучаемых процессов и явлений.

Компьютерная технология получения, хранения и преобразования ин-

формации при развитых интерфейсных системах её ввода-вывода позволяет обеспечить проведение лабораторных практикумов. Лабораторный практикум может быть заменен компьютерным практикумом при наличии экспериментальной установки, в которой физическое явление представлено компьютерной моделью. Задача практикума в этом случае не просто научить студента «нажимать кнопки» по определенным правилам, но обеспечить формирование необходимых профессиональных умений, экономя время и позволяя провести опыты, которые трудно или невозможно выполнить стандартными приемами.

## 1.3. Организация и проведение лабораторных практикумов

По своему назначению лабораторные практикумы можно классифицировать на:

- практикумы вводные или измерительные, проводимые с целью ознакомить студентов с техникой эксперимента, теорией погрешностей и методами обработки экспериментальных данных, с устройством и принципом работы измерительных приборов;
- практикумы, обеспечивающие накопление знаний и практических навыков при усвоении общих курсов, а также подготовку к изучению специальных дисциплин и методов научных исследований;
- практикумы по специальным дисциплинам и дисциплинам специализации, обеспечивающие практическую подготовку студентов, формирование навыков профессиональных и научных исследований в научной и производственной деятельности.

Формами организации лабораторных практикумов могут быть: фронтальная, групповая или индивидуальная.

При *фронтальной* форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу.

При *групповой* форме организации занятий одна и та же работа выполняется подгруппами по 2-3 человека. Распределение по подгруппам производится студентами самостоятельно и утверждается преподавателем. При этом преподаватель контролирует ротацию на протяжении всего лабораторного практикума, а также предусматривает возможные форс-мажорные обстоятельства (невыход какого-либо студента на занятие, неисправность оборудования и т.п.)

При *индивидуальной* форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

## 1.4. Порядок проведения лабораторных работ

1. Первое занятие проводится как вводное с подробным изложением техники безопасности и порядка проведения лабораторных работ. Преподава-

тель знакомит студентов с приборами и оборудованием лаборатории, с методиками измерений и обработки результатов, подсчета ошибок, выдает график выполнения работ каждому студенту.

2. Студент заблаговременно готовится к каждому лабораторному занятию (читает описание, разбирает теорию явления и устройство лабораторной установки, знакомится с методикой измерений и обработки результатов, способами подсчета ошибок, заносит в тетрадь для лабораторных работ необходимые сведения из теории, основные расчетные формулы, схему лабораторной установки и список используемых приборов). Подготовка к лабораторным занятиям осуществляется студентом в часы самостоятельной работы по описанию, полученному у лаборанта.

3. В начале лабораторного занятия преподаватель проверяет готовность студента к выполнению работы и принимает решение о допуске его к эксперименту. Для получения допуска студент должен знать:

- теоретические основы работы;
- цели и задачи работы;
- описание экспериментальной установки и методику эксперимента;
- устройство и назначение используемых в установке приборов;
- порядок выполнения работы и обработки результатов;
- способы подсчета ошибок измерений.

1. Получив допуск, студент приступает к выполнению лабораторной работы. За время лабораторного занятия (4 часа) студент должен провести необходимые измерения и представить результаты этих измерений, оформленные в виде таблицы, на утверждение преподавателю.

2. После утверждения преподавателем экспериментальных результатов студент оформляет отчет и предъявляет его преподавателю (обычно в начале следующего занятия).

6. Преподаватель проверяет отчет, задает вопросы по порядку обработки результатов, подсчета ошибок и оформления отчета и при правильности полученных результатов и надлежащем оформлении отчета ставит зачет (расписывается в тетради) по данной лабораторной работе. После этого студент может сдавать допуск к следующей по графику лабораторной работе.

7. Итоговый зачет по лабораторному практикуму ставится преподавателем автоматически при наличии зачетов по всем работам данного практикума. Допускается проведение перед окончанием лабораторных занятий общего зачетного опроса студентов по методикам измерений и обработки результатов.

8. Студенты, отставшие от графика по неуважительной причине, обязаны оплатить в кассе университета стоимость дополнительных занятий и к их началу предъявить преподавателю квитанции об оплате. Дополнительные занятия проводятся в часы, предусмотренные расписанием работы лаборатории.

### 1.5. Требования к структуре методических указаний по лабораторному практикуму

Методические указания по лабораторному практикуму состоят из нескольких описаний лабораторных работ, объединенных одной тематикой. Описание лабораторных работ должно быть изложено связно, в дидактической и методической последовательности.

Содержание описания лабораторной работы включает:

1. Формулировку цели работы;
2. перечень приборов и оборудования;
3. теоретическую часть (краткую теорию явления (процесса));
4. описание экспериментальной установки и методики эксперимента;
5. задание и порядок выполнения и оформления работы;
6. контрольные вопросы;
7. список литературы.

1) **Цель работы** должна отражать познавательную и профессиональную практическую стороны работы, предусматривая:

- ознакомление с физическим явлением (процессом), законом или закономерностью;
- приобретение практических умений и навыков работы с приборами, установками, технологическим оборудованием, аппаратурой, компьютерной техникой;
- овладение методиками экспериментального исследования и обработки полученных результатов.

2) **Перечень приборов и оборудования** должен содержать:

- названия используемых в экспериментальной установке приборов и оборудования с указанием их типов;
- Основные технические характеристики приборов и оборудования.

3) **Теоретическая часть** лабораторной работы должна содержать

- формулировку темы, обоснование ее значимости в профессиональной подготовке студентов;
- основные теоретические положения, необходимые для формирования целостного представления о содержании и задачах лабораторной работы;
- поясняющие схемы, чертежи, формулы, рисунки и т. д., при необходимости – конкретные числовые примеры, примеры расчетов, способствующие усвоению материала.

4) **Описание экспериментальной установки и методики эксперимента** должно содержать:

- блок – схему экспериментальной установки с указанием назначения отдельных узлов установки;
- рабочую схему экспериментальной установки с детальной характеристикой элементов схемы;

• инструкции по подготовке лабораторного оборудования и приборов к работе;

- методику проведения эксперимента;
- порядок работы с измерительной аппаратурой и приборами;
- рекомендации по технике безопасности при работе на экспериментальной установке.

5) *Задание и порядок выполнения и оформления лабораторной работы* должны содержать:

- четкую формулировку задания;
- объяснение подходов (методов, способов, приемов) к выполнению задания;
- описание последовательности действий студентов при выполнении задания;
- порядок измерения, определения соответствующих характеристик и показателей величин в соответствии с пунктами задания;
- порядок обработки данных эксперимента;
- характеристику требований к результату работы;
- указания по самоконтролю результата работы;
- указания по оформлению отчета и составлению заключения (выводов) по лабораторной работе.

Задания лабораторной работы должны быть спланированы так, чтобы за отведенное время могли быть выполнены в полном объеме большинством студентов. Количество часов, отводимое на лабораторные работы, определяется учебным планом.

*Контрольные вопросы* для самопроверки должны охватывать весь изучаемый материал и позволять определить уровень освоения студентами теоретической и практической частей лабораторной работы.

*Список литературы* должен включать основные и дополнительные рекомендуемые литературные источники.

### 1.6. Правила выполнения лабораторных работ

1. В начале первого занятия преподаватель знакомит студентов с лабораторными установками, измерительной аппаратурой, правилами поведения в лаборатории и правилами техники безопасности. На этом занятии преподаватель организует из студентов подгруппы по 2-3 человека в каждой, знакомит с последовательностью выполнения лабораторных работ, правилами оформления отчета по работе, оформляет журнал проведения лабораторных работ, инструктирует студентов по правилам техники безопасности при работе в данной лаборатории и оформляет журнал по технике безопасности.

2. К работе в учебных лабораториях допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

3. В начале каждого занятия студент должен получить допуск к работе,

отвечая на контрольные и дополнительные вопросы преподавателя. При этом студент должен показать: знание цели работы и физики исследуемых процессов, понимание сущности используемой методики измерений, владение способами графической и математической обработки результатов измерений, методами оценки ошибок измерений.

4. Неготовность студента и, как следствие, недопуск к выполнению лабораторной работы рассматривается как нарушение им графика учебного процесса и учитывается при рейтинговом контроле оценки знаний студентов.

5. В случае отставания графика лекционного курса от графика выполнения лабораторных работ, вследствие чего теоретические разделы, относящиеся к лабораторным работам, оказываются к этому времени еще не рассмотренными на лекциях, преподаватель разъясняет всей группе наиболее важные теоретические вопросы. Допускается выдача студентам домашнего задания и его проверка с целью организации подготовительных работ, связанных с выполняемой лабораторной работой.

6. При подготовке к проведению эксперимента студенты собирают установку или схему для измерений. Начинать работу на установке можно только после её проверки преподавателем или лаборантом. Студенты, включившие схему или установку без разрешения преподавателя (лаборанта), отстраняются от данного лабораторного занятия, выполнение ими соответствующей лабораторной работы переносится на зачетную неделю. При этом в случае выхода приборов из строя студенты возмещают их стоимость.

7. После подготовительных работ следует провести предварительный опыт с тем, чтобы пронаблюдать качественно изучаемое явление, оценить, в каких пределах находятся измеряемые величины. Далее можно приступить к измерениям. Следует помнить, что всякое измерение, если только это возможно сделать, должно выполняться больше, чем один раз.

8. Чтобы выполнение опытов не сводилось только к техническим приемам работы, а могло быть представлено как самостоятельное исследование студента, помимо постановки задачи эксперимента, ее теоретического обоснования и экспериментальной проверки, необходимо грамотное построение письменного сообщения на задание эксперимента. Дополнительные вопросы в конце каждого опыта призваны помочь студентам освоить методологию анализа результатов работы при оформлении отчета. Ответы на них обязательны.

9. В процессе выполнения работы каждый студент фиксирует в тетради для лабораторных работ условия эксперимента, заносит результаты первичных измерений в предварительно подготовленные таблицы, выполняет при необходимости промежуточные и оценочные расчеты.

10. Завершив измерения, студент предъявляет преподавателю первичные результаты работы; преподаватель проверяет полученные результаты и, в случае их правильности, утверждает их (расписывается в тетради студента).



Только после этого студент разбирает измерительную схему (или установку) и сдает приборы лаборанту. Эта экспериментальная часть работ обычно занимает одно занятие (около 4 часов).

11. После выполнения эксперимента каждый студент оформляет отчет о работе и предъявляет его преподавателю для зачета. Отчет обычно оформляется дома или в библиотеке и предъявляется в начале следующего занятия.

**Критериями оценки результатов выполнения лабораторной работы являются:**

- степень реализации цели и задач работы;
- степень овладения запланированными умениями и навыками;
- степень соответствия результатов работы заданным требованиям.

### **1.7. Требования, предъявляемые к лаборатории и к оборудованию в ней**

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях. В каждой лаборатории необходимо иметь следующее:

- список лабораторных работ;
- общий порядок выполнения лабораторных работ;
- требования к отчету по лабораторной работе;
- график выполнения лабораторных работ студентами;
- набор описаний к каждой лабораторной работе в 2-3-х экземплярах;
- таблицы констант, справочники по физике, калькулятор;
- список литературы, рекомендуемой для подготовки студентов к занятиям;
- журнал результатов лабораторных работ;
- полный комплект приборов и оборудования на каждую лабораторную работу;
- лабораторный журнал по технике безопасности, инструкции по технике безопасности.

Для безопасной работы в учебной лаборатории необходимо выполнение следующих требований:

#### **По электробезопасности**

1. В лаборатории должен быть центральный (общий) рубильник или выключатель;
2. Вся электропроводка с напряжением более 40В должна быть выполнена изолированным проводом и по возможности скрытым способом; нельзя допускать открытых токонесущих частей под напряжением;
3. В лаборатории должна иметься общая шина заземления, выполненная по правилам техники безопасности;
4. Все электроприборы (с напряжением более 40В) должны иметь металлический корпус, который необходимо заземлить;

5. Относительная влажность не должна превышать 70%;

6. Температура воздуха не должна превышать 30°C;

7. В помещении должна отсутствовать токопроводящая пыль.

8. При сборке электрических цепей особое внимание следует обратить на исправность изоляции соединительных проводов, наличие изолированных держателей на штырях; об обнаруженных неисправностях необходимо сообщить преподавателю или лаборанту;

9. При обнаружении повреждений или неисправностей электрического лабораторного оборудования (стенда), а также при появлении дыма, искрения, специфического запаха перегретой изоляции нужно немедленно обесточить прибор (стенд) и сообщить об этом преподавателю или лаборанту.

#### **По пожарной безопасности**

1. Учебная лаборатория должна быть достаточно просторной, чтобы обеспечивать быструю эвакуацию студентов и сотрудников в экстренных ситуациях;

2. В лаборатории должны присутствовать простейшие средства пожаротушения: огнетушители, ящики с песком, вода;

3. Нельзя в лаборатории хранить легковоспламеняющиеся и взрывоопасные вещества (эфир, концентрированные жидкие кислоты, баллоны с газом и другие). При необходимости применения таких веществ их необходимо брать заранее в небольшом количестве только для однократного использования;

4. При работе с электронагревательными приборами нужно тщательно следить за исправностью соединительных проводов и не переносить электроприборы во включенном состоянии.

#### **Правила работы в оптической лаборатории**

В оптической лаборатории опасность представляют следующие источники излучения: электрическая дуга, ртутно-кварцевые лампы, газоразрядная трубка, лазер.

Излучение электрической дуги, кварцевой и ртутно-кварцевой ламп богато ультрафиолетовыми лучами, которые вызывают ожоги и воспаление кожи и роговицы глаз. Кроме того, ртутно-кварцевые лампы высокого давления могут взрываться при неосторожном обращении. Действие лазерного излучения опасно, прежде всего, его разрушающим действием на сетчатку глаз.

При работе в оптической лаборатории необходимо соблюдать следующие требования:

1) дуговые и ртутно-кварцевые лампы должны быть помещены в металлический защитный и светонепроницаемый кожух;

2) излучение дуги, ртутно-кварцевых ламп и лазера не должно попадать на человека;

3) при необходимости близко находиться около опасных источников излучения нужно надевать защитные очки и защитную одежду.

### **1.8. Организация инструктажа по технике безопасности и контроля правил и норм техники безопасности**

1. Перед прохождением лабораторного практикума студенты обязаны пройти вводный инструктаж о правилах безопасной работы и порядке эксплуатации оборудования и, ознакомившись с настоящей инструкцией, расписаться в контрольном листе. Допуск к выполнению лабораторных работ возможен только после выполнения этих требований.

2. К выполнению работы студенты приступают только с разрешения преподавателя и выполняют работу только в присутствии лаборанта.

3. Категорически запрещается включать схему без разрешения преподавателя или лаборанта

4. Студентам запрещается самостоятельно устранять неисправности оборудования.

5. После окончания работы схема разобрана, соединительные провода и дополнительные приборы убраны в указанное лаборантом место.

6. Студенты должны знать расположение средств пожаротушения и аварийного отключения электропитания лаборатории, а также порядок и пути эвакуации в аварийных ситуациях.

7. В случае нарушения студентами правил техники безопасности они удаляются с занятий и допускаются к ним только после повторной проверки знаний этих правил. Если эти действия повлекли за собой порчу оборудования или несчастный случай, нарушители привлекаются к административной или уголовной ответственности в установленном законодательством порядке.

### **1.9. Организация работы по самостоятельной подготовке студентов к лабораторным занятиям**

Преподавателем в соответствии с рабочей учебной программой дисциплины доводится до студентов: перечень лабораторных работ, последовательность их выполнения, рекомендуемые учебно-методические пособия, руководства и другая информация, необходимая для подготовки к практическому выполнению предусмотренных программой дисциплины лабораторных работ.

При подготовке к лабораторным работам студент использует рекомендованные учебники и учебные пособия, руководства по выполнению лабораторных работ, инструкции по пользованию измерительной аппаратурой, а также специальные указания по особенностям выполнения отдельных пунктов лабораторных работ.

Подготовка к лабораторным работам осуществляется студентами самостоятельно заблаговременно.

*При подготовке к работе рекомендуется придерживаться следующего плана:*

1. Прочитайте название работы и выясните смысл всех непонятных слов.  
2. Прочитайте описание работы от начала до конца, не задерживаясь на выводе формул. Задача первого прочтения состоит в том, чтобы выяснить, какой физический закон или явление изучается в данной работе и каким методом проводится исследование.

3. Прочитайте по учебнику материал, относящийся к данной работе. Разберите вывод формул по методическому пособию. Найдите ответы на контрольные вопросы, приведенные в конце описания работы.

4. Разберите по методическому пособию принцип устройства и работы приборов, которые предполагается использовать в работе.

5. Выясните, какие физические величины, и с какой точностью будут непосредственно измеряться и каковы их размерности.

6. Начертите в лабораторном журнале принципиальную схему эксперимента и таблицы, в которые будут заноситься результаты измерений.

7. Продумайте, какой окончательный результат должен быть получен в данной лабораторной работе.

В процессе такой подготовки студент должен усвоить теоретический материал, относящийся к данной лабораторной работе, изучить и ясно представить себе содержание и порядок выполнения лабораторной работы, знать принципы действия и правила работы с измерительными приборами, методы измерений, особенности конструкции лабораторной установки и правила техники безопасности, знать ответы на приведенные в методическом руководстве контрольные вопросы, а также выполнить необходимый по заданию объем предварительных расчетов, заготовить необходимые таблицы и рисунки.

Студент, не выполнивший домашнее задание, к выполнению лабораторной работы не допускается.

### **1.10. Ликвидация задолженностей по лабораторным работам**

Отработка пропущенных лабораторных занятий может проводиться в составе другой подгруппы или группы на основании заявления студента по согласованию с преподавателем, заведующим кафедрой и деканатом.

Студент, не защитивший две лабораторные работы, не допускается к выполнению очередной работы до ликвидации задолженности хотя бы по одной из них.

Студент обязан ликвидировать задолженность по выполнению и защите предусмотренных учебной программой лабораторных работ до начала сессии.

Студенты, не ликвидировавшие задолженности по лабораторным работам, не допускаются к экзаменационной сессии деканом факультета на основе представления кафедры, которая обеспечивает дисциплину, в виде докладной записки на имя декана факультета на момент начала экзаменационной сессии.

## 2. ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

### 2.1. Основные понятия теории измерений

Измерения играют важную роль в экспериментальной физике. Они являются основным способом познания физических явлений. Большинство физических законов установлено путем обобщения экспериментальных данных, а достоверность теоретических выводов признается только после экспериментальных доказательств. Одна из основных задач занятий в физической лаборатории – научиться правильно измерять физические величины, корректно обрабатывать и оформлять результаты эксперимента и грамотно оценивать ошибки измерений. Необходимо научиться планировать эксперимент и делать из него правильные выводы. Для этого нужно представлять все этапы процесса измерений, знать основные понятия теории измерений, представлять возможности измерительных приборов, владеть математическими методами расчета и обработки результатов измерений, знать основы теории погрешностей.

Процесс намерения является основой любого эксперимента в физике.

**Измерение** – это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

**Физической величиной** называется свойство, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

**Физическая величина** – это характеристика физического объекта или явления, которая обычно имеет численное значение. Примерами физических величин являются: масса, длина, площадь, объем, сила тока, напряжение и т.д.

**Измерить какую-либо физическую величину** – это значит сравнить её с другой аналогичной величиной, принятой за единицу и узнать, сколько раз заключается в ней однородная величина, принятая за единицу.

Число, полученное при таком сравнении, есть численное значение измеряемой величины.

Измерение проводится путем выполнения последовательности экспериментальных и вычислительных операций, осуществляемых для нахождения значения физической величины, характеризующей какой-либо объект или явление. Измерения всегда проводятся с помощью технических средств измерений (измерительных приборов с необходимыми приспособлениями).

Процесс измерения включает в себя следующие этапы:

- выбор метода измерения;
- подбор и настройку средств измерения;
- само измерение (или измерения);
- оценку погрешности (ошибки измерения);
- дополнительную математическую и графическую обработку полученных результатов.

В зависимости от способа получения результата измерения делятся на прямые и косвенные.

**Прямыми** называются такие измерения, при которых измеряемые величины определяются непосредственными показаниями измерительных приборов (инструментов) без какой-либо их математической обработки.

Примеры прямых измерений: измерение силы тока амперметром, измерение температуры термометром, измерение массы на весах и т.п. Этот вид измерений используется на практике очень часто, поскольку он является наиболее простым и удобным. Однако часто искомую величину нельзя определить непосредственно прямыми измерениями. Тогда используются косвенные измерения.

**Косвенными** называются измерения, при которых искомое значение величины находится из известной зависимости между этой величиной и величинами, полученными путем прямых измерений.

Примером косвенных измерений служит определение объема параллелепипеда по длине, ширине и высоте, измерение плотности тела по массе и объему, измерение средней скорости по длине пути и затраченному времени, определение мощности путем измерения отдельно силы тока  $I$  и напряжения  $U$  и т.д.

Прямые и косвенные измерения могут проводиться по методу непосредственной оценки и методом сравнения.

**Метод непосредственной оценки** состоит в том, что измеряемая величина определяется непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия.

В **методе сравнения** измеряемая величина сравнивается с величиной, воспроизводимой специальным устройством – мерой.

Первый метод прост и удобен, требует мало времени, но не обеспечивает высокой точности. Второй метод более сложен, но обеспечивает высокую точность.

По условиям выполнения измерения делятся на статические и динамические. При **статических измерениях** искомая величина остается постоянной за все время намерения, а при **динамических измерениях** непрерывно меняется.

По выражению результата измерений последние делятся на абсолютные и относительные.

**Абсолютные измерения** – это те, которые основаны на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и использовании констант.



**Относительные измерения** – измерения, связанные с получением отношения измеряемой величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или с определением изменения искомой величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную.

Измерения всегда проводятся с помощью средств измерения.

**Средства измерения** – это технические устройства, используемые при измерениях.

Они бывают нескольких видов: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки, измерительные установки, измерительно-информационные системы.

**Мера** – устройство для воспроизведения физической величины заданного размера.

Примеры мер: измерительная катушка, эталон длины, гири. Сюда же относятся наборы мер: магазины сопротивлений, магазины емкостей, наборы гирь и т.д. Меры могут быть однозначными (одна гиря, один нормальный элемент, и пр.) и многозначными (линейка с миллиметровыми делениями, конденсатор переменной емкости и др.). Могут использоваться также наборы мер.

В зависимости от степени точности и области применения меры подразделяются на эталоны, образцовые и рабочие меры.

**Эталон** – это средство измерения, обеспечивающее воспроизведение и хранение единицы физической величины для передачи ее размера другим средствам измерений.

**Образцовые меры** предназначены для проверки и градуировки рабочих мер и измерительных приборов. Они могут также непосредственно использоваться при точных измерениях.

**Рабочие меры** используются для широкого применения на промышленных предприятиях, в лабораториях, в научно-исследовательских институтах в процессах измерения и проверка приборов.

Важными средствами измерения являются измерительные преобразователи.

**Измерительные преобразователи** – это устройства, которые под действием измеряемой физической величины вырабатывают сигнал (обычно электрический), удобный для дальнейшего преобразования, обработки или хранения.

Сигнал, вырабатываемый преобразователем, обычно нельзя наблюдать непосредственно. Поэтому измерительные преобразователи используются совместно с измерительными приборами. Чаще всего используются преобразователи неэлектрических величин в электрические. Пример таких преобразователей: датчики давления, датчики, перемещения, датчики уровня жидкости, фотодатчики и т.п.

Иногда используют преобразователи электрических величин в электрические. Примеры таких преобразователей: делители напряжения, измерительные трансформаторы, шунты и добавочные сопротивления.

Основным средством измерения является измерительный прибор.

**Измерительный прибор** – это средство измерений, предназначенное для преобразования измеряемой физической величины в форму удобную для регистрации или наблюдения.

Измерительный прибор предназначен для получения численного значения измеряемой физической величины, то есть для сравнения измеряемой величины с однотипной физической величиной, принятой за единицу. Прибор вырабатывает информацию для непосредственного наблюдения и считывания человеком. Эта информация считывается либо на специальной шкале с указателем (стрелкой), либо на цифровом табло.

**Приборы первого типа** называют показывающими или стрелочными. В таких приборах показания могут принимать любые значения в измеряемом диапазоне и являются непрерывной функцией от измеряемой физической величины. Это аналоговые приборы. Они имеют шкалу с делениями.

**Делением** называется отрезок шкалы между двумя соседними градуировочными отметками (штрихами) шкалы.

**Ценой деления** называется значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы.

В приборах второго типа показания представляются в цифровой форме и могут принимать лишь определенные (дискретные) значения. Это – цифровые приборы. Показания цифровых приборов легко фиксируются и удобны для дальнейшей автоматической обработки с помощью ЭВМ. Кроме того, цифровые приборы обычно имеют существенно большую точность, чем аналоговые. Однако они сложнее по устройству и дороже аналоговых приборов.

Значение измеряемой величины, выраженное в соответствующих единицах и определяемое по «счетному устройству, называется **показанием прибора**.

Некоторые измерительные приборы одновременно осуществляют запись (или запоминание) результатов. Такие приборы называют **регистрирующими приборами**. Запись результатов может осуществляться на бумаге в виде кривой или графика (самопишущие приборы), или в виде колонки цифр (печатающие приборы).

**Измерительная установка** – набор средств измерений, выполняющий полный цикл преобразования, измерения и регистрации одной или нескольких физических величин.

Измерительные установки используются для проведения комплекса измерений. В ней объединяются сразу несколько средств измерения с вспомогательными устройствами. На такой установке можно целенаправленно изменять и фиксировать значения сразу нескольких физических величин, предусмотреть определенный метод измерения и заранее оценить погрешность измерения. На измерительной установке можно проводить сложные и более точные измерения.