

М. В. Ильин Э. М. Калицкий А. М. Аниськов

**РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИЙ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ (ПРАКТИЧЕСКИХ) РАБОТ**

Методические рекомендации



Минск
РИПО
2016

УДК 377.1(072)

ББК 74.560я7 И46

Рекомендовано к изданию экспертным советом УО «Республиканский институт профессионального образования»

Авторы:

проректор по научно-методической работе, кандидат педагогических наук, доцент *М. В. Ильин*; первый проректор, кандидат педагогических наук, доцент *Э. М. Калицкий*; методист центра научно-методического обеспечения профессионального образования *А. М. Аниськов* УО «Республиканский институт профессионального образования».

Рецензенты:

заведующий кафедрой информационных технологий и моделирования экономических процессов УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат педагогических наук, доцент *О. Л. Санун*; директор УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» филиала «Минский радиотехнический колледж», кандидат педагогических наук, доцент *С. Я. Анкуда*.

Ильин, М. В.

И46 Разработка инструкций по выполнению лабораторных (практических) работ : метод. рекомендации / М. В. Ильин, Э. М. Калицкий, А. М. Аниськов. - Минск : РИПО, 2016.- 39 с.: ил.

ISBN 978-985-503-623-5.

В методических рекомендациях содержатся общие сведения о назначении, организации и методике проведения лабораторных, практических и лабораторно-практических работ, даются рекомендации по определению целей работ и прогнозированию результатов.

Приводятся структура и примеры инструкций по выполнению лабораторных, лабораторно-практических и практических работ.

Предназначены для педагогических работников и руководителей учреждений профессионально-технического и среднего специального образования, представителей курсов повышения квалификации и переподготовки педагогических работников системы профессионально-технического и среднего специального образования, специалистов органов управления образованием, организаций, осуществляющих научно-методическое обеспечение профессионально-технического и среднего специального образования.

УДК 377.1(072) ББК 74.560я7

ISBN 978-985-503-623-5

© Ильин М. В., Калицкий Э. М., Аниськов А. М., 2016

© Оформление. Республиканский институт профессионального образования. 2016

ВВЕДЕНИЕ

Эффективными формами организации образовательного процесса являются лабораторные, лабораторно-практические и практические занятия, которые выступают как средство связи теории и практики, способствуют интеграции мыслительной и практической деятельности обучающихся, развитию коммуникативных способностей, профессиональной самостоятельности и мобильности. В процессе лабораторных, лабораторно-практических и практических занятий организуются и проводятся лабораторные, лабораторно-практические и практические работы, которые являются формами организации самостоятельной деятельности обучающихся, осуществляемой на соответствующем занятии.

Дидактические цели выполнения данных работ различны. В образовательном процессе на уровне профессионально-технического образования используются все три перечисленные выше формы. В практике работы учреждений среднего специального образования используются лабораторные и практические занятия (работы).

Вместе с тем анализ работы учреждений образования показывает, что, начиная с разработки учебных программ и заканчивая планированием учебных занятий, в ряде случаев содержание данных работ не соответствует их названию. Имеют место случаи, когда в одной и той же учебной программе учебного предмета (дисциплины) одинаковое по смыслу содержание, например связанное с формированием конкретных практических умений у обучающихся, в одном случае называется лабораторной работой, а в другом - практической. Такие неточности влекут за собой недостатки при разработке инструкций по выполнению данных работ, определении последовательности деятельности обучающихся на занятиях.

Настоящие методические рекомендации окажут конкретную практическую помощь педагогическим работникам учреждений профессионально-технического и среднего специального образования в правильном определении целей лабораторных, практических, лабораторно-практических работ, проектировании их содержания и организации выполнения.

НАЗНАЧЕНИЕ И СУЩНОСТЬ ЛАБОРАТОРНЫХ (ПРАКТИЧЕСКИХ) РАБОТ

Рассмотрим цели, прогнозируемые результаты, сущность, виды, особенности проведения лабораторных, практических, лабораторно-практических работ.

Лабораторные работы планируются в процессе изучения наиболее сложных тем учебной дисциплины, если необходимо разъяснение или подтверждение сущности законов, процессов, явлений, проведение эксперимента и т. д.

Лабораторная работа может выполняться после прохождения всего теоретического курса (последовательный метод) или в процессе его освоения (параллельный метод). Организационно такие занятия могут быть фронтальными (когда все обучающиеся выполняют одну и ту же работу) или групповыми (когда обучающиеся разделены на небольшие подгруппы из 2-5 человек, выполняющие разные работы).

В зависимости от содержания и структуры учебной дисциплины лабораторные работы можно разделить на три группы:

- ознакомительные - изучение образцов конструкций механизмов, разборка, сборка и регулировка их элементов, измерение, сравнение показаний приборов со стандартами и т. д.;

- экспериментальные - определение отдельных характеристик, сравнение результатов эксперимента с расчетными данными и т. д.;

- проблемно-поисковые - развитие самостоятельного творческого мышления, т. е. исследовательской деятельности обучающихся (анализ различных схем, решение задач технологического и иного характера, определение показателей работы механизмов, проверка станка на точность и т. д.).

Лабораторные работы, как правило, связаны с учебным экспериментом и имеют целью углубление, закрепление и систематизацию теоретических знаний, развитие умений самостоятельного экспериментирования, исследования определенных технических процессов, закономерностей, причинно-следственных связей. При выполнении лабораторной работы обучающиеся должны эмпирическим путем убедиться в истинности усвоенных ими на теоретических занятиях знаний, приобрести умения и навыки использования оборудования, научиться измерять, вычислять, обрабатывать результаты и сравнивать их с уже имеющимися показаниями, проверять известные и выбирать новые пути решения задач.

Лабораторные работы по учебным дисциплинам (предметам) теоретического обучения носят как иллюстративный, так и исследовательский характер.

Иллюстративный характер проявляется в том, что обучающиеся в процессе проведения опытов воспроизводят то, что им известно из учебных занятий или учебных пособий. Исследовательский характер заключается в том, что на основании опытов обучающиеся делают самостоятельные выводы.

Основными дидактическими целями лабораторных работ могут быть:

- экспериментальное подтверждение изученных ранее теоретических положений;
- систематизация знаний на основе проведения опытов, наблюдений;
- опытная проверка формул, расчетов;
- ознакомление с методикой проведения экспериментов;
- овладение техникой эксперимента, способами решения практических задач путем постановки опыта;
- анализ чертежей деталей и определение отсутствующих исходных данных;
- изучение устройства машин, приборов, инструментов, аппаратов на основе чертежей и схем;
- изучение устройства, работы и характеристик приборов, аппаратов и другого оборудования;
- выбор способов обработки в зависимости от исходных данных.

В соответствии с дидактическими целями определяется и содержание лабораторных работ:

- установление и изучение свойств вещества, его качественных характеристик, количественных зависимостей;
- наблюдение и изучение явлений и процессов, поиск закономерностей;
- экспериментальная проверка расчетов, формул;
- получение новых веществ, материалов, образцов, исследование их свойств;
- изучение сущности физических и химических явлений, лежащих в основе технологических процессов, и их закономерностей.

При проведении лабораторных работ у обучающихся формируются профессиональные умения и навыки использования различной аппаратуры, приборов, установок и иных технических средств, применяемых при проведении опытов.

В условиях использования уровневого подхода к разработке содержания общепрофессиональных и специальных дисциплин не только формулируется цель изучения той или иной темы, но и прогнозируется результат ее достижения.

Практическое занятие — форма учебного занятия, на котором педагог организует детальное рассмотрение обучающимися отдельных теоретических положений учебной дисциплины и создает условия для формирования умений и навыков их практического применения путем организации выполнения заданий. В структуре данного занятия доминирует самостоятельная работа обучающихся. Такая форма дает возможность обучающимся под руководством и по заданию преподавателя выполнить одну или несколько *практических работ*.

Дидактической целью практических работ может быть формирование практических умений, необходимых для овладения последующим учебным материалом. Так, на практических занятиях по черчению обучающиеся

овладевают умениями построения чертежей, необходимыми для выполнения различных графических работ по специальным дисциплинам, курсовому и дипломному проектированию.

В ходе проведения практической работы преследуется цель научить рассчитывать, разрабатывать, проектировать, организовывать, давать сравнительную характеристику, решать проблемные ситуации, осуществлять поиск неисправностей, ремонт, регулировку и т. п. На практических занятиях может быть организована как индивидуальная, так и коллективная работа обучающихся.

Значимую роль практические работы играют при изучении специальных дисциплин, содержание которых направлено на формирование профессиональных умений.

В ходе практических работ обучающиеся должны:

- научиться пользоваться измерительными приборами, аппаратурой, инструментами;
- научиться работать с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками;
- составлять техническую документацию;
- выполнять чертежи, схемы, таблицы;
- решать разного рода задачи;
- выполнять вычисления, расчеты;
- определять характеристики различных веществ, предметов, явлений;
- анализировать процессы, состояния, явления;
- намечать конкретные пути решения той или иной практической задачи.

При этом могут широко использоваться анализ производственных ситуаций, решение производственных задач, деловые игры.

Перечисленные выше умения могут формироваться в процессе:

- принятия управленческих решений;
- составления и анализа формул, уравнений, реакций;
- разработки технологической документации;
- составления технологических маршрутов по чертежу;
- упражнений в работе на различных машинах, аппаратах, приспособлениях, с измерительными инструментами;
- подготовки к работе, обслуживания техники;
- конструирования по заданной схеме;
- сборки и демонтажа механизмов, изготовления моделей заготовок;
- выбора инструментов по характеру выполняемых заданий и работы с ними;
- диагностики качества различных веществ, изделий;
- сборки схем и включения в сеть электродвигателей и других устройств;
- формирования умения наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков и т. п.;

- выбора способов и осуществления закрепления деталей, режущих инструментов;
- диагностики неисправностей, регулировки, наладки, настройки различных технических объектов, изучения способов их обслуживания;
- овладения методами эксплуатации агрегатов, машин, механизмов и управления ими.

Лабораторно-практические работы в профессиональном обучении занимают промежуточное положение между лабораторными и практическими работами. При их выполнении происходит закрепление и совершенствование знаний обучающихся, а также формируются определенные профессиональные умения, которые затем применяются в процессе практического обучения.

Если цель учебного занятия связана с лабораторным опытом, наблюдением и одновременно с выполнением конкретных практических работ, то такое занятие мы относим к лабораторно-практическому.

Лабораторно-практические работы предполагают овладение обучающимися навыками и умениями, необходимыми для трудовой деятельности по данной профессии, и содержат элементы исследования, анализа, расчетов и др.

Задания могут включать изучение, разборку и сборку различных узлов, составление схем и технических характеристик оборудования, проведение расчетов режима его работы. При этом может использоваться и готовая техническая документация. Проводятся лабораторно-практические работы после получения обучающимися первоначальных знаний на занятиях теоретического обучения. Они позволяют подтвердить положения, установленные на теоретических занятиях, либо проверить, насколько эти положения можно реализовать в практической деятельности.

По содержанию выделяют следующие виды лабораторно-практических работ:

- наблюдение и анализ (описание) различных производственных, технических, технологических, экономических, экологических явлений, процессов, предметов труда (свойств, материалов, сырья, конечных продуктов);
- наблюдение и анализ (описание) устройства и работы машин, механизмов, приборов, аппаратов, инструментов, программных продуктов и т. д.;
- исследование количественных и качественных зависимостей между технологическими явлениями, величинами, параметрами, характеристиками, определение (расчет) оптимальных значений этих зависимостей;
- изучение устройства контрольно-измерительных средств и способов пользования ими;
- диагностика неисправностей, регулировка, наладка, настройка различных технических объектов, программных средств и т. п., изучение способов их обслуживания.

По характеру лабораторно-практические работы подразделяются на иллюстративные и исследовательские, по способам организации - на фронтальные и нефронтальные.

Каждый преподаватель определяет количество, объем и содержание

планируемых работ, учитывая имеющееся оборудование, инструменты, а также условия учреждения образования. По мере необходимости работы дополняются новым материалом.

Подготовка обучающихся к лабораторным, практическим и лабораторно-практическим работам заключается в повторении изученного ими на теоретических занятиях учебного материала.

Если содержание лабораторных, лабораторно-практических и практических занятий принципиально различается, то методика их проведения в значительной мере близка. Структура проведения в основном сводится к следующему:

- сообщение темы и цели работы;
- актуализация теоретических знаний, которые необходимы для рациональной работы с оборудованием, осуществления эксперимента или другой практической деятельности;
- разработка алгоритма проведения эксперимента или другой практической деятельности;
- инструктаж по безопасным методам и приемам выполнения работ (по необходимости);
- ознакомление со способами фиксации полученных результатов;
- непосредственное проведение экспериментов или практических работ;
- обобщение и систематизация полученных результатов (в виде таблиц, графиков и т. п.), оформление отчета;
- анализ хода выполнения и результатов работы обучающихся, выявление ошибок и их причин;
- подведение итогов работы.

При обучении наиболее сложным профессиям целесообразно предусмотреть проведение лабораторно-практических занятий по производственному обучению. В производственном обучении лабораторно-практическое занятие включает элементы исследования и элементы упражнения как основы овладения профессиональным мастерством. Если при проведении лабораторно-практических занятий по теоретическому обучению в содержании работы выделяется элемент теоретического обучения, а приобретение практических умений остается важной, но все же подчиненной задачей, то для лабораторно-практических работ, проводимых в процессе производственного обучения, такая задача, напротив, может быть главной, а конкретизация теоретических знаний - подчиненной задачей. Иногда целесообразно проводить лабораторно-практические занятия по одной и той же теме в ходе и теоретического, и производственного обучения.

Например, темами лабораторно-практических работ в процессе производственного обучения слесарей-ремонтников могут быть:

- проверка оборудования на точность;
- испытание оборудования под нагрузкой;
- испытание оборудования на холостом ходу;
- способы измерения основных геометрических параметров типовых узлов

оборудования;

- ремонт типовых пневматических и гидравлических устройств оборудования;

- разбраковка типовых деталей оборудования;

- анализ и составление технологических карт ремонта;

- анализ и составление технологических карт слесарно-сборочных работ и т. п.

Отсюда следует, что основным критерием в определении рассматриваемой формы (организации) профессионального обучения выступает дидактическая цель. Количество же и содержание лабораторно-практических занятий, по нашему мнению, определяется требованиями к знаниям и умениям обучающихся.

В приложении 1 приводятся рекомендации по оформлению лабораторных, практических и лабораторно-практических занятий.

ИНСТРУКЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ (ПРАКТИЧЕСКИХ) РАБОТ

Педагогическую ценность представляют инструкции (инструкционные карты), разработанные для проведения лабораторных и практических работ. Обучающиеся получают возможность спланировать свою деятельность при подготовке к работе. В инструкциях (инструкционных картах) выделяют следующие разделы:

- тема, цель работы;
- задание;
- оснащение работы;
- основные теоретические сведения;
- порядок выполнения работы;
- форма отчета о работе;
- контрольные вопросы и задания;
- рекомендуемая литература.

Формулировка темы лабораторной (практической) работы должна соответствовать записи ее в учебной программе учебной дисциплины (предмета).

При формулировке цели работы необходимо кратко и лаконично определить, что нужно достичь обучающемуся при ее выполнении.

В разделе «Оснащение работы» следует указать основные позиции материально-технического обеспечения выполнения работы.

Раздел «Основные теоретические сведения» необходим обучающемуся для оперативного восстановления в памяти тех положений, которые исследуются, апробируются, отрабатываются при выполнении работы и подведении ее итогов.

В разделе «Порядок выполнения работы» формулируются четкая последовательность действий, указания по выполнению и фиксированию замеров, подготовке и настройке лабораторного оборудования, принадлежностей и инструментов, требования безопасности при выполнении работы.

Раздел «Форма отчета о работе» содержит структуру и последовательность оформления отчета, необходимые таблицы измерений, наблюдений, выполняемые расчеты, графики, диаграммы, а также заключения и выводы о результатах работы, степени реализации ее целей. В разделе «Контрольные вопросы и задания» формулируются основные вопросы и задания, на которые должен ответить или которые должен выполнить обучающийся при защите работы. Они могут быть дополнены тестовыми заданиями, которые можно предложить обучающемуся выполнить при защите работы.

Раздел «Рекомендуемая литература» содержит список учебников, учебных пособий, справочников, нормативных документов, необходимых обучающемуся для подготовки, оформления и защиты работы.

В зависимости от сложности и объема лабораторной (практической) работы выполнение необходимых расчетов и оформление отчета о работе может быть поручено обучающимся как домашнее задание в рамках подготовки к защите работы.

В приложениях 2—4 приведена примерная структура инструкций по выполнению лабораторных, практических и лабораторно-практических работ (примеры подготовлены А.В. Алесенко, АЛ. Богомья и В.Ф. Клепча).

ЛИТЕРАТУРА

- Батышев, С.Я.** Научная организация учебно-воспитательного процесса / С.Я. Батышев. 3-е изд. М., 1980.
- Ильин, М.В.** Проектирование содержания профессионального образования: теория и практика / М.В. Ильин. Минск, 2002.
- Инструктивное письмо** Министерства образования Республики Беларусь от 22.11.2011 № 04-02-14/4597/дс/2.
- Педагогика** : учеб. пособие / под ред. Ю.К. Бабанского. М., 1983.
- Педагогика** профессионального образования : учеб. пособие / Е.П. Белозерцев [и др.]; под ред. В.А. Сластенина. 4-е изд., стер. М., 2008.
- Профессиональная педагогика** : учеб. / под ред. С.Я. Батышева, А.М. Новикова. 3-е изд., перераб. М., 2010.
- Старичков, В.С.** Практикум по слесарным работам : учеб. пособие / В.С. Старичков. 3-е изд., перераб. и доп. М., 1983.
- Степаненков, Н.К.** Педагогика : учеб. пособие / Н.К. Степаненков. 2-е изд., испр. и доп. Минск, 2001.
- Устемиров, К.У.** Профессиональная педагогика: учеб. / К.У. Устемиров, Н.Р. Шаметов, И.Б. Васильев. Алматы, 2005.
- Шапоринский, С.А.** Вопросы теории производственного обучения /С.А. Шапоринский. М., 1981.
- Энциклопедия** профессионального образования : в 3 т. / под ред. С.Я. Батышева. М., 1998.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 1

Примеры формулировок целей изучения, содержания темы и прогнозируемого результата

Цель изучения темы	Содержание темы	Результат
<i>Лабораторная работа № 1</i>		
Углубить знания об избирательной пропускной способности цитоплазматической мембраны растительной клетки	Исследование избирательной пропускной способности цитоплазматической мембраны растительной клетки. Изучение явлений плазмолиза и деплазмолиза растительной клетки	Убеждается в достоверности полученных знаний об избирательной пропускной способности цитоплазматической мембраны растительной клетки
<i>Практическая работа №1</i>		
Сформировать первоначальные умения работать с определителем высших растений и определять по нему цветковые растения. Сформировать умение определять виды покрытосеменных растений	Изучение определителя высших растений и методики определения цветковых растений. Определение видов растений отдела Покрытосеменные по определителю	Работает с определителем высших растений на основе методики определения цветковых растений. Определяет виды покрытосеменных растений по определителю
<i>Практическая работа № 2</i>		
Научить осуществлять выбор наиболее рациональных транспортных средств и рассчитывать их необходимое количество	Выбор транспортных средств и расчет их необходимого количества	Обосновывает выбор наиболее рациональных транспортных средств, рассчитывает их необходимое количество
<i>Лабораторно-практическая работа № 1</i>		
Изучить строение растительной клетки экспериментальным путем. Сформировать умение работать с микроскопом. Научить анализировать формы и строение живых растительных клеток, расположенных в них органелл	Исследование растительной клетки	Убеждается в достоверности полученных знаний о строении растительной клетки. Подготавливает микроскоп к работе, использует его при изучении строения растительной клетки. Анализирует формы и строение живых растительных клеток, расположение в них органелл
<i>Лабораторно-практическая работа № 2</i>		
Изучить структуру растительных тканей экспериментальным путем. Систематизировать полученные знания о	Исследование растительных тканей	Убеждается в достоверности полученных знаний о строении растительных тканей. Анализирует анатомическое

Цель изучения темы	Содержание темы	Результат
структуре растительных тканей. Научить анализировать анатомическое строение растительных тканей в растительном организме		строение растительных тканей и устанавливает их местоположение в растительном организме

Таблица 2

Примеры формулировок целей и результатов обучения для установления уровней усвоения учебного материала

Форма организации образовательного процесса	Формулировка цели в плане учебного занятия	Формулировка цели в инструкции к лабораторной (практической) работе
ЛЗ	Систематизировать знания... Обобщить знания ... Закрепить знания ... Углубить знания ...	Убедиться в ... Удостовериться в ... Утвердиться в достоверности ... и др.
ЛПЗ	Систематизировать знания... Обобщить знания ... Закрепить знания ... Сформировать умения ... Сформировать первоначальные умения ... Научить ...	Убедиться в ... Удостовериться в ... Утвердиться в достоверности ... Научиться ... и др.
ПЗ	Сформировать первоначальные умения ... Научить ...	Научиться ... и др.

Таблица 3

Примеры формулировок целей и результатов обучения для установления уровней усвоения учебного материала

Характеристика деятельности обучающегося	Цель обучения	Результат обучения
<i>I уровень. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ</i>		
Узнавание, припоминание, общее представление различие, ориентация	Сформировать (дать) представление... Познакомить с...	Высказывает общее суждение, называет (используя очевидные признаки), различает (по очевидным признакам), распознает (по очевидным признакам), руководствуется...
<i>II уровень. ПОНИМАНИЕ</i>		
Осознание, осмысление, установление причинно-следственных связей, преобразование (трансформация) материала	Сформировать знания... Дать понятие... Сформировать понятие...	Излагает, объясняет, описывает, определяет, раскрывает, трактует, формулирует...

Характеристика деятельности обучающегося	Цель обучения	Результат обучения
(например, из словесной формы - в математическую), интерпретация знаний (истолкование, раскрытие, объяснение смысла)...		
<i>III уровень. ПРИМЕНЕНИЕ</i>		
Деятельность (интеллектуальная, практическая) в знакомой ситуации: по образцу, алгоритму, с подсказкой...	<p>Научить...</p> <p>Научить применять знания...</p> <p>Сформировать умения...</p> <p>Выработать...</p> <p>Обучить...</p> <p>Развить умения...</p> <p>Закрепить умения...</p>	<p>Анализирует, аргументирует, включает, выводит, выявляет, группирует, доказывает, дополняет, заключает (делает заключение), квалифицирует, классифицирует, комментирует, конкретизирует, обобщает, обосновывает, оперирует, отбирает, оценивает (дает оценку), распределяет, соотносит, сравнивает, устанавливает, характеризует... Апробирует, внедряет, выполняет, демонстрирует, закрепляет, извлекает, изменяет, измеряет, имитирует, использует, испытывает, налаживает, обеспечивает, организует, оформляет, планирует, проверяет, производит, разрабатывает, рассчитывает, расшифровывает, регулирует, решает, собирает, соединяет, составляет, управляет, устраняет, формирует, читает, эксплуатирует...</p>
<i>IV уровень. ТВОРЧЕСТВО (ПЕРЕНОС ОПЫТА)</i>		
Деятельность в новых условиях, перенос знаний и умений в новую ситуацию, видение новой проблемы в традиционной ситуации, видение структуры объекта, новой функции объекта в отличие от традиционной, учет альтернатив при решении проблемы, комбинирование и	<p>Научить применять знания и умения в условиях...</p> <p>Научить решать нетиповые задачи, находить пути разрешения противоречий, действовать в нестандартной (нетиповой) ситуации...</p>	<p>Видоизменяет, выделяет, импровизирует, интегрирует, интерпретирует, комбинирует, конструирует, корректирует, моделирует, модернизирует, модифицирует, обновляет, переносит, перестраивает, преобразовывает, прогнозирует, проектирует, систематизирует,</p>

Характеристика деятельности обучающегося	Цель обучения	Результат обучения
преобразование ранее известных способов деятельности при решении новой проблемы...		совершенствует, типизирует...

Учебный предмет «Материаловедение»

Инструкция
по выполнению лабораторной работы
«Определение предела прочности при растяжении
древесины вдоль волокон»

Составитель:

Обсуждена и одобрена на заседании методической комиссии.
Протокол от № _____

Лабораторная работа № _____

Тема работы: «Определение предела прочности при растяжении древесины вдоль волокон»

1. Цель работы

Изучить метод определения предела прочности при растяжении древесины вдоль волокон по ГОСТ 16483.23—73.

2. Задание

Испытать образец на растяжение, определить предел прочности при растяжении древесины вдоль волокон.

3. Оснащение работы

Приборы, инструменты, материалы и нормативные документы: испытательная машина с клиновидными захватами; штангенциркуль с погрешностью измерения не более 0,1 мм; цилиндрические стальные пробки диаметром 9,9 мм и длиной 17 и 18 мм; стальной угольник; пила; боксы с притертыми крышками; образцы древесины установленной формы и размеров; чертеж; ГОСТ 16483.23-73.

Сделать заранее путем выкалывания заготовки для образцов древесины без перерезанных волокон. Из них изготовить образцы по форме и размерам, указанным на рисунке 1. Годичные слои в образцах должны быть перпендикулярны ширине рабочей части образцов. Переход головок в рабочую часть следует сделать плавным и строго симметричным относительно оси образца. Боковые поверхности образцов гладко выстрогать точно под угольник, а торцовые - гладко опилить. Отклонения от размеров не должны превышать по длине ± 1 мм и по толщине рабочей части - 0,5 мм.

Допускается применять образцы, состоящие из призмы сечением 4x20 мм и длиной 350 мм и из приклеенных по пласти к ее концам боковых накладок толщиной 8 мм. Прочность склеивания должна быть не меньше прочности древесины при скалывании вдоль волокон.

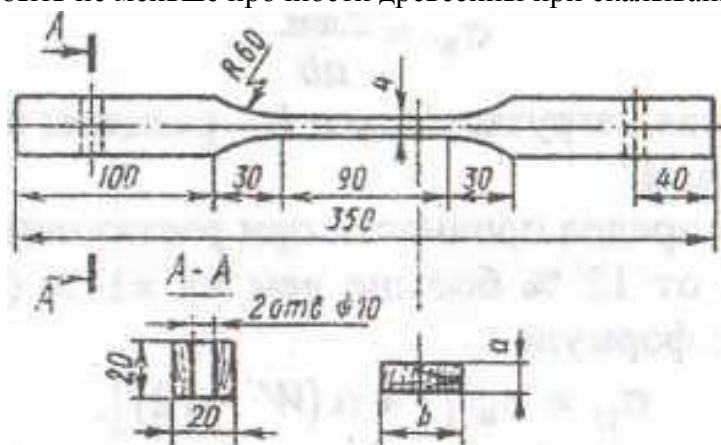


Рис. 1. Форма и размеры образца для испытания древесины на растяжение вдоль волокон

4. Основные теоретические сведения

Древесина обладает высокой прочностью при растяжении вдоль волокон. Для отдельных пород предел прочности при растяжении достигает 1000-2000 кгс/см². При испытании на растяжение сначала наблюдается незначительное удлинение образца, затем наступает разрыв древесных тканей.

5. Порядок выполнения работы

5.1. На середине длины образца измерить с погрешностью не более 0,1 мм толщину a и ширину b . Записать полученные данные в тетрадь.

5.2. Испытать образец на растяжение. Для этого сначала в обе головки образца вставить

стальные цилиндрические пробки длиной 17 мм при испытании древесины мягких пород и 18 мм при испытании древесины твердых пород. Затем строго вертикально поместить образец в испытательную машину. Головки образца зажать между рифлеными щеками машины так, чтобы части каждой головки, граничащая с закруглением, оставалась свободной на протяжении 20-25 мм, а растягивающая нагрузка совпала с продольной геометрической осью образца. Еще раз проверить правильность установки образца.

Включить электродвигатель машины. Скорость нарастания нагрузки на образец должна быть равномерной в течение всего испытания - (1500±400) кгс/мин. Довести испытание до разрушения образца. После испытания выключить электродвигатель. По шкале силоизмерителя машины отсчитать максимальную нагрузку с погрешностью до цены деления шкалы силоизмерителя. Если образец разрушился в нерабочей части, результаты испытания не учитывают

5.3. После испытания вырезать из образца пилой всю его рабочую (среднюю) часть и пробу поместить в бюкс с притертой крышкой для определения влажности древесины в момент испытания.

5.4. Вычислить с погрешностью не более 10 кгс/см² предел прочности при растяжении древесины вдоль волокон при влажности в момент испытания по формуле

$$\sigma_w = \frac{P_{\max}}{ab},$$

где P_{\max} – максимальная нагрузка, Н; a и b – размеры поперечного сечения рабочей части образца, м.

5.5. Полученный предел прочности при растяжении образца с влажностью, отличающейся от 12 % больше чем на ±1 % (в пределах от 8 до 20 %), пересчитать по формуле

$$\sigma_{12} = \sigma_w [1 + \alpha(W - 12)],$$

Где σ_w – предел прочности при растяжении образца с влажностью W в момент испытания, Па; α – поправочный коэффициент, равный 0,01 для всех пород.

Предел прочности при растяжении образца влажностью, равной или больше предела гигроскопичности (30%), пересчитывают на влажность 12% с точностью до 1МПа по формуле

$$\sigma_{12} = \sigma_w K_{30},$$

Где K_{30} – коэффициент для пересчета, равный 1,30 для хвойных пород и 1,33 для лиственных пород.

5.6. Результаты испытания древесины на растяжение вдоль волокон записать в таблицу.

Номер образца	Размеры поперечного сечения, мм		Площадь поперечного сечения, см ²	Максимальная нагрузка P_{\max} , Н	Влажность W , %	Предел прочности при растяжении древесины вдоль	
	a	b				σ_w	σ_{12}

5.7. Полученные результаты сравнить с данными таблицы физико-механических свойств древесины. Описать ход работы. Сделать эскиз образца после испытания. По характеру разрушения оценить качество древесины (волокнутое или зацепистое разрушение свидетельствует о высоком качестве древесины, а гладкое или обрывистое - о низком).

5.8. Оформить отчет по рекомендуемой форме.

6. Форма отчета о работе

Лабораторная работа №__

Номер учебной группы _____

Фамилия, инициалы обучающегося _____

Дата выполнения работы _____

Тема работы: _____

Цель работы: _____

Задание: _____

Оснащение работы: _____

Результаты выполнения работы: _____

7. Контрольные вопросы и задания

1. Охарактеризуйте основные механические свойства древесины.
2. Что называется прочностью древесины?
3. Что характеризует и как определяется предел прочности древесины на сжатие и растяжение?
4. От каких факторов зависит прочность древесины?

Рекомендуемая литература

Киреева, Ю.И. Строительные материалы / Ю.И. Киреева. Минск, 2005.

Пунтус, В.М. Материаловедение в строительстве: пособие / В.М. Пунтус. Минск, 2014

Широкий, Г.Т. Столярные, паркетные и стекольные работы. Материаловедение : учеб. пособие / Г.Т. Широкий, А.А. Шило, П.И. Юхневский. Минск, 2008.

Министерство образования Республики Беларусь Филиал «Колледж современных технологий в машиностроении и автосервисе» учреждения образования «Республиканский институт профессионального образования»

Учебный предмет «Допуски, посадки и технические измерения»

Инструкция
по выполнению практической работы
«Измерение величин углов универсальным угломером»

Минск
2016

Составитель:

Обсуждена и одобрена на заседании цикловой комиссии.
Протокол от _____ № _____

Тема учебного предмета: «Допуски и средства измерения углов и гладких конусов»

Практическая работа № ____

Тема работы: «Измерение величин углов универсальным угломером»

1. Цели работы

1. Научиться измерять углы детали.

Научиться определять соответствие углов детали требованиям размеров, указанных на чертеже.

2. Задание

Измерить величину наружного (внутреннего) угла детали универсальным угломером и сопоставить действительный размер угла с заданным по чертежу.

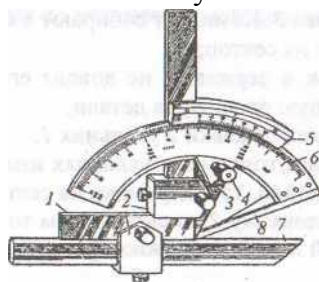
3. Оснащение работы

1. Угломер универсальный типа УН.
2. Чертеж детали.
3. Контролируемая деталь.
4. Чертежные принадлежности (карандаш, линейка и др.).
5. ГОСТ 8908-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные углы и допуски углов.

4. Основные теоретические сведения

4.1 Назначение и устройство универсального угломера

Угломером универсальным типа УН (см. рисунок) измеряют как наружные углы $0-180^\circ$, так и внутренние углы $130-180^\circ$. Основанием универсального угломера является сегмент *б* со шкалой, имеющей дугу деления 1° . На сегменте укреплена подвижная измерительная линейка *в*, а по его внешней дуге перемещается сектор *з* с нониусом *д*, имеющим величину отсчета $2''$; на секторе расположен стопор *е*. Для увеличения диапазона измерения к сектору *з* державками *ж* может присоединяться съемный угольник *и* с линейкой *к*.



Угломер универсальный

4.2. Подготовка угломера к измерению детали

Перед измерением угломер протирают чистой тканью, особенно тщательно протирают поверхности измерительных линеек.

Для сборки требуемого комплекта необходимо знать тип и величину измеряемого угла (наружный или внутренний).

4.3. Сборка комплектов угломера УН

Измерение *наружных* углов $0-50^\circ$ выполняют угломером в сборе с угольником и съемной линейкой. Комплект собирают в следующем порядке (см. рисунок):

- настраивают угломер на «0», для чего устанавливают сектор *з* вершиной угла к себе, вращают микроподачу и поворачивают основание (сегмент) *б* до совмещения нулевых штрихов шкал основания и нониуса *д*;

- надевают державку *ж* на короткую сторону угольника так, чтобы соединительные отверстия совпали, а отверстие без резьбы было сверху, затем скрепляют державку и угольник соединительным винтом;

- вставляют съемную линейку в державку, для чего вывинчивают винт зажима державки на три-четыре оборота и вводят съемную линейку *к* в державку *ж* скошенным торцом так, чтобы ее узкое ребро прилегало к стороне угольника *и*, и закрепляют линейку *к*

зажимом державки 2;

- надевают державку на сектор, берут угломер за сегмент 6 нониусом к себе, сектором 3 от себя и надевают вторую державку 2 на сектор 3 так, чтобы соединительные отверстия совпали и отверстия без резьбы были сверху, а затем скрепляют державку 2 с сектором 3 соединительным винтом;

- вставляют угольник в державку, для чего вывинчивают винт зажима державки 2 на три-четыре оборота и вводят в державку угольник 1 длинной стороной так, чтобы ее наружная (измерительная) поверхность прилегала к сектору 3, продвигают угольник до прилегания узкого ребра съемной линейки 7 без просвета к измерительной поверхности подвижной линейки 8.

В этом положении закрепляют угольник зажимом 1 в державке 2.

Измерение *наружных углов* 50-140° выполняют угломером с угольником в выдвинутом положении или со съемной линейкой 7, установленной на секторе 3 в державке 2. Комплект собирают в следующем порядке:

- надевают державку на сектор;
- вставляют угольник в державку, не доводя его вершину до острия сектора на длину, зависящую от контура детали;
- закрепляют зажимом державки 2 угольник 1.

Если короткая сторона угольника в условиях измерения не вписывается в контур измеряемой детали, то в державку на секторе вместо угольника устанавливают съемную линейку 7 со скошенным торцом от нониуса, при этом узкое ребро съемной линейки должно прилегать к измерительной поверхности сектора.

Измерение *наружных углов* 140-180° и *внутренних углов* 130-180° выполняют угломером с угольником, установленным в основное положение. Комплект собирают в следующем порядке:

- выполняют полную сборку угломера для измерения углов 0-50°;
- освобождают зажим державки 2 на угольнике 1, вывинчивают соединительный винт, скрепляющий державку 2 с угольником, и державку вместе со съемной линейкой 7 снимают с угольника.

Измерение углов 40-130° выполняют угломером без дополнительных частей.

4.4. Измерение детали

Установку угломера на деталь выполняют в следующем порядке:

- правой рукой накладывают деталь на угломер и, наблюдая «на просвет» взаимное положение поверхностей, образующих угол детали, и поверхностей линейек угломера, поворотом микроподдачи подгоняют линейки угломера до совпадения их поверхностей с поверхностями детали;
- закрепляют стопор 4 угломера и снимают деталь с угломера.

По шкалам сегмента 6 и нониуса 5 снимают показания угломера.

5. Порядок выполнения работы

- 5.1. Получить измеряемую деталь и протереть чистой тканью поверхности, образующие измеряемый угол.
- 5.2. По чертежу детали проанализировать требования к точности измеряемого угла детали: определить его номинальное значение, наибольшее и наименьшее отклонения, допуск и предельные размеры. Данные занести в таблицу 1 отчета.
- 5.3. Подготовить угломер к измерению угла детали (см. п. 4.2).
- 5.4. Собрать комплект угломера (см. п. 4.3).
- 5.5. Измерить угол детали с помощью угломера (см. п. 4.4). Повторить измерение три раза. Данные занести в таблицу 2 отчета. Подсчитать и записать среднее значение показаний.
- 5.6. Сопоставить среднее значение измеренного размера угла с его предельными размерами. Определить годность детали.
- 5.7. Оформить отчет по рекомендуемой форме.

6. Форма отчета о работе

Практическая работа № _____
 Номер учебной группы _____
 Фамилия, инициалы обучающегося _____
 Дата выполнения работы _____
 Тема работы : _____
 Цель работы: _____
 Задание: _____
 Оснащение работы: _____
 Результаты выполнения работы: _____

Таблица 1

Размер угла по чертежу α , град.	Номинальное значение угла α , град.	Предельные отклонения угла, мин		Допуск угла AT_α , мин	Предельные размеры угла, град.	
		наибольшее	наименьшее		α_{\max}	α_{\min}

$AT_\alpha = \dots$

$\alpha_{\max} = \dots$

$\alpha_{\min} = \dots$

Таблица 2

Действительное значение угла, град.			Среднее значение $\alpha_{\text{отсч.ср}}$, град.	Предельные размеры угла, град.	
$\alpha_{\text{отсч1}}$	$\alpha_{\text{отсч2}}$	$\alpha_{\text{отсч3}}$		α_{\max}	α_{\min}

$\alpha_{\text{отсч.ср}} = \dots$

Заключение о годности детали: _____

Вывод: _____

7. Контрольные вопросы и задания (фрагмент)

1. Назовите единицы измерения углов.
2. Поясните, каким инструментом выполняется контроль углов деталей в машиностроении.
3. Объясните назначение и правила пользования угломером типа УН.
4. Изложите порядок определения допуска угла, наибольшего и наименьшего отклонения угла, предельных размеров угла.
5. Объясните, как определяется на угломерах с нониусом количество минут.
6. Поясните, как производится проверка нулевого положения угломера типа УН.

Рекомендуемая литература

- Ганевский, Г.М.** Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении / Г.М. Ганевский. М., 2002.
Завистовский, В.Э. Допуски, посадки и технические измерения / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. 2-е изд., испр. Минск, 2016.
Зайцев, С.А. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении / С.А. Зайцев, А.Д. Куранов, А.Н. Толстов. М., 2005.

Министерство образования Республики Беларусь
Филиал учреждения образования «Белорусский государственный технологический
университет» «Витебский государственный технологический колледж»
Учебная дисциплина «Электротехника»

Инструкция
по выполнению лабораторно-практической работы
«Исследование электрических цепей постоянного тока при различном
соединении резисторов»

Витебск
2016

Составитель: _____

Обсуждена и одобрена на заседании методической комиссии
Протокол от _____ № _____

Лабораторно-практическая работа № _____

Тема работы: «Исследование электрических цепей постоянного тока при различном соединении резисторов»

1. Цель работы

Убедиться в достоверности законов Ома и Кирхгофа в процессе экспериментального исследования и при расчете электрических цепей постоянного тока.

2. Задание

Собрать электрические цепи последовательного, параллельного и смешанного соединения резисторов, произвести измерения силы тока и напряжения при изменении сопротивлений резисторов, выполнить необходимые расчеты и проверить справедливость законов Ома и Кирхгофа.

3. Оснащение работы

1. Источники постоянного тока.
2. Реостат ползунковый лабораторный.
3. Амперметр магнитоэлектрической системы до 5 А.
4. Вольтметр магнитоэлектрической системы многопредельный.
5. Провода соединительные с наконечниками.

4. Основные теоретические сведения

В работе используются резисторы в виде лабораторных реостатов, в которых электрическая энергия преобразуется в тепловую.

Электрические цепи могут состоять из нескольких отдельных участков, соединенных между собой, каждый из которых характеризуется электрическим сопротивлением.

Резистор - это структурный элемент электрической цепи, основное назначение которого - оказывать известное (номинальное) сопротивление электрическому току, например для регулирования значений тока и напряжения. В электроустановках резисторы применяются в качестве нагрузочных и пускорегулирующих реостатов, добавочных сопротивлений к некоторым электроприемникам, электроизмерительным приборам и т. д. Электрические цепи и их участки могут состоять из электроприемников или резисторов, соединенных между собой последовательно, параллельно и смешанно. При расчетах таких цепей руководствуются законами Ома и Кирхгофа.

Сопротивление каждого участка цепи определяется по закону Ома:

$$R = \frac{U}{I}.$$

Сопротивление всей цепи рассчитывается по формуле

$$R_{\text{об.расч}} = \frac{U_{\text{об}}}{I}$$

Эквивалентное сопротивление всей цепи при последовательном соединении (рис. 1) определяется по формуле

$$R_{\text{экв}} = R_1 + R_2 + R_3.$$

Рис. 1. Последовательное соединение резисторов

Общее напряжение определяется по формуле

$$U_{\text{об.расч}} = U_1 + U_2 + U_3.$$

Полученные расчетные значения $R_{\text{экв}}$ и $U_{\text{об.расч}}$ должны совпадать с величинами $R_{\text{об.расч}}$ и $U_{\text{об.}}$. Небольшое различие может быть вследствие погрешностей при измерениях.

При параллельном соединении резисторов (рис. 2) проверяется справедливость первого закона Кирхгофа:

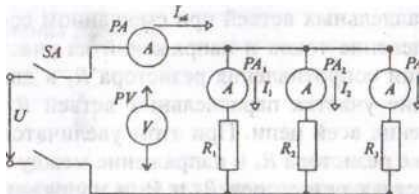


Рис. 2. Параллельное соединение резисторов

Эквивалентное сопротивление в данном случае определяется по формуле

$$R_{\text{экв}} = \frac{R_1 R_2 R_3}{(R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3)},$$

вытекающей из формулы для определения общей проводимости как суммы проводимостей участков цепи

$$\frac{1}{R_{\text{экв}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Эквивалентное сопротивление можно также определить по закону Ома:

$$R_{\text{экв}} = \frac{U}{I_{\text{об}}}.$$

Оба значения должны совпадать.

Токи в ветвях обратно пропорциональны их сопротивлениям:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}; \frac{I_2}{I_3} = \frac{R_3}{R_2} \text{ и т. д.}$$

Резистор R_4 при смешанном соединении (рис. 3) должен иметь наименьшее сопротивление не ниже 20 Ом (если питание схемы от источника напряжением выше 24 В), чтобы ограничить силу тока в нем, а также общий ток в цепи до 5 А в процессе уменьшения значений сопротивления в параллельных ветвях (R_1 , R_2 и R_3).

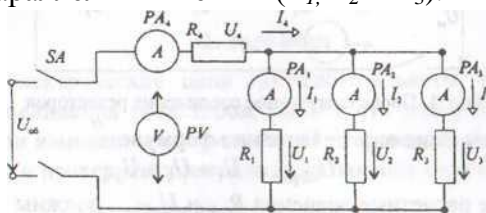


Рис. 3. Смешанное соединение резисторов

Эквивалентное сопротивление вычисляется по формуле

$$R_{\text{экв}} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3} + R_4.$$

В отчете следует указать, как влияет изменение величины одного из сопротивлений параллельных ветвей при смешанном соединении резисторов на перераспределение токов и напряжений на участках цепи. Например, при уменьшении сопротивления резистора R_1 в два раза уменьшатся общее сопротивление участка параллельных ветвей R_1, R_2, R_3 и эквивалентное сопротивление всей цепи. При этом увеличатся значение общего тока, тока на участке резистора R_4 и напряжение между его выводами, в то время как токи в ветвях резисторов R_2 и R_3 и напряжение на их выводах уменьшатся (напряжение источника питания не изменяется).

Таким образом, в данной лабораторно-практической работе проверяется справедливость законов Ома и Кирхгофа.

5. Порядок выполнения работы

А. Последовательное соединение резисторов

- 5.1. Собрать электрическую цепь по схеме (см. рис.1) и представить ее для проверки. Установить движки реостатов в положение наибольших сопротивлений. Включить питание.
- 5.2. Изменяя значения сопротивлений резисторов так, чтобы ток в цепи не превышал 5 А, для двух-трех случаев измерить вольтметром напряжение на каждом из трех участков цепи и общее напряжение. Показания приборов записать в таблицу 1 отчета о работе. Выполнить расчеты.

Б. Параллельное соединение резисторов

- 5.3. Собрать электрическую цепь по схеме (см. рис. 2).
- 5.4. Изменяя значения сопротивлений резисторов так, чтобы общий ток в цепи не превышал 5 А, снять показания амперметров и вольтметра для трех случаев. Показания приборов записать в таблицу 2 отчета о работе. Выполнить расчеты.

В. Смешанное соединение резисторов

- 5.5. Используя все четыре реостата, собрать электрическую цепь по схеме (см. рис. 3).
- 5.6. Изменяя значения сопротивлений резисторов (за исключением сопротивления которого должно быть не менее 20 Ом), для трех случаев записать в таблицу 3 отчета о работе показания амперметров и вольтметра. Выполнить расчеты.

6. Форма отчета о работе

Лабораторно-практическая работа №

Номер учебной группы _____

Фамилия, инициалы обучающегося _____

Дата выполнения работы _____

Тема работы: _____

Цель работы: _____

Задание: _____

Оснащение работы: _____

Результаты выполнения работы:

Таблица 1

Исследование последовательного соединения резисторов

Измерено					Вычислено					
I, A	U_1, B	U_2, B	U_3, B	$U_{об}, B$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_{э\text{кв}}, Ом$	$R_{обр\text{расч}}, Ом$	$U_{обр\text{расч}}, B$

Электрическая схема

Расчеты: _____

Вывод: _____

Таблица 2

Исследование параллельного соединения резистора

Измерено					Вычислено					
I_1, A	I_2, A	I_3, A	$I_{об}, A$	U, B	$I_{обр\text{расч}}, A$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_{э\text{кв}}, Ом$	$R_{обр\text{расч}}, Ом$

Электрическая схема

Расчеты: _____

Вывод: _____

Таблица 3

Исследование смешанного соединения резисторов

Измерено									Вычислено					
I_1, A	I_2, A	I_3, A	$I_4 = I_{об}, A$	U_1, B	U_2, B	U_3, B	U_4, B	$U_{об}, B$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_4, Ом$	$R_{э\text{кв}}, Ом$	$R_{обр\text{расч}}, Ом$

Электрическая схема

Расчеты: _____

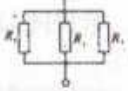
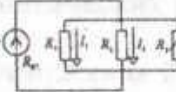
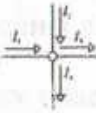
Вывод: _____

7. Контрольные вопросы и задания

1. Раскройте сущность понятия «резистор».
2. Что такое сопротивление проводника? Объясните.
3. Опишите виды соединения резисторов.
4. Раскройте сущность параллельного соединения резисторов в электрических цепях.

5. Произведите расчет эквивалентного сопротивления при параллельном соединении резисторов.
6. Раскройте сущность последовательного соединения резисторов в электрических цепях.
7. Произведите расчет эквивалентного сопротивления при последовательном соединении резисторов.
8. Сформулируйте законы Кирхгофа. Запишите формулы.
9. Сформулируйте закон Ома для участка цепи. Запишите формулу.
10. Запишите формулы для определения сопротивления электрической цепи: 1) при последовательном; 2) параллельном соединении n резисторов с одинаковыми сопротивлениями.
11. Выполните тестовые задания (карточка 1-2).

Карточка 1

<p>Как изменится напряжение на параллельном разветвлении, подключенном к источнику с $R_{вн} \neq 0$, если число ветвей увеличить?</p> 	<p>Не изменится</p> <p>Увеличится</p> <p>Уменьшится</p>
<p>Каким должно быть сопротивление вольтметра, чтобы он не влиял на режим работы цепи?</p> 	<p>$R_v = 0$</p> <p>$R_v \gg R_{вн}$</p> <p>$R_v = R_{вн}$</p>
<p>Определите эквивалентное сопротивление цепи, если $R_1 = 4 \text{ Ом}$; $R_2 = 2 \text{ Ом}$; $R_3 = 3 \text{ Ом}$.</p> 	<p>$R_{эк} = 1,1 \text{ Ом}$</p> <p>$R_{эк} = 0,9 \text{ Ом}$</p> <p>$R_{эк} = 2,7 \text{ Ом}$</p>
<p>Как изменятся токи I_1 и I_2, если сопротивление R_3 уменьшится?</p> 	<p>Увеличатся</p> <p>Уменьшатся</p> <p>Не изменятся</p>
<p>Какое из приведенных уравнений не соответствует рисунку?</p> 	<p>$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$</p> <p>$I_1 + I_1 - I_1 - I_1 = 0$</p> <p>$I_3 + I_4 - I_1 - I_2 = 0$</p> <p>$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0$</p>

Карточка 2

<p>В приведенной схеме сопротивление R_3 увеличилось. Как изменится напряжение на других участках цепи, если напряжение $U = \text{const}$?</p> 	<p>Не изменится</p> <p>Уменьшится</p> <p>Увеличится</p>
<p>Как изменится напряжение на участке R_2 и R_3 при замыкании ключа К ($U = \text{const}$)?</p> 	<p>Уменьшится</p> <p>Увеличится</p> <p>Не изменится</p>
<p>Дано: $R_1 = 10 \text{ Ом}$; $R_2 = 20 \text{ Ом}$; $R_3 = 70 \text{ Ом}$; $U = 100 \text{ В}$. Сопротивления цепи зависят на $R_1 = 20 \text{ кОм}$; $R_2 = 40 \text{ кОм}$; $R_3 = 140 \text{ кОм}$ ($U = \text{const}$). Как изменится напряжение на участках цепи?</p> 	<p>Увеличится</p> <p>Не изменится</p> <p>Уменьшится</p>
<p>Каким должно быть сопротивление амперметра R_A, чтобы он не влиял на режим работы цепи?</p> 	<p>$R_A \gg R_1 + R_2$</p> <p>$R_A = R_1 + R_2$</p> <p>$R_A \ll R_1 + R_2$</p>

Рекомендуемая литература

- Артанова, В.А.** Электротехника. Рабочая тетрадь: пособие / В.А. Артанова. Минск, 2015.
- Захаревич, А.А.** Электротехника: учеб. пособие / А.А. Захаревич. Минск, 2012.
- Иванов, И.И.** Электротехника : учеб. / И.И. Иванов, Г.И. Соловьев, В.С. Равдоник. СПб., 2005.
- Китунович, Ф.Г.** Электротехника: учеб. пособие / Ф.Г. Китунович, В.Д. Зинчук. Минск, 2004.
- Клепча, В.Ф.** Электротехника. Лабораторный практикум : учеб. пособие / В.Ф. Клепча. 2-е изд. Минск, 2016.
- Мурзин, Ю.М.** Электротехника: учеб. пособие / Ю.М. Мурзин, Ю.И. Волков. СПб., 2007