

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗНАНИЙ

сборник учебно-методических материалов

для направления подготовки

03.03.02 – Физика

Благовещенск 2021

Составитель: Верхотурова И.В.

Метрология и основы инженерных знаний: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 03.03.02.– Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2021.

© Амурский государственный университет, 2021

© Кафедра физики, 2021

© Верхотурова И.В., составление

ВВЕДЕНИЕ

Для бакалавров сформированные знания в области метрологии и основ инженерных знаний подготовят их к научно-исследовательской деятельности, связанной с анализом научно-технической и конструкторской информации, с подготовкой, проведением и обработкой результатов исследований в профессиональной деятельности.

Для формирования умений и навыков в учебной программе дисциплины предусмотрены лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также самостоятельная работа студентов, роль которой в настоящее время в системе высшего образования значительно возросла и является формой самообразования.

В процессе обучения происходит закрепление и систематизация знаний, углубление теоретических знаний, развитие умений работать с различными источниками информации и как результат – освоения основных компетенций.

1 КРАТКИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Общие рекомендации по организации работы на лекции

В высшем учебном заведении лекция является важной формой учебного процесса и представляет собой в основном устное систематическое и последовательное изложение материала по какой-либо проблеме, методу, теме вопроса и т. д.

Основные функции, которые осуществляет вузовская лекция – это информативная, ориентирующая и стимулирующая, методологическая, развивающая и воспитывающая, поскольку на лекции студенты получают глубокие и разносторонние знания, развивают свои творческие способности.

Лекции могут быть вводными, обзорными, тематическими (лекции по изучению нового материала), итоговыми.

Вводные лекции подготавливают студента к восприятию данной дисциплины (физики) или ее раздела. На вводной лекции излагаются цели и задачи дисциплины, ее актуальность, практическая значимость, методы научного исследования и т.д. для того, чтобы дать целостное представление о дисциплине и вызывать интерес к предмету.

Тематические лекции посвящены глубоко осмысленному и методически подготовленному систематическому изложению содержания курса (дисциплины).

Итоговая лекция содержит основные идеи и выводы по курсу, выводы о достижении поставленных учебных целей.

На обзорных лекциях рассматриваются наиболее сложные, проблемные вопросы курса или новейшие достижения в данной области, что позволит установить взаимосвязь учебного материала с производством и новейшими научными достижениями.

Подготовка к самостоятельной работе над лекционным материалом должна начинаться на самой лекции. На лекции студент должен совместить два момента:

внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись. И как бы внимательно студент не слушал лекцию, большая часть информации вскоре после восприятия будет забыта. Поэтому при изучении дисциплины студентам рекомендуется составлять подробный конспект лекций, так как это обеспечивает полноценную систематизацию и структурирование материала, подлежащего изучению. Конспект лекций должен отражать специфику данного курса, которая состоит в обобщении физической теории, рассматривающей процессы обмена энергией в макроскопических системах, на случай сложных, полифункциональных систем.

Очень важным является умение правильно конспектировать лекционный материал и работать с ним. Ниже приведены *рекомендации по конспектированию лекций и дальнейшей работе с записями*.

1. Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Возможно ее сочетание с записями по практическим занятиям, иллюстрирующим применение теоретических законов и соотношений в решении практических задач.

2. Конспект должен легко восприниматься зрительно (чтобы максимально использовать «зрительную» память), поэтому он должен быть аккуратным. Выделяйте заголовки, отделите один вопрос от другого, соблюдайте абзацы, подчеркните термины.

3. При прослушивании лекции обращайтесь внимание на интонацию лектора и вводные слова «таким образом», «итак», «необходимо отметить» и т.п., которыми он акцентирует наиболее важные моменты. Не забывайте пометать это при конспектировании.

4. Не пытайтесь записывать каждое слово лектора, иначе потеряете основную нить изложения и начнете писать автоматически, не вникая в смысл. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Техника прочтения лекций преподавателем такова, что он повторяет свою мысль два-три раза. Постарайтесь вначале понять ее, а затем записать, используя сокращения.

Конспектируйте только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов.

Старайтесь отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Научитесь в процессе лекции разбивать текст на смысловые части и заменять их содержание короткими фразами и формулировками. Более подробно записывайте основную информацию и кратко – дополнительную.

5. По возможности записи ведите своими словами, своими формулировками. Используйте общепринятую в данном разделе физики аббревиатуру и систему сокращений. Придумайте собственную систему сокращений, аббревиатур и символов, удобную только вам (но не забудьте сделать словарь, иначе существует угроза не расшифровать текст). Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

6. Конспектируя лекцию, надо оставлять поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места. Полезно после каждой лекции оставлять одну страницу свободной, она потребуется при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи, графики, схемы, и т.п.

7. После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Насколько эффективно студент это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать. В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать опорные конспекты, учебники и учебные пособия.

1.2 Краткое содержание курса лекций

Тема 1. Основы научного познания

Наука – сфера исследовательской деятельности, направленная на получение новых знаний о природе, обществе и мышлении.

По предмету и методу познания можно выделить науки о природе - естествознание, и обществе - обществознание (гуманитарные, социальные науки), о познании, мышлении (логика, гносеология и др.).

Отдельную группу составляют технические науки.

Очень своеобразной наукой является современная математика.

В структуре научного знания выделяют три уровня: эмпирический, теоретический и метатеоретический.

Методология науки - это учение о методах, формах и внутренних механизмах научного познания.

Методы научного познания классифицируются по формальным признакам: общелогические методы, которые используются как на эмпирическом, так и на теоретическом уровнях, и по содержательным аспектам - методы эмпирического и теоретического исследования.

Научные исследования классифицируются:

- по видам связи с общественным производством,
- целевому назначению,
- степени важности для народного хозяйства,
- источникам финансирования.

Любое научное исследование следует начинать с выбора цели.

Цель научного исследования — всестороннее, достоверное изучение объекта, процесса или явления; их структуры, связей и отношений на основе разработанных в науке методов познания, а также получение и внедрение в практику рекомендаций результатов и выводов.

Тема 2. Научно-техническая информация

Все научные документы подразделяются на:

- первичные,
- вторичные.

Источник научно-технической информации - периодические издания, выходящие через определенные промежутки времени постоянно для каждого года числом номеров (газеты, журналы, сборники научных трудов институтов, вузов, научных обществ, публикуемых без строгой периодичности под общим заглавием «Труды», «Ученые записки», «Известия» и др.)

Потоки научно-технической информации разделяются на две основных составляющих:

- первая предназначена для научного сообщества, в среде которого на базе предыдущих достижений генерируются новые знания, зарождаются новые научные идеи и открытия,
- вторая необходима при переходе от научных достижений к производству новой продукции и процессам конструирования, изготовления, маркетинга и распределения этой продукции.

Государственная система научно-технической информации (ГСНТИ) - совокупность информационных центров и научно-технических библиотек, специализирующихся на сборе и обработке НТИ и взаимодействующих между собой с учетом принятых на себя системных обязательств.

Тема 3. Единая система конструкторской документации

Необходимость применения чертежей в современном производстве. Определение чертежа. Информация, которую дает чертеж об изображаемом предмете (особенности его изготовления, материал, из которого он изготовлен, сведения о контроле, испытаниях, приемке и т.д.) Некоторые сведения из истории возникновения чертежа.

Источники научно – технической информации, работа с ними. Необходимость введения единой системы конструкторской документации, содержащей правила и нормы машиностроительного черчения в виде общегосударственных стандартов на чертежи. ЕСКД как комплекс стандартов, устанавливающих правила выполнения, оформления и обращения конструкторской документации.

Основное назначение ЕСКД – установление в организациях и на предприятиях единых правил, обеспечивающих:

- возможность взаимообмена конструкторскими документами между организациями и предприятиями без их переоформления;

- стабилизацию комплектности, исключающую дублирование и разработку не требуемых производству документов;
- возможность расширения унификации при конструкторской разработке проектов промышленных изделий;
- упрощение форм конструкторских документов и графических изображений, снижающее трудоемкость проектно – конструкторских разработок промышленных изделий;
- механизацию и автоматизацию обработки технических документов и содержащейся в них информации;
- улучшение условий технической подготовки производства;
- улучшение условий эксплуатации промышленных изделий;
- оперативную подготовку документации для быстрой переналадки действующего производства.

Понятие «Отраслевой стандарт» (ОСТ) и «Стандарт предприятия» (СТП)

Тема 4. Виды изделий и их структура

Понятие изделия (Любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии)

Классификация изделий в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей:

- не специфированные, т.е. детали не имеющие составных частей;
- специфированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты.) – состоящие из 2 и более частей.

Определение детали, сборочной единицы, комплекса, комплекта.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии – изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой, завальцовкой, склеиванием, сшивкой и т.д.).

Комплекс – два и более специфированных изделия, не соединенных на предприятии – изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (автоматическая телефонная станция, бурильная установка)

Комплект – два и более изделия, не соединенные на предприятии – изготовителе сборочными операциями и представляющие набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (комплект запасных частей, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т.д.)

Тема 5. Правила оформления чертежей и изображения на чертежах

Перечень стандартов, устанавливающих правила оформления чертежей.

Форматы, применяемые при оформлении чертежей. Основные форматы и дополнительные. Размеры формата. Расположение формата. Основные надписи и их расположение на форматах. Оформление поля чертежа.

Написание букв и цифр на чертежах. Номера шрифтов.

Типы линий, применяемых при оформлении чертежей (назначение сплошной основной линии, сплошной тонкой, сплошной волнистой, штриховой, штрих – пунктирный).

Правила нанесения материала на чертежах. Обозначение на чертежах металлов и твердых сплавов, не металлических изделий (пластмасса, фарфор, резина, эбонит и т.д.), древесины, фанеры, бетона армированного и не армированного, стекла и др. материалов.)

Нанесение размеров на чертежах. Требование к количеству размеров, понятие установочных и присоединительных размеров, габаритных размеров. Размерные и выносные линии. Обозначение на чертежах уклона, конусности, фасок.

Масштабы применяемые при выполнении чертежей. Масштабы уменьшения и увеличения.

Классификация изображений. Определение вида: изображение, обращенное к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Виды основные и дополнительные, их расположение на чертеже. Проекционная связь между изображениями. Обозначение дополнительных видов.

Разрезы. Определение разрезов: изображение предмета, мысленно рассеченного плоскостью или несколькими плоскостями. Разрезы простые и сложные. Сложные разрезы ступенчатые. Наклонные разрезы. Местные разрезы. Их изображение и обозначение на чертежах. Ломанные разрезы. Их изображение и обозначение. Совмещение половины вида с половиной разреза.

Сечения. Определение сечения: изображение предмета полученные непосредственно в секущей плоскости. Сечения вынесенные и наложенные. Их изображение и обозначение на чертежах.

Тема 6. Разъемные и неразъемные соединения

Разъемные соединения. Резьбовые соединения. Определение резьбы: резьбовая поверхность, которая образуется при движении образующей линии по цилиндрической или конической направляющей. Определение профиля резьбы: контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ось резьбовой детали. Типы резьб (треугольные, прямоугольные, трапециевидные, упорные, круглые), область их применения в машиностроении. Обозначение резьбы на чертежах (на стержне,

в отверстии). Резьба цилиндрическая и коническая. Изображение резьбовых соединений (соединение болтом, соединение шпилькой, соединение винтом).

Соединения шпонкой. Назначение и область применения данных соединений. Виды шпонок. Изображения шпоночных соединений на чертежах.

Шлицевые соединения. Назначение и область применения данных соединений. Изображения шлицевых соединений на чертежах.

Заклепочные соединения. Их использование в конструкциях, подверженных вибрации, а также в соединениях из плохо свариваемых металлов или в соединениях металлов с неметаллическими изделиями. Изображение и обозначение заклепочных соединений на чертежах.

Соединения опрессовкой или армированием для защиты соединяемых элементов от коррозии и химического воздействия вредной среды, а также в целях экономии материала. Изображения и обозначения соединений опрессовкой на чертежах.

Соединения завальцовкой, развальцовкой и кернением. Изображения и обозначение соединений на чертежах.

Соединения пайкой. Область применения. Виды припоев и область их применения. Обозначение припоев. Изображение и обозначение паяных соединений на чертежах.

Клеевые соединения. Область их применения. Изображение и обозначение на чертежах.

Сварные соединения как наиболее распространенный вид неразъемных соединений. Определение сварки. Определение сварного шва. Виды сварных соединений в зависимости от способа и взаимного расположения детали. Непрерывные и прерывистые сварные швы. Сварные швы по замкнутому и незамкнутому контуру. Односторонняя и двусторонняя сварка. Изображение и обозначение сварных швов на чертежах.

Тема 7. Типовые детали и узлы машин. Понятие взаимозаменяемости.

Система допусков и посадок

Зубчатые передачи и область их применения. Применение зубчатых передач для преобразования передачи вращательного движения между валами с параллельными пересекающимися и скрещивающимися осями. Цилиндрические, конические и червячные передачи. Применение зубчатых передач для преобразования вращательного движения в поступательное. Ременные передачи. Понятие зубчатого колеса и шестерни. Понятие модуля зубчатой передачи, диаметра делительной окружности, окружности вершин и впадин. Изображение зубчатых колес на чертежах.

Пружины. Их назначение: служат для накопления энергии за счет упругой деформации во время действия внешней нагрузки. Классификация пружин на

винтовые (цилиндрические и конические) и не винтовые (спиральные и пластинчатые). Изображение пружин на чертежах с указанием длины развернутой пружины, числа рабочих витков и направление навивки, полного числа витков, Диаметра контрольного стержня и контрольной гильзы.

Изображение на чертежах осей, валов, подшипников, шкивов.

Расчет валов и осей на кручение и изгиб. Расчет болтовых соединений на растяжение и кручение. Расчет штифтов на срез. Расчет шпоночных соединений на смятие. Расчет зубчатых передач на контактную прочность.

Точность изготовления деталей машин и приборов. Понятие взаимозаменяемости. Взаимозаменяемость как принцип конструирования и производства деталей. Взаимозаменяемость как возможность сборки, а также замены при ремонте сопрягаемых деталей в узел или узлов в прибор или машину без дополнительной их обработки или подгонки при соблюдении требований качества и надежности этого узла или прибора. Точность изготовления деталей как степень соответствия того или иного параметра заданному значению. Определение погрешности. Полная взаимозаменяемость (когда обеспечивается взаимозаменяемость всех без исключения деталей и узлов механизма). Неполная взаимозаменяемость (взаимозаменяемость части детали или сборочных единиц механизма). Характер соединения деталей (по степени подвижности или не подвижности).

Размеры номинальные, действительные и предельные. Допустимая неточность получения размеров. Величины отклонений. Понятие допуска и посадки. Посадки переходные, с зазором или подвижные посадки, посадки с натягом. Понятие нулевой линии. Расположение полей допусков относительно нулевой линии. Понятие качества. Система вала и система отверстия.

Тема 8. Основы проектирования и конструирования

Этапы проектирования. Составление конструкторской документации. Виды и назначение машиностроительных чертежей. Чертежи изделий основного производства и чертежи изделий вспомогательного производства. Понятие эскиза. Понятие рабочего чертежа. Сборочный чертеж, как чертеж содержащий данные для сборки изделия. Чертеж общего вида, как чертеж изображающий взаимодействие основных составных частей изделия и поясняющий принцип работы изделия. Габаритные чертежи (содержащие упрощенные изображения изделия) с габаритными установочными и присоединительными размерами. Монтажные чертежи, содержащие данные необходимые для монтажа изделия на месте его применения.

Порядок составления эскизов, рабочих, сборочных чертежей, чертежей общих видов, габаритных и монтажных чертежей.

Спецификация, как текстовой документ, содержащий данные о составе изделия. Порядок составления спецификаций.

Тема 9. Теоретические и экспериментальные исследования

Цель теоретических исследований - выделение в процессе синтеза знаний существенных связей между исследуемым объектом и окружающей средой, объяснение и обобщение результатов эмпирического исследования, выявление общих закономерностей и их формализация.

Теоретические исследования включают:

- анализ физической сущности процессов, явлений;
- формулирование гипотезы исследования;
- построение (разработка) физической модели;
- проведение математического исследования;
- анализ теоретических решений;
- формулирование выводов.

Цель эксперимента – выявление свойств исследуемого объекта, проверка справедливости гипотез и на этой основе широкое и глубокое изучение темы научного исследования.

Для проведения эксперимента любого типа необходимо:

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

Тема 10. Основы метрологии

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

Основные задачи метрологии:

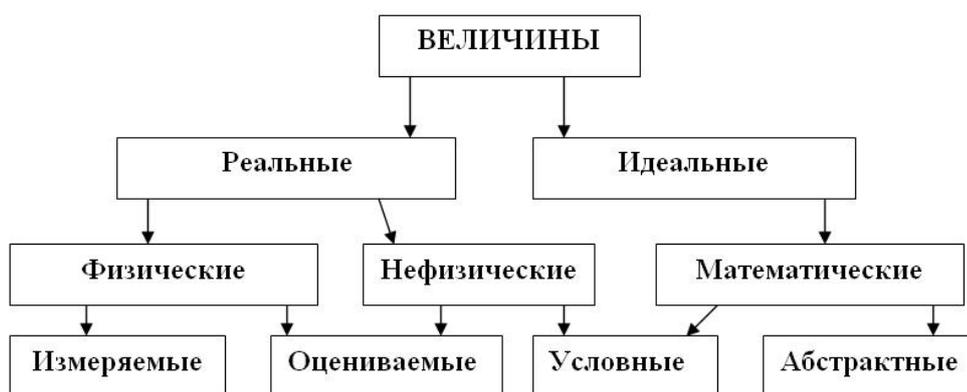
- установление единиц физических величин, государственных эталонов и образцовых средств измерений;
- разработка теории, методов и средств измерений и контроля;
- обеспечение единства измерений;
- разработка методов оценки погрешностей, состояния средств измерения и контроля;
- разработка методов передачи размеров единиц от эталонов или образцовых средств измерений рабочим средствам измерений.

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) – комплекс установленных нормативных документов межрегионального и межотраслевого уровней, устанавливающих правила, нормы, требования, направленные на достижение и поддержание единства измерения в стране.



Обычным объектом измерений являются *физические величины*, то есть какие-либо свойства физического объекта.

Однако в последнее десятилетие кроме *физических величин* начали использоваться так называемые *нефизические величины*.



Шкала физической величины – упорядоченная совокупность значений физической величины, служащая исходной основой для измерения данной величины.

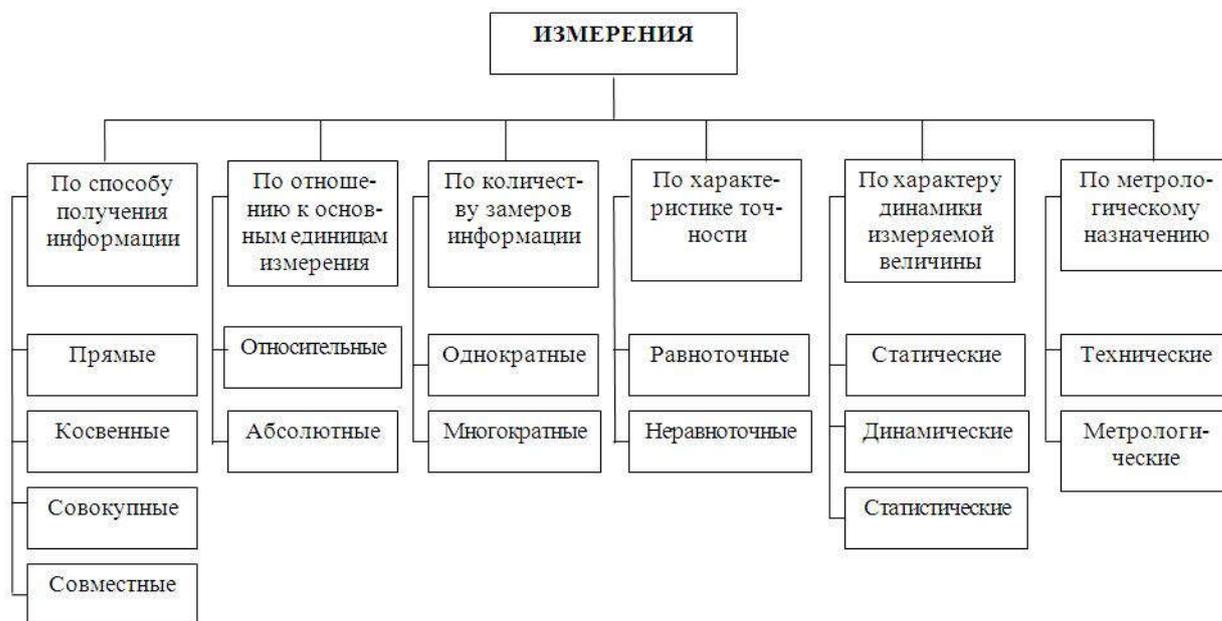


Эталон единицы величины — средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины (или кратных либо дольных значений единицы величины) с целью передачи ее размера другим средствам измерений данной величины

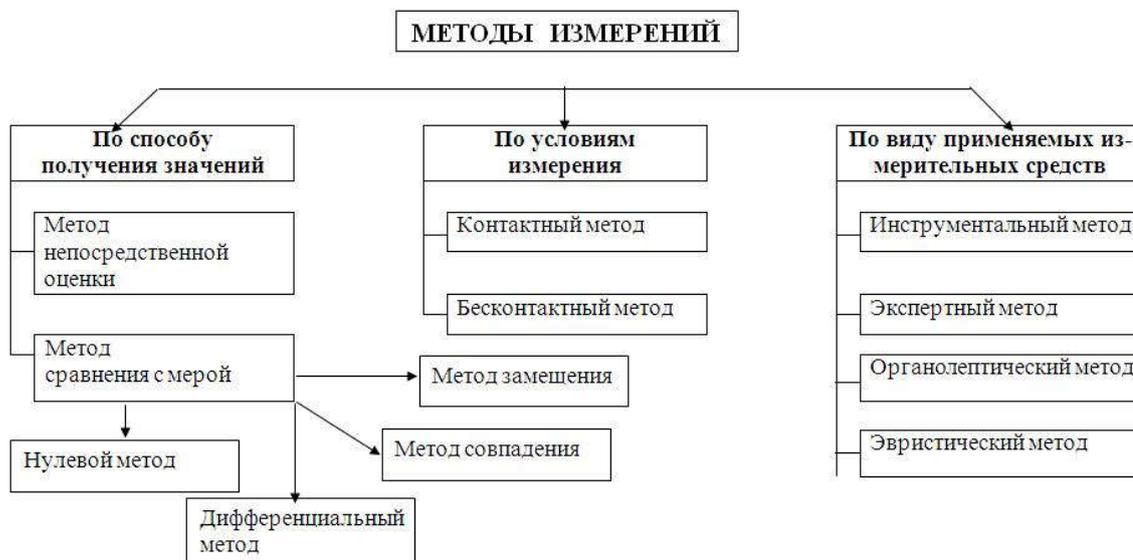
Средство измерения – это техническое средство, предназначенное для измерения, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.



Измерение физической величины – совокупность операций по применению технического средства (средства измерения), хранящего единицу физической величины, обеспечивающая нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.



Метод измерения – это прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.



Погрешность средства измерения – это разность между показанием средства измерения и истинным (действительным) значением измеряемой величины.



Неопределенность измерения — параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые можно приписать измеряемой величине.

Термины – примерные аналоги концепции неопределенности и классической теории точности

Классическая теория	Концепция неопределенности
Погрешность результата измерения	Неопределенность результата измерения
Случайная погрешность	Неопределенность, оцениваемая по тилу А
НСП	Неопределенность, оцениваемая по типу Б
СКО (стандартное отклонение) погрешности результата измерения	Стандартная неопределенность результата измерения
Доверительные границы результата измерения	Расширенная неопределенность результата измерения
Доверительная вероятность	Вероятность охвата (покрытия)
Квантиль (коэффициент) распределения погрешности	Коэффициент охвата (покрытия)

Тема 11. Математическая обработка результатов экспериментальных исследований

В метрологии существуют следующие правила.

1. Погрешность результата измерения указывается двумя значащими цифрами, если первая из них 3 или меньше, и одной - если первая цифра 4 и более. Эти правила следует соблюдать только при округлении расчетного значения погрешности.

2. Результат измерения округляется до того же десятичного разряда, которым оканчивается округленное значение абсолютной погрешности.

3. Округление производится лишь в окончательном ответе, а все предварительные вычисления проводят с одним-двумя лишними знаками.

4. Округление следует выполнять сразу до желаемого числа значащих цифр, поэтапное округление приводит к ошибкам.

Грубой погрешностью (промахом) называется погрешность, существенно превышающая значение ожидаемой погрешности при данных условиях проведения измерительного эксперимента.

Обычно грубая погрешность является следствием значительного внезапного изменения условий эксперимента:

- скачка тока источника электропитания;
- не учтенное экспериментатором изменение температуры окружающей среды (при длительном эксперименте);
- неправильный отсчет показаний из-за отвлечения внимания экспериментатора и др.

Выявление и исключение результатов, содержащих промахи обязательно.

Промахи измерения следует исключать на начальном этапе обработки результатов измерения.

Т.о. для представления результата измерения с указанием погрешности возникает задача суммирования составляющих погрешности.

При суммировании составляющих погрешности можно выделить три случая:

- 1) определение суммарной систематической погрешности;
- 2) определение суммарной случайной составляющей погрешности;
- 3) определение общей погрешности результата измерений с учетом суммарной систематической и суммарной случайной составляющих погрешности.

При определении суммарной систематической погрешности для конкретного измерения составляющие могут быть известны и по значению, и по знаку.

В этом случае реализация систематической погрешности результата $\Delta X_{\text{сист}\Sigma}$ фактически является результирующей поправкой и представляет собой алгебраическую сумму составляющих $\Delta X_{\text{сист}i}$

Составляющие систематической погрешности:

- основная погрешность средства измерений $\Theta_{\text{осн}}$.;

- погрешность отсчитывания $\Theta_{\text{отсч}}$;
- погрешность метода $\Theta_{\text{м}}$;
- погрешности, вызванные другими источниками (изменение температуры окружающей среды, изменение влажности и т.д.).

При определении суммарной случайной погрешности результата измерений при условии, что случайная погрешность вызывается несколькими причинами, а случайная погрешность, обусловленная каждой из причин в отдельности, известна и характеризуется средней квадратической погрешностью для каждой из составляющих S_i , следует пользоваться правилами теории вероятности.

В метрологии при анализе случайных погрешностей чаще применяют:

- нормальный (Гаусса),
- равномерный,
- треугольный закон (закон Симпсона),
- закон распределения Стьюдента.

В технике большинство измерений являются однократными, т.е. для получения результата измерения используется одно показание прибора.

Результат однократного измерения включает в себя все присущие ему погрешности (инструментальную, методическую, субъективную), в каждой из которых могут быть как систематические, так и случайные составляющие.

Необходимость в многократных наблюдениях некоторой физической величины возникает при наличии в процессе измерений значительных случайных погрешностей.

Данная задача может быть решена способом статистической обработки результатов многократных наблюдений, основанным на гипотезе о распределении погрешностей результатов по нормальному закону.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

2.1 Общие рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практические занятия по решению задач существенно дополняют лекции по дисциплине. В процессе анализа и решения задач студенты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать метрологические законы и формулы, разбираться видах изображения различного типов изделий, в особенностях их обозначения и изображения на чертежах.

В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой, таблицами. Решение задач не только способствует закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов, но и формирует особый стиль умственной деятельности.

Когда студенты решают задачи по определённой теме, очень важно, чтобы в результате знакомства с конкретными задачами они усвоили принципиальный подход к познанию достаточно широкого класса явлений.

На практических занятиях используются несколько видов задач и планы их решения:

- 1) задачи-упражнения, помогающие студентам приобрести твёрдые навыки расчёта и вычислений;
- 2) задания для демонстрации практического применения тех или иных законов;
- 3) задания для закрепления и контроля знаний.

Несмотря на различие в видах задач, их решение можно проводить по следующему общему плану (некоторые пункты плана могут выпадать в некоторых конкретных случаях), который надо продиктовать студентам:

- 1) прочесть внимательно условие задачи;
- 2) посмотреть, все ли термины в условиях задачи известны и понятны (если что-то неясно, следует обратиться к учебнику, просмотреть решения предыдущих задач, посоветоваться с преподавателем);
- 3) записать в сокращенном виде условие задачи (когда введены стандартные обозначения, легче вспоминать формулы, связывающие соответствующие величины, чётче видно, какие характеристики заданы, все ли они выражены в одной системе единиц и т.д.);
- 4) сделать чертёж, если это необходимо (делая чертёж, нужно стараться представить ситуацию в наиболее общем виде);
- 5) произвести анализ задачи, вскрыть её физический смысл (нужно чётко понимать, в чем будет заключаться решение задачи);
- 6) установить, какие законы и соотношения могут быть использованы при решении данной задачи;
- 7) составить уравнения, связывающие величины, которые характеризуют рассматриваемые явления с количественной стороны;
- 8) решить эти уравнения относительно неизвестных величин, получить ответ в общем виде. Прежде чем переходить к численным значениям, полезно провести анализ этого решения: он поможет вскрыть такие свойства рассматриваемого явления, которые не видны в численном ответе;
- 9) перевести количественные величины в общепринятую систему единиц (СИ), найти численный результат;
- 10) проанализировать полученный ответ, выяснить как изменяется искомая величина при изменении других величин, функцией которых она является, исследовать предельные случаи.

Приведенная последовательность действий при решении задач усваивается студентами, как правило, в ходе занятий, когда они на практике убеждаются в её целесообразности. Поэтому в конце занятия полезно подвести итог,

сформулировать найденный алгоритм рассуждений. Заметим, впрочем, что не всегда может быть предложен алгоритм решения задачи.

2.2 Примерные темы практических занятий

1. Основы научного познания.

Понятие о науке и необходимости научного подхода в профессиональной деятельности. Элементы теории и структуры научного познания. Классификация научных исследований по различным признакам. Актуальность, новизну и значимость исследования

2. Научно-техническая информация.

Основные понятия информационного научного поиска. Основные источники научной информации. Работа с научной литературой.

3. Единая система конструкторской документации.

Изучение нормативно-технической документации, используемой при проектировании технических изделий.

4. Виды изделий и их структура. Правила оформления чертежей и изображения на чертежах.

Правила оформления чертежей и изображения на чертежах, построением основных видов. Правила изображения предметов и нанесения размеров на чертеже – построение видов и простых разрезов и нанесения размеров в соответствии с ГОСТ. Получить навыки построения простых и сложных разрезов.

5. Разъёмные и неразъёмные соединения.

Изображения разъёмных и неразъёмных соединений. Понятие сборочного чертежа, чертежа общего вида, спецификации

6. Типовые детали и узлы машин. Понятие взаимозаменяемости. Система допусков и посадок.

Конструирование типовых узлов и деталей машин, техническими измерениями.

7. Основы проектирования и конструирования.

Оформлением конструкторской документации на каждом этапе проектирования.

8. Теоретические и экспериментальные исследования.

Понятия метрологического обеспечения эксперимента. Основные этапы планирования и организации процесса подготовки эксперимента

9. Основы метрологии.

Виды измерений, правила округления результатов

10. Математическая обработка результатов экспериментальных исследований.

Применение статистических методов для получения результата прямых многократных измерений. Расчёт случайной погрешности. Учёт систематических погрешностей. Представление результата измерения с учётом систематической и случайной составляющих погрешности. Косвенные измерения. Совместные измерения. Представление и интерпретация результатов измерений. Анализ результатов эксперимента и формулирование выводов

2.3 Примерные задачи по изучаемым темам

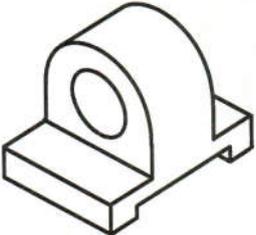
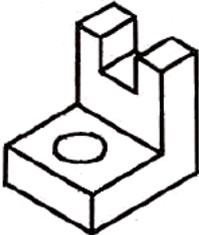
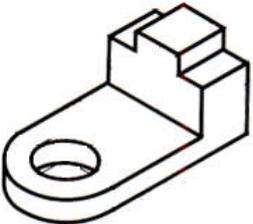
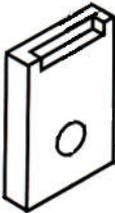
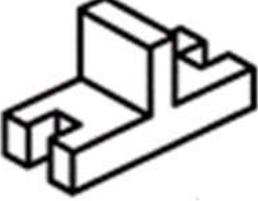
4. Виды изделий и их структура. Правила оформления чертежей и изображения на чертежах.

«Изучение и построение основных видов».

Получить основные виды предмета на шесть основных плоскостей проекций, совмещённых в одну плоскость чертежа.

Все задания индивидуальны и выбираются согласно своему варианту.

Задание выполняется на листе чертежной бумаги формата А3.

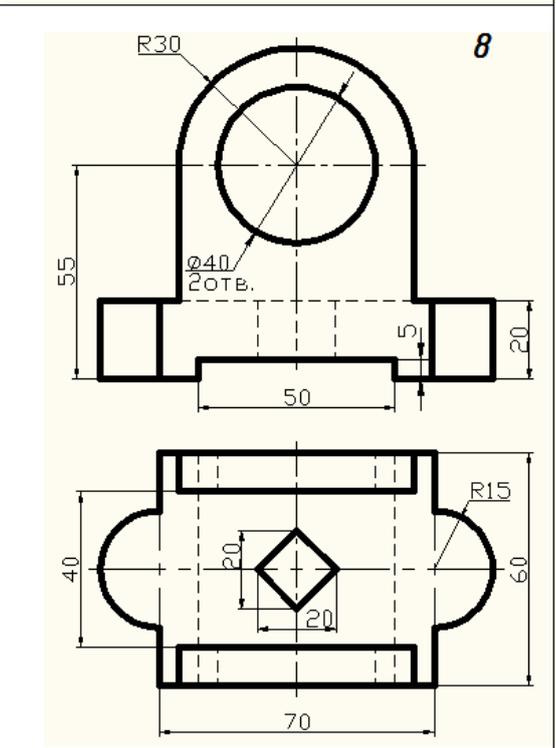
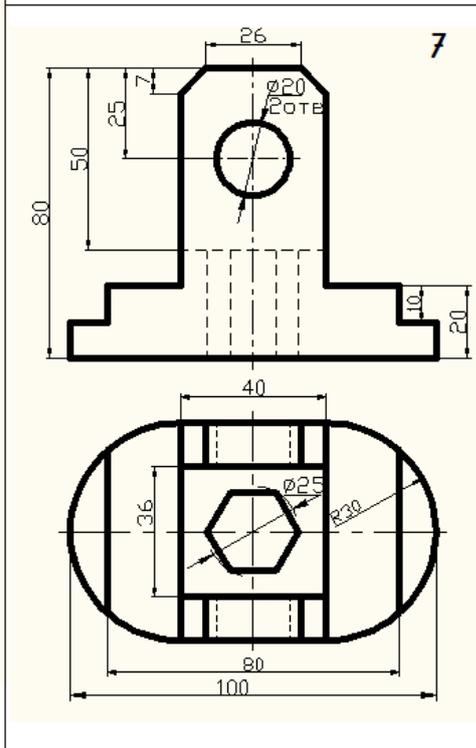
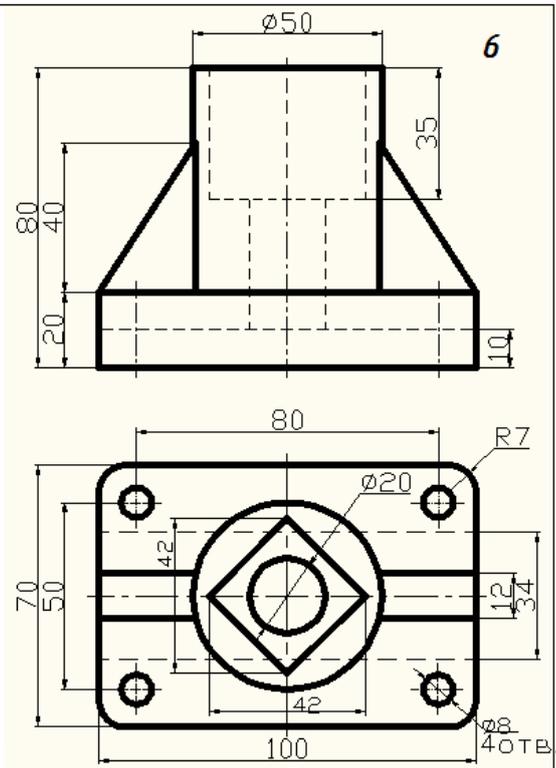
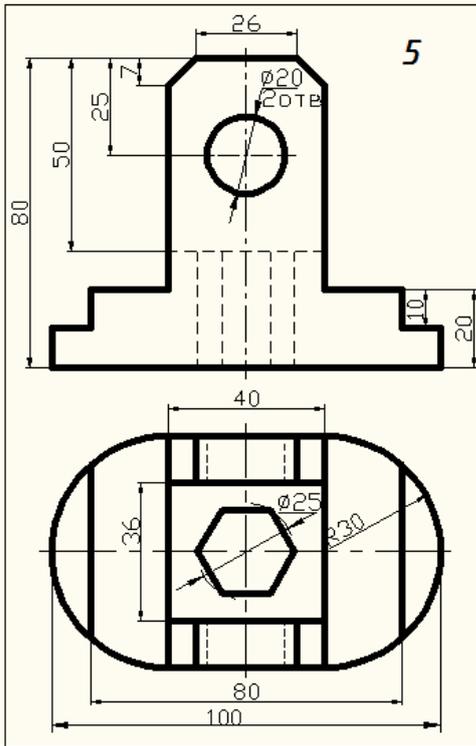
<p>Вариант 1</p> 	<p>Вариант 2</p> 
<p>Вариант 3</p> 	<p>Вариант 4</p> 
<p>Вариант 5</p> 	<p>Вариант 6</p> 

«Выполнение простого разреза с указанием размеров».

По двум заданным видам построить третий и выполнить простой разрез; нанести необходимые размеры.

Цель работы:

- изучение и практическое применение правил изображения предметов – построение видов и простых разрезов в соответствии с ГОСТ 2.305–2008;
- изучение и практическое применение правил нанесения размеров на чертеже в соответствии с ГОСТ 2.307–2011;
- получить навыки построения простых разрезов.



Во второй части задания необходимо нанести номера позиций на чертеж, т.е. оформить его как сборочный чертеж, и выполнить на формате А4 спецификацию и оформить в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Задание взять из таблицы 1.

Работа выполняется на двух листах чертежной бумаги форматов А3 (чертеж) и А4(спецификация).

Шифр в основной надписи: Ф.ОИЗ.— 03.01.000 СБ, где Ф.ОИЗ. – физика, основы инженерных знаний; 03 - № работы, 01- № варианта, 000СБ – шифр сборочного чертежа.

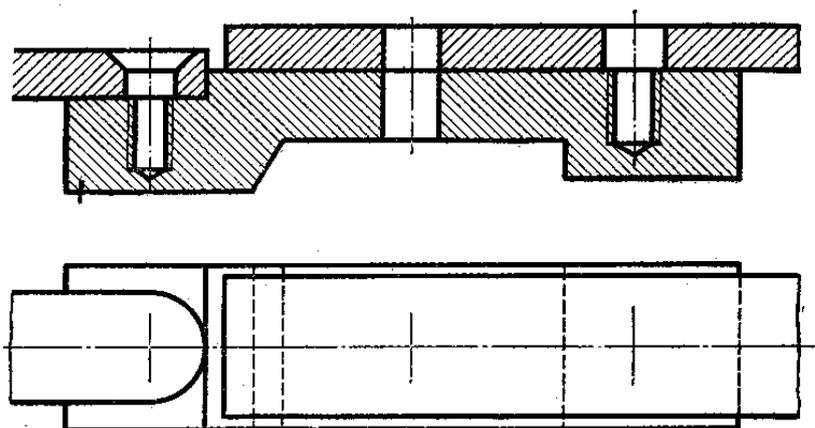
Таблица 1

Исходные данные для изображения резьбовых изделий

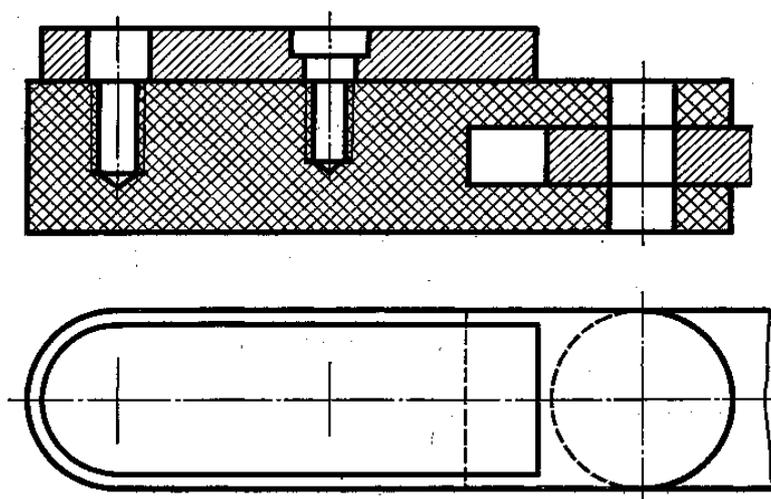
Вариант	Резьбовые изделия	ГОСТ	Диаметр резьбы изделия, мм	Материал нижней детали
1	Винт	17475–80	М 8	сталь
	Болт	7798–70	М10	
	Шпилька	22034–76	М 12	
2	Шпилька	22034–76	М 10	пластмасса
	Винт	1491–80	М 10	
	Болт	7798–70	М12	
3	Шпилька	22034–76	М 8	чугун
	Винт	1491–80	М 10	
	Болт	7798–70	М10	

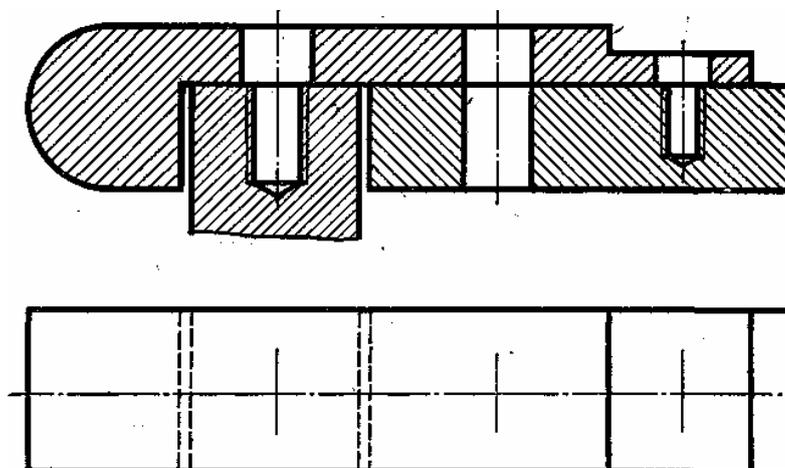
Варианты заданий «Резьбовые соединения»

B1



B2





9. Основы метрологии.

«Международная система единиц (СИ)»

1. Как выразится единица электрического напряжения (вольт, V) через основные единицы системы СИ?
2. Как выражается единица электрической емкости (фарад, Φ) через основные единицы системы СИ?
3. Размерность физической величины X записана в виде формулы размерности $\dim X = L^{-1}MT^{-2}$ через прописные буквы L, M, T, I согласно международному стандарту. Запишите выражение единиц этой величины через основные единицы системы СИ, укажите ее наименование и физическую величину, которая в ней измеряется.
4. Размерность физической величины X записана в виде формулы размерности $\dim X = L^2MT^{-2}I^{-1}$ через прописные буквы L, M, T, I согласно международному стандарту. Запишите выражение единиц этой величины через

основные единицы системы СИ, укажите ее наименование и физическую величину, которая в ней измеряется.

«Правила округления результата»

1. Определить, сколько значащих цифр содержит число.

1,105

0,00115

0,02080

2. Определить, сколько достоверных значащих цифр содержит число.

$1,234 \pm 0,003$

3. Произведите округление результата до необходимого числа значащих цифр или с учетом разряда абсолютной погрешности.

Округлить до четырех значащих цифр

165 245

165,245

Провести округление результата измерения

$235,200 \pm 0,05$

$85,6342 \pm 0,01$

4. Ответить являются ли тождественными записи результата $2,4 \cdot 10^3$ В и 2400 В

10. Математическая обработка результатов экспериментальных исследований.

«Обнаружение и оценка грубых промахов»

1. При многократном измерении напряжения электрического тока с помощью цифрового вольтметра получены значения в В: 10,38; 10,37; 10,39; 10,38; 10,39; 10,44; 10,41; 10,5; 10,45; 10,39; 11,1; 10,45.

Проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности с вероятностью $P = 0,95$.

3.1. Значения теоретического уровня значимости β_T

n	P		
	0,90	0,95	0,99
3	1,412	1,414	1,414
5	1,869	1,917	1,972
7	2,093	2,182	2,310
9	2,238	2,349	2,532
11	2,343	2,470	2,689
13	2,426	2,563	2,809
15	2,523	2,670	2,946
17	2,551	2,701	2,983
19	2,601	2,754	3,049

«Вычисление погрешностей средств измерений и их Вычисление при различных способах задания классов точности средств измерений»

1. Вольтметром со шкалой (0...100) В, имеющим абсолютную погрешность $\Delta V = 1$ В, измерены значения напряжения 0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 В. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведённой погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков.

2. Амперметром класса точности 2.0 со шкалой (0...50) А измерены значения тока 0; 5; 10; 20; 25; 30; 40; 50 А. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведённой основных погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков.

3. Оценить инструментальные погрешности измерения тока двумя магнитоэлектрическими миллиамперметрами с классами точности 0,5 и 1.0 и указать, какой из результатов получен с большей точностью, а также, могут ли показания $I_1 = 19,0$ мА и $I_2 = 18,6$ мА исправных приборов отличаться так, как задано в условии? Миллиамперметры имеют нули в начале шкалы и пределы $I_{np1} = 50$ мА и $I_{np2} = 20$ мА.

4. Записать обозначение класса точности цифрового вольтметра, если известно, что предел допускаемой погрешности при максимальном значении измеряемой величины составляет 0,01 %, а при значении, равном половине максимального, – 0,015 %.

5. Записать обозначение класса точности цифрового вольтметра, если известно, что предел допускаемой погрешности равен 0,02 % для напряжения, равного половине максимального, и 0,03 % для напряжения, равного одной трети максимального.

«Погрешности метода измерения. Однократные и Многократные равноточные измерения»

1. Для измерения ЭДС 2,5 В источника с внутренним сопротивлением $R_0 = 10$ Ом использован вольтметр с внутренним сопротивлением $R_v = 1000$ Ом. Определите абсолютную и относительную погрешности метода измерения. Нарисуйте схему измерения.

2. Электрическая цепь состоит из последовательно включенных источника ЭДС 100 мВ и резистора с сопротивлением $R = 100$ Ом (сопротивление источника тока пренебрежимо мало). Для измерения тока в цепь включен миллиамперметр с внутренним сопротивлением $R_A = 7,5$ Ом. Определите относительную и абсолютную погрешности метода измерения, вызванную включением миллиамперметра. Нарисуйте схему измерения.

3. С помощью штангенциркуля измерили диаметр цилиндра. Инструментальная погрешность штангенциркуля равна $\Delta_{и} = 0,1$ мм. В результате однократного измерения получено значение диаметра цилиндра $D = 15,6$ мм. Доверительная вероятность $\alpha = 1$. Представить результат эксперимента с учетом погрешности.

«Нахождение погрешностей косвенных измерений»

1. Расчётная зависимость косвенного метода измерений имеет вид $P = IU$. Найти предельные и среднеквадратические оценки абсолютной и относительной погрешности косвенного измерения величины P .

2. Расчётная зависимость косвенного метода измерений имеет вид $P = U^2/R$. Найти предельные и среднеквадратические оценки абсолютной и относительной погрешности косвенного измерения величины P .

3. Расчётная зависимость косвенного метода измерений имеет вид $Y = 3(a + b)c/f$. Найти предельные и среднеквадратические оценки абсолютной и относительной погрешности косвенного измерения величины Y .

4. Мощность постоянного тока P измерялась косвенным методом, путем многократных измерений напряжения U и тока I с учетом зависимости $P = UI$. Ток I и напряжение U подвергались прямым измерениям $n = 15$ раз. В процессе обработки результатов прямых измерений определены: средние арифметические значения $\bar{U} = 25,2 \text{ В}$ и $\bar{I} = 2,837 \text{ мА}$; оценки средних квадратических отклонений $\sigma_{\bar{U}} = 0,38 \text{ В}$ и $\sigma_{\bar{I}} = 0,028 \text{ мА}$. Произведена также оценка коэффициента корреляции между погрешностями измерения напряжения и тока $R_{IU} = 0,75$.

Определить случайную погрешность результата косвенного измерения с доверительной вероятностью $P_d = 0,95$ и записать результат по одной из установленных форм.

«Виды измерений. Расширение пределов измерения»

1. Отрезок проволоки длиной $l = 1 \text{ м}$ и диаметром $d = 0,1 \text{ мм}$ имеет электрическое сопротивление $R = 51 \text{ Ом}$. Из какого материала сделана проволока и к какому виду относятся эти измерения?

2. Для определения емкостей конденсаторов C_1 и C_2 они были включены последовательно, потом – параллельно. При последовательном включении был

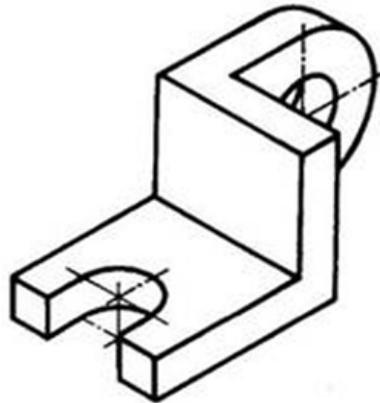
получен результат $C_{\text{нос}} = 2 \text{ мкФ}$, при параллельном – $C_{\text{нар}} = 8 \text{ мкФ}$. Чему равны емкости конденсаторов C_1 и C_2 и к какому виду относятся эти измерения?

3. При нагревании сопротивление металлического резистора определяется соотношением $R_{\Theta} = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Theta)$, где R_0 – сопротивление при $0 \text{ } ^\circ\text{C}$, α – температурный коэффициент сопротивления. Сопротивление резистора было измерено при двух температурах $\Theta_1 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$, $\Theta_2 = 100 \text{ } ^\circ\text{C}$, и были получены значения сопротивлений резистора $R_{\Theta_1} = 54,281 \text{ Ом}$ и $R_{\Theta_2} = 71,4 \text{ Ом}$. Определите параметры резистора R_0 и α , установите материал, из которого изготовлен резистор, и укажите, к какому виду относятся эти измерения?

4. Имеется милливольтметр с пределом измерения 25 мВ . Требуется использовать его как амперметр. Каким должно быть сопротивление шунта, чтобы можно было измерять этим прибором магистральный ток величиной до 10 А ?

2.4 Пример решения и оформления задачи

Задача. Получить основные виды предмета на шесть основных плоскостей проекций, совмещенных в одну плоскость чертежа.



Наибольшие относительные погрешности прибора равны:
при измерении заданного тока амперметром класса 0,5

$$\delta_1 = (\Delta I_1 / I) 100 = \pm (0,1 / 4 \cdot 100) = \pm 2,5\%;$$

при измерении заданного тока амперметром класса 1,5

$$\delta_1 = (\Delta I_2 / I) 100 = \pm (0,075 / 4 \cdot 100) = \pm 1,9\%.$$

Ответ:

Следовательно, в данном случае при измерении тока $I = 4$ А лучше использовать прибор класса 1,5 с верхним пределом измерения 5 А вместо прибора класса 0,5 с верхним пределом измерения 20 А.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Лабораторный практикум выполняется по индивидуальному графику бригадами, состоящими из 2-х студентов. График выполнения лабораторных работ формируется преподавателем в начале каждого семестра и представляется студентам на первом аудиторном занятии лабораторного практикума. Выполнение лабораторных работ предполагает значительную самостоятельную работу как на этапе предварительной подготовки к работе, так и при выполнении работы, оформлении отчета и подготовки к «защите» работы.

3.1 Подготовка к выполнению лабораторной работы

Подготовка к лабораторной работе осуществляется студентом до аудиторных занятий, в часы, отведенные на самостоятельную работу (см. пункт 4.3).

Студент обязан приходить на занятие подготовленным. Наличие «заготовки» к лабораторной работе является обязательным условием допуска студента к выполнению лабораторной работы.

Студенты, не имеющие подготовки, к выполнению лабораторной работы не допускаются.

3.2 Выполнение лабораторной работы в лаборатории

На выполнение каждой лабораторной работы отводится 4 часа аудиторного времени, в это время включается: получение допуска к работе, выполнение необходимых измерений и расчетов и «защита» работы, выполненной на предыдущем занятии.

Перед выполнением работы преподаватель проверяет степень подготовленности каждого студента. Для этого студент должен предоставить

«заготовку» отчета в индивидуальном лабораторном журнале ответить на следующие вопросы:

- Какова цель экспериментальной задачи? Каковы основы теории изучаемого явления, основные понятия и формулы?
- Каков принцип работы экспериментальной установки? Перечислите основные этапы эксперимента.

Получив допуск к выполнению лабораторной работы, студент должен ознакомиться с измерительными приборами, используемыми в процессе выполнения работы, получить у лаборанта необходимое дополнительное оборудование, подготовить оборудование к проведению эксперимента согласно методическому руководству. После чего предъявить подготовленное к работе оборудование для проверки лаборанту или преподавателю. Только после получения разрешения от преподавателя или лаборанта можно приступать к выполнению измерений.

При выполнении работы следует соблюдать правила техники безопасности, обращаться с приборами и оборудованием следует бережно и аккуратно, применять приборы только в соответствии с их назначением.

Выполнив все измерения, выключить установку, предъявить преподавателю результаты измерений для проверки. Если при записи результатов или в ходе эксперимента была допущена ошибка, опыт повторяется вновь. Если результаты удовлетворительны, преподавателем делается отметка о выполнении студентом лабораторной работы (ставится подпись и дата в отчете студента).

Отчеты без подписи преподавателя в дальнейшем к «защите» не принимаются.

После подписи результатов преподавателем, студенту необходимо привести лабораторную установку в исходное состояние, сдать лаборанту выданное дополнительное оборудование и привести в порядок рабочее место.

3.3 Оформление отчета и подготовка к «защите» лабораторной работы

Оформление отчета и подготовка к «защите» лабораторной работы осуществляется студентом в часы, отведенные на самостоятельную работу (см. пункт 4.3).

После оформления отчета студент готовится к «защите» лабораторной работы, изучая теоретические основы данной темы, ориентируясь на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях. Для получения зачета по лабораторной работе студент представляет преподавателю оформленный отчет со всеми необходимыми расчетами и «защищает» его в ходе последующего собеседования.

3.4 Наименование предлагаемых к выполнению лабораторных работ и методические указания к ним

1. Анализ метрологических характеристик средств измерений
2. Прямые многократные измерения геометрического размера детали
3. Обработка результатов нескольких серий прямых многократных измерений
4. Косвенные измерения
5. Совместные измерения
6. Изучение динамических характеристик средств измерений

Методические указания по выполнению выше перечисленных лабораторных работ выдаются преподавателем перед каждым занятием.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

4.1 Общие рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы

В высшей школе студент должен прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей.

Самостоятельная работа – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

При организации самостоятельной работы следует взять за правило:

- учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно;
- чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3–5 часов ежедневно;
- начиная работу, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе, и напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференциальный характер, учитывать специфику специальности, изучаемой дисциплины, индивидуальные особенности студента.

Ниже представлены рекомендации по организации работы по основным видам самостоятельной внеаудиторной деятельности студентов по дисциплине.

4.2 Работа с учебно-методическим и информационным обеспечением

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки по всем типам занятий является работа с литературой. Умение работать с литературой означает научиться осмысленно пользоваться учебно-методическим и другим информационным обеспечением дисциплины.

Для изучения дисциплины вся рекомендуемая литература подразделяется на основную и дополнительную и приводится в п. 10 рабочей программы дисциплины.

К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия).

Поскольку в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражения новые документы, события, явления, научные открытия последних лет, то рекомендуется для более углубленного изучения программного материала дополнительная литература.

Прежде чем приступить к чтению, необходимо запомнить или записать выходные данные издания: автор, название, издательство, год издания, название интересующих глав.

Содержание (оглавление) дает представление о системе изложения ключевых положений всей публикации и помогает найти нужные сведения.

Предисловие или введение книги поможет установить, на кого рассчитана данная публикация, какие задачи ставил перед собой автор, содержится краткая информация о содержании глав работы. Иногда полезно после этого посмотреть послесловие или заключение. Это помогает составить представление о степени достоверности или научности данной книги.

Изучение научной учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект. Такие записи удлиняют процесс проработки, изучения книги, но способствуют ее лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал. При изучении литературы особое внимание следует обращать на новые термины и понятия. Записи позволяют восстановить в памяти ранее прочитанное без дополнительного обращения к самой книге.

Процесс изучения дисциплины предполагает также активное использование информационных технологий при организации своей познавательной деятельности.

Наличие огромного количества материалов в Сети и специализированных поисковых машин делает Интернет незаменимым средством при поиске информации в процессе обучения.

Однако при использовании интернет-ресурсов следует учитывать следующие рекомендации:

- необходимо критически относиться к информации;
- следует научиться обрабатывать большие объемы информации, представленные в источниках, уметь видеть сильные и слабые стороны, выделять из представленного материала наиболее существенную часть;
- необходимо избегать плагиата, поэтому, если текст источника остается без изменения, необходимо сделать ссылки на автора работы.

4.3 Подготовка к лабораторным работам

Подготовка к лабораторным работам осуществляется студентом во внеаудиторное время в часы, отведенные на самостоятельную работу. Подготовка требует немало времени, поэтому целесообразно планировать ее заранее за

несколько дней до занятия и целесообразно проводить в следующей последовательности.

1. Внимательно ознакомьтесь с описанием соответствующей лабораторной работы руководствуясь методическими указаниями к выполнению лабораторной работе, уясните цель и задачи эксперимента.

2. Используя конспект лекций и рекомендованную в описании лабораторной работы учебную литературу, изучите теоретические вопросы, относящиеся к лабораторному эксперименту. Выясните теоретические положения, знание которых необходимо для выполнения работы и понимания полученных результатов.

3. Изучите принципиальную схему лабораторной установки, приведенную в описании работы. Ознакомьтесь с применяемым оборудованием, контрольно-измерительными приборами, принципом их действия, правилами эксплуатации.

4. Ознакомьтесь с порядком выполнения работы, усвойте методику измерения физических величин в лабораторном эксперименте, последовательность операций и форму представления полученных результатов.

5. В индивидуальном лабораторном журнале подготовьте «заготовку отчета», который должен быть отражением работы по систематизации приобретенных знаний, опорным планом для проведения эксперимента.

«Заготовку отчета» рекомендуется выполнять по следующей схеме:

- номер, название и цель работы;
- оборудование, приборы и материалы, применяемые в процессе измерений;
- краткий конспект теоретических положений по теме исследования – анализ физических основ метода и описание методики эксперимента, который включает:

— физическое явление, изучаемое в работе, связь между величинами, его описывающими;

— объект исследования, его особенности;

- физическое явление, положенное в основу метода измерений;
- зависимость, которая может быть экспериментально проверена;
- условия, позволяющие осуществить такую проверку;
- и поясняющие теоретический материал рисунки;
- принципиальная схема установки;
- описание метода измерения;
- заготовки таблиц, в которых будут представлены результаты измерений и расчетов (примеры таблиц даются в методическом указании к работе);
- расчетные формулы искомых величин.

6. Проверьте степень подготовленности к лабораторному занятию по контрольным вопросам, приводимым в описании работы.

Окончательное оформление работы, обработка результатов эксперимента и подготовка к защите по контрольным вопросам проводится студентом в часы, отведенные на самостоятельную работу.

К следующему (после выполнения очередной лабораторной работы) занятию каждый студент должен представить окончательный отчет о выполненной лабораторной работе, в который входит «заготовка отчета» дополненная следующими пунктами:

- результаты измерений и вычислений в виде таблиц (или ином виде, согласно методическим рекомендациям к данной лабораторной работе);
- расчетные формулы, по которым производились вычисления с примером вычисления по каждой формуле, что позволяет при необходимости быстро проверить правильность расчета;
- систематизированные результаты эксперимента – схемы, графики, диаграммы и т.п., в соответствии с заданием на лабораторную работу и требованиям, предъявляемым к их оформлению;

- оценка надежности и достоверности результатов (примеры вычислений величин, измеряемых косвенно, и погрешностей для прямых и косвенных измерений);
- основные выводы по результатам работы, вытекающие из экспериментальных данных или на основании сравнения полученных результатов с теоретическими данными, если это возможно с объяснением расхождения.

4.4 Подготовка к практическим занятиям

Практическое занятие – вид учебных занятий, направленное на приобретение первоначальных практических навыков в решении различного вида задач в рамках изучаемой темы. А умение решать задачи – важный критерий усвоения теоретического материала.

Целью практических занятий является закрепление, расширение, углубление теоретических знаний, полученных на лекциях и в ходе самостоятельной работы, развитие познавательных способностей и формирование у студентов умений продуктивной учебной деятельности путем – решения задач различного вида; выполнения расчетно-графических работ (домашних заданий) и устного опроса по теме практического занятия.

При подготовке к практическому занятию студент должен проработать теоретический материал, относящийся к теме занятия. Следует изучить конспект лекции, а также конспект материала самостоятельного изучения темы или дополнительные рекомендованные преподавателем материалы. При этом необходимо выяснить физический смысл всех величин, встречающихся в конспекте лекций по данному вопросу.

Решение задач требует четкого знания формулировок законов, условий применения этих законов при решении практических задач, правильного написания формул, системы единиц физических величин.

Если в процессе самостоятельной работы при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Для практических занятий по дисциплине у студента должна быть отдельная тетрадь. Студенту рекомендуется при подготовке к практическому занятию выписать:

- основные законы, условия их выполнения;
- пояснить физический смысл величин, входящих в закон, обозначить единицы измерения;
- графические иллюстрации, поясняющие физический смысл величин, входящих в закон;
- численные значения постоянных, входящих в математическую формулу закона;
- кратко перечислить практические случаи применения закона.

Такая подготовка способствует успешному ответу в ходе *письменного опроса*, который проводится преподавателем для закрепления изучаемого материала, а также при решении задач на практическом занятии.

Подготовка к выполнению заданий индивидуальной работы.

Для успешного решения задач индивидуальной работы необходимо просмотреть записи решений задач, выполненных в аудитории. Приступая к решению любой задачи, следует выполнять определенные правила (см. пункт 2.1).

При выполнении заданий индивидуальной работы рекомендуется иметь отдельную тетрадь, которая находится у студента. Отчет о выполнении заданий индивидуальной работы для проверки преподавателем выполняется на отдельных листах формата А4. На одном листе пишется полностью условие задачи, краткое

условие, решение; чертежи выполняются аккуратно с использованием чертежных инструментов. Все численные данные переводятся в систему СИ. В конце пишется ответ.

4.5 Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем

Для подготовки конспекта рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

При написании конспекта придерживайтесь следующих рекомендаций.

1. Прежде чем приступить к чтению, необходимо записать выходные данные издания: автор, название, издательство, год издания.

2. Внимательно прочитайте текст.

3. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.

4. Выделите главное, составьте план.

5. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.

6. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана.

При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты, учитывайте лаконичность, значимость мысли. В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения.

4.6 Подготовка к текущему и промежуточному контролю

Подготовка к тестированию. В современном образовательном процессе тестирование как новая форма оценки знаний занимает важное место.

Цель тестирований в ходе учебного процесса студентов состоит не только в систематическом контроле знаний, но и способствует повышению эффективности обучения учащихся, позволяет выявить уровень усвоения теоретического материала, выявить уровень практических умений и аналитических способностей

студентов. А на основе этого идет коррекция процесса обучения и планируются последующие этапы учебного процесса.

При подготовке к тесту следует, прежде всего, просмотреть конспект лекций и практических занятий и отметить в них имеющиеся темы и практические задания, относящиеся к тематике теста. Особо следует уделить внимание содержанию тем заданных на самостоятельное изучение, так как часть вопросов в тестах может относиться именно к этим темам. Если какие – то лекционные вопросы и практические задания на определенные темы не были разобраны на занятиях (или решения которых оказались не понятыми), следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем. Полезно самостоятельно решить несколько типичных заданий по соответствующему разделу.

При подготовке к тесту не следует просто заучивать, необходимо понять логику изложенного материала. Этому немало способствует составление развернутого плана, таблиц, схем. Как и любая другая форма подготовки к контролю знаний, тестирование имеет ряд особенностей, знание которых помогает успешно выполнить тест.

Можно дать следующие методические рекомендации:

- прежде всего, следует внимательно изучить структуру теста, оценить объем времени, выделяемого на данный тест, увидеть, какого типа задания в нем содержатся, что поможет настроиться на работу;
- лучше начинать отвечать на те вопросы, в правильности решения которых нет сомнений, пока не останавливаясь на тех, которые могут вызвать долгие раздумья, что позволит успокоиться и сосредоточиться на выполнении более трудных вопросов;
- очень важно всегда внимательно читать задания до конца, не пытайтесь понять условия «по первым словам» или выполнив подобные задания в

предыдущих тестированиях, так как такая спешка нередко приводит к досадным ошибкам в самых легких вопросах;

- если Вы не знаете ответа на вопрос или не уверены в правильности, следует пропустить его и отметить, чтобы потом к нему вернуться;
- думайте только о текущем задании, необходимо концентрироваться на данном вопросе и находить решения, подходящие именно к нему;
- многие задания можно быстрее решить, если не искать сразу правильный вариант ответа, а последовательно исключать те, которые явно не подходят, что позволяет в итоге сконцентрировать внимание на одном-двух вероятных вариантах;
- рассчитывать выполнение заданий нужно всегда так, чтобы осталось время на проверку и доработку (примерно 1/3-1/4 запланированного времени), что позволит свести к минимуму вероятность опечаток и сэкономить время, чтобы набрать максимум баллов на легких заданиях и сосредоточиться на решении более трудных, которые вначале пришлось пропустить;
- процесс угадывания правильных ответов желательно свести к минимуму, так как это чревато тем, что Вы забудете о главном: умении использовать имеющиеся накопленные в учебном процессе знания, и будете надеяться на удачу.

Подготовка к промежуточной аттестации. Формой промежуточной аттестации (контроля) является зачет/экзамен. Зачет/экзамен может проводиться в виде письменного опроса с последующим собеседованием или с применением тестирования.

Зачет/экзамен – форма проверки полученных теоретических и практических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения синтезировать полученные знания.

Основная цель подготовки к зачету/экзамену – достичь понимания физических законов и явлений, а не только механически заучить материал.

Рекомендации по подготовке к зачетному/экзаменационному тесту представлены выше.

Подготовка к устной сдаче зачета/экзамена включает в себя несколько основных этапов:

- просмотр программы учебного курса;
- определение необходимых для подготовки источников (учебников, дополнительной литературы и т.д.) и их изучение;
- использование конспектов лекций, материалов практических занятий;
- консультирование у преподавателя.

Для успешной сдачи зачета/экзамена рекомендуется соблюдать несколько правил.

1. Подготовка к зачету/экзамену начинается с первого занятия по дисциплине, на котором студенты получают общую установку преподавателя и перечень основных требований к текущей и промежуточной аттестации. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал, руководствуясь, прежде всего перечнем вопросов к зачету/экзамену, конспектировать важные для решения учебных задач источники.

2. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до зачета/экзамена. В течение этого времени нужно успеть повторить и систематизировать изученный материал.

3. За несколько дней перед зачетом/экзаменом распределите вопросы равномерно на все дни подготовки, возможно, выделив последний день на краткий повтор всего курса.

4. Каждый вопрос следует проработать по конспекту лекций, по учебнику или учебному пособию. В процессе подготовки к зачету/экзамену при изучении того или иного закона, кроме формулировки и математической записи закона, следует

обратить внимание на опыты, которые обнаруживают этот закон и подтверждают его справедливость, границы и условия его применимости.

Для лучшего запоминания материала целесообразно работать с карандашом в руках, записывая выводимые формулы, изображая рисунки, схемы и диаграммы в отдельной тетради или на листах бумаги.

5. После повтора каждого вопроса нужно, закрыв конспект и учебники, самостоятельно вывести формулы, воспроизвести иллюстративный материал с последующей самопроверкой.

6. Все трудные и не полностью понятые вопросы следует выписывать на отдельный лист бумаги, с последующим уточнением ответов на них у преподавателя на консультации.

7. При ответе на вопросы билета студент должен продемонстрировать знание теоретического материала и умение применить при анализе качественных и количественных задач. Изложение материала должно быть четким, кратким и аргументированным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Серга, Г. В. Инженерная графика : учебник / Г. В. Серга, И. И. Табачук, Н. Н. Кузнецова. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978- 5-8114-2856-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/169085>
2. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.С. Борсяков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016.— 56 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64402.html> .— ЭБС «IPRbooks» 12
3. Попова, Г. Н. Машиностроительное черчение : справочник / Г. Н. Попова, С. Ю. Алексеев, А. Б. Яковлев. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Политехника, 2020. — 485 с. — ISBN 978-5-7325-1085-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/94838.html>
4. Начертательная геометрия. Инженерная графика [Текст] : учеб.-метод. комплекс для спец. 010701, 160803, 160802 / АмГУ, ФДиТ ; сост. Е. А. Гаврилюк, Л. А. Ковалева. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010. - 101[3] с.
5. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учеб.- метод. пособие / Л. А. Ковалева, Е. А. Гаврилюк. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 141 с. - http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3628.pdf
6. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Ч. 1 / Л. А. Ковалева, Е. А. Гаврилюк. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. - 73 с.- http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7119.pdf
7. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие. Ч. 2 / Л. А. Ковалева, Е. А. Гаврилюк. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 84 с.- http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3627.pdf
8. Лобастов, С. А. Основы метрологии и методы измерения физических величин : учебное пособие / С. А. Лобастов. — Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2018. — 412 с. — ISBN 978-5-9515-0406-7. — Текст : электронный // Электроннобиблиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/101930.html>
9. Голуб О.В. Стандартизация, метрология и сертификация [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.В. Голуб, И.В. Сурков, В.М. Позняковский. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 334 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4151.html>
10. Пухаренко, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация. Интернеттестирование базовых знаний : учебное пособие / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 308 с. — ISBN 978-5-

8114-2184-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111208>

11. Бикулов А.М. Методы и средства измерений [Электронный ресурс]: учебное пособие для поверителей средств теплотехнических и физико-химических измерений/ Бикулов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2006.— 132 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44250>. — ЭБС «IPRbooks»

12. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум : учебное пособие / В. Н. Кайнова, Т. Н. Гребнева, Е. В. Тесленко, Е. А. Куликова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1832-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168793>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Краткий конспект лекций	4
1.1 Общие рекомендации по организации работы на лекции	4
1.2 Краткое содержание курса лекций	7
2 Методические рекомендации к практическим занятиям	20
2.1 Общие рекомендации по подготовке к практическим занятиям	20
2.2 Примерные темы практических занятий	22
2.3 Примерные задачи по изучаемым темам	23
2.4 Пример решения и оформления задачи	34
3 Методические рекомендации к лабораторным работам	37
3.1 Подготовка к выполнению лабораторной работы	37
3.2 Выполнение лабораторной работы в лаборатории	37
3.3 Оформление отчета и подготовка к «защите» лабораторной работы	39
3.4 Наименование предлагаемых к выполнению лабораторных работ и методические указания к ним	39
4 Методические рекомендации к самостоятельной работе	40
4.1 Общие рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы	40
4.2 Работа с учебно-методическим и информационным обеспечением	41
4.3 Подготовка к лабораторным работам	42
4.4 Подготовка к практическим занятиям	45
4.5 Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем	47
4.6 Подготовка к текущему и промежуточному контролю	47
Библиографический список	52

Верхотурова Ирина Владимировна,
доцент кафедры Физики АмГУ, канд. физ. – мат. наук