

Приложение 3 РПД Б1.Б.13

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
« 31 » 08 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль подготовки: Промышленная электроника

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Смоленск – 2015 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению 11.03.04_«Электроника и наноэлектроника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих общепрофессиональных компетенций:

- ОПК-5 «Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных»;
- ОПК-7 «Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности»;

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия, цели и задачи метрологии, стандартизации и технических измерений (ОПК-5, ОПК-7);
- основные законодательные и нормативно-правовые акты в области метрологии, стандартизации и технических измерений (ОПК-7);
- организационную и техническую базу метрологического обеспечения жизненного цикла продукции (ОПК-5);
- обязательные требования к объектам технического регулирования и цели принятия технических регламентов (ОПК-7).

Уметь:

- применять полученные знания в области метрологии, стандартизации и технических измерений при работе над проектами устройств и систем электроники и наноэлектроники (ОПК-7);
- использовать средства измерений с заданными метрологическими характеристиками (ОПК-5);
- определять погрешности результатов технических измерений (ОПК-5);
- производить обработку результатов технических измерений при наличии различных видов погрешностей и представлять результаты с учетом требуемой точности (ОПК-5);
- формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета (ОПК-5).

Владеть:

- методиками выполнения технических измерений (ОПК-5, ОПК-7);
- методиками выполнения метрологических расчетов (ОПК-5);
- навыками работы со средствами измерений и устройствами их сопряжения с компьютером как средством обработки и управления информацией (ОПК-5, ОПК-7);
- способами определения метрологических характеристик приборов и средств измерения, применяемых в сферах электроники и наноэлектроники (ОПК-7).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль подготовки «Промышленная электроника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроника и наноэлектроника» дисциплина «Метрология, стандартизация и технические измерения» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.9 «Информационные технологии»;
- Б1.В.ОД.6 «Физические измерения и обработка результатов»;
- Б1.В.ДВ.3.1 «Введение в электронику»;
- Б1.В.ДВ.3.2 «Вопросы профессиональной ориентации в области электронной техники».

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин и практик:

- Б1.Б.17 «Наноэлектроника»;
- Б1.В.ОД.12 «Электронные промышленные устройства»;
- Б2.Н.1 «НИР»;
- Б2.П.1 «Производственная практика»;
- Б2.П.2 «Преддипломная практика».

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	базовая	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Б.13	
Часов (всего) по учебному плану:	72	5 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	2	5 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	5 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	–	–
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	5 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1, 36	5 семестр
Зачет		5 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоемкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0,25, 9
Подготовка к практическим занятиям (пз)	–
Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)	0,5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	–
Выполнение курсового проекта (работы)	–
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	–
Подготовка к контрольным работам	–

Подготовка к тестированию	–
Подготовка к зачету	0,25, 9
Всего:	1, 36
Подготовка к экзамену	–

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) (в соответствии с УП)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Общие положения метрологии. Физические величины. Международная система единиц.	3	2			1	
2	Тема 2. Технические измерения. Классификация измерений. Средства измерений.	6	2			1	
3	Тема 3. Аналоговые и цифровые приборы. Структурные схемы, принципы действия, особенности конструкции.	9	2		4	5	
4	Тема 4. Измерение электрических и неэлектрических величин. Преобразование неэлектрических величин в электрические.	9	2		4	5	
5	Тема 5. Погрешности измерений. Классификация. Методы обнаружения, исключения, учета.	9	2		4	5	
	Тема 6. Метрологические характеристики средств измерений. Методы измерений.	9	2		4	5	
	Тема 7. Нормативно-правовые основы метрологии. Метрологические службы и организации. Государственный метрологический контроль и надзор.	3	2			1	2
	Тема 8. Основы стандартизации. Государственная система стандартизации ГСС. Методы стандартизации.	3	2			1	
	Тема 9. Категории стандартов. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований стандартов. Международное сотрудничество в области стандартизации.	3	2		2	3	
Всего 72 часа по видам учебных занятий (включая 9 часов на подготовку к зачету)			18		18	27	2

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Общие положения метрологии. Физические величины. Международная система единиц.

Лекция 1. Цели и задачи дисциплины. Структура дисциплины. Связь со смежными дисциплинами. Общие положения метрологии. Физические величины. Системы единиц физических величин. Международная система единиц (система СИ). Эталоны единиц системы СИ. Внесистемные единицы, разрешенные к применению.

Самостоятельная работа 1. Изучение материалов лекции (1 час). (Всего к теме №1 – 1 час).

Текущий контроль. Устный опрос по теме лекции.

Тема 2. Технические измерения. Классификация измерений. Средства измерений.

Лекция 2. Понятие об измерении. Условия обеспечения единства измерений. Точность измерений. Классификация измерений. Средства измерений и их классификация. Меры, эталоны, образцовые и рабочие средства измерений.

Самостоятельная работа 2. Изучение материалов лекции (1 час). (Всего к теме №2 – 1 час).

Текущий контроль. Устный опрос по теме лекции.

Тема 3. Аналоговые и цифровые приборы. Структурные схемы, принципы действия, особенности конструкции.

Лекция 3. Аналоговые и цифровые приборы. Структурные схемы, принципы действия, особенности конструкции. Информационно-измерительные системы, вычислительные комплексы. Измерительные принадлежности.

Лабораторная работа 1. Определение метрологических характеристик измерительных приборов (4 часа).

Самостоятельная работа 3. Изучение материалов лекции (1 час). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №1 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). (Всего к теме №3 – 5 часов).

Текущий контроль. Устный опрос при проведении допуска к лабораторной работе. Компьютерное тестирование при защите лабораторной работы. Устный опрос по теме лекции.

Тема 4. Измерение электрических и неэлектрических величин. Преобразование неэлектрических величин в электрические.

Лекция 4. Измерение электрических и неэлектрических величин. Индуктивные и трансформаторные преобразователи. Преобразование неэлектрических величин в электрические. Датчики. Методы передачи измерительной информации.

Лабораторная работа 2. Компенсационный метод измерения электрических и неэлектрических величин на постоянном токе (4 часа).

Самостоятельная работа 4. Изучение материалов лекции (1 час). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №2 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). (Всего к теме №4 – 5 часов).

Текущий контроль. Устный опрос при проведении допуска к лабораторной работе. Компьютерное тестирование при защите лабораторной работы. Устный опрос по теме лекции.

Тема 5. Погрешности измерений. Классификация. Методы обнаружения, исключения, учета.

Лекция 5. Погрешности измерений. Классификация погрешностей. Формы записи погрешностей. Систематические погрешности. Методы обнаружения, исключения и компенсации систематических погрешностей. Случайные погрешности и их вероятностное описание. Грубые погрешности и промахи. Обнаружение и исключение грубых погрешностей.

Лабораторная работа 3. Определение погрешностей измерений, калибровка электронно-лучевого осциллографа и его применение. (4 часа).

Самостоятельная работа 5. Изучение материалов лекции (1 час). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №3 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). (Всего к теме №5 – 5 часов).

Текущий контроль. Устный опрос при проведении допуска к лабораторной работе. Компьютерное тестирование при защите лабораторной работы. Устный опрос по теме лекции.

Тема 6. Метрологические характеристики средств измерений. Методы измерений.

Лекция 6. Метрологические характеристики средств измерений. Погрешности средств измерений. Основная и дополнительные погрешности. Классы точности средств измерений. Методы измерений.

Лабораторная работа 4. Измерительные мосты. Нулевой метод. Прямые и косвенные измерения. (4 часа).

Самостоятельная работа 6. Изучение материалов лекции (1 час). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №4 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). (Всего к теме №6 – 5 часов).

Текущий контроль. Устный опрос при проведении допуска к лабораторной работе. Компьютерное тестирование при защите лабораторной работы. Устный опрос по теме лекции.

Тема 7. Нормативно-правовые основы метрологии. Метрологические службы и организации. Государственный метрологический контроль и надзор.

Лекция 7. Нормативно-правовые основы метрологии. Метрологические службы и организации. Государственный метрологический контроль и надзор. Государственные испытания средств измерений. Поверка и калибровка средств измерений. Метрологическая аттестация средств измерений и испытательного оборудования.

Самостоятельная работа 7. Изучение материалов лекции (1 час). (Всего к теме №7 – 1 час).

Текущий контроль. Устный опрос по теме лекции.

Тема 8. Основы стандартизации. Государственная система стандартизации ГСС. Методы стандартизации.

Лекция 8. Основы стандартизации. Цели, принципы стандартизации, нормативные документы. Основные положения государственной системы стандартизации ГСС. Научная база стандартизации. Методы стандартизации: симплификация, унификация, типизация, агрегирование.

Самостоятельная работа 8. Изучение материалов лекции (1 час). (Всего к теме №8 – 1 час).

Текущий контроль. Устный опрос по теме лекции.

Тема 9. Категории стандартов. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований стандартов. Международное сотрудничество в области стандартизации.

Лекция 9. Общая характеристика стандартов различных категорий. Технические регламенты. Органы и службы стандартизации РФ. Порядок разработки государственных стандартов. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований стандартов. Международное сотрудничество в области стандартизации. Структура и основные сферы деятельности Международной организации по стандартизации (ИСО).

Защита лабораторных работ в форме компьютерного тестирования (2 часа).

Самостоятельная работа 9. Изучение материалов лекции (1 час). Подготовка к защите лабораторных работ (2 часа). (Всего к теме №9 – 1 час).

Текущий контроль. Устный опрос по теме лекции. Компьютерное тестирование при защите лабораторных работ.

Лекционное занятие №7 (2 часа) проводится в интерактивной форме (используются технологии типа «лекция-провокация», т.е. в процессе лекции делаются преднамеренные ошибки с последующим опросом студентов на следующей лекции и организацией диалога «преподаватель-студент», «студент-студент» с целью выявления ошибок и установления истины.

Устные опросы по темам предыдущих лекций организуются в форме диалога «преподаватель-студент».

Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет

Изучение дисциплины заканчивается зачетом. Зачет проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № 21-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны конспект лекций по дисциплине, методические указания к выполнению лабораторных работ, рабочая тетрадь для выполнения лабораторных работ.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-5, ОПК-7.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, самостоятельной работы студентов при подготовке к зачету, в процессе успешной сдачи зачета.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-5 «Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных

данных» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на лекционных и лабораторных занятиях, результаты прохождения компьютерного тестирования при защитах лабораторных работ.

Принимается во внимание **знание(я)** обучающимися:

- основных понятий, целей и задач метрологии, стандартизации и технических измерений;
- основных законодательных и нормативно-правовых актов в области метрологии, стандартизации и технических измерений;
- основных методов измерений, правил записи результатов измерений, методик расчета погрешностей;

наличие **умения(й)**:

- определять погрешности измерений;
- производить обработку результатов технических измерений при наличии различных видов погрешностей и представлять результаты с учетом требуемой точности;
- формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета;

присутствие **навыка(ов)**:

- обработки результатов различных видов измерений;
- выполнения метрологических расчётов.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ОПК-5 «Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных» в процессе защиты лабораторных работ в виде компьютерного тестирования, как формы текущего контроля: 41% - 59% правильных ответов соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования; 60% - 79% – продвинутому уровню; 80% - 100% – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ОПК-5 «Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных» при текущем контроле – устных опросах на лекциях и лабораторных занятиях.

Оценивается активность работы студента на лекциях и лабораторных занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах на лекционных и лабораторных занятиях.

Называет при устном ответе основные понятия и определения изучаемой дисциплины, нормативные документы, регламентирующие систему единства измерений, знает правила записи результатов измерений – соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому знает методы измерений и виды погрешностей измерений – соответствует продвинутому уровню; в дополнение к продвинутому умеет определять погрешности результатов технических измерений в соответствии с регламентирующими документами – соответствует эталонному уровню.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-7 «Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на лекционных и лабораторных занятиях, результаты прохождения компьютерного тестирования при защитах лабораторных работ.

Принимается во внимание **знание(я)** обучающимися:

- современной организационной и технической базы метрологического обеспечения жизненного цикла продукции;

наличие **умения(й)**:

- применять полученные знания в области метрологии, стандартизации и технических измерений в научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности;

- использовать средства измерений с заданными метрологическими характеристиками;

присутствие **навыка(ов)**:

- определения метрологических характеристик приборов и средств измерения, применяемых в сферах электроники и нанозлектроники.

- работы со средствами измерений и устройствами их сопряжения с компьютером как средством обработки и управления информацией.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ОПК-7 «Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности» в процессе защиты лабораторных работ в виде компьютерного тестирования, как формы текущего контроля: 41% - 59% правильных ответов соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования; 60% - 79% – продвинутому уровню; 80% - 100% – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ОПК-7 «Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности» при текущем контроле – устных опросах на лекциях и лабораторных занятиях.

Оценивается активность работы студента на лекциях и лабораторных занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах на лекционных и лабораторных занятиях.

Способен при устном ответе назвать принципы организации метрологического обеспечения жизненного цикла продукции, основные области применения и принципы действия электромеханических, электронных и цифровых приборов – соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно определяет показания и метрологические характеристики приборов, знает методы измерения электрических и неэлектрических величин и параметров электронных цепей – соответствует продвинутому уровню; в дополнение к продвинутому способен использовать на практике методы измерения параметров электрических и электронных цепей, определять метрологические характеристики средств измерений – соответствует эталонному уровню.

Сформированность уровня каждой из компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачет, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответивший на зачете не только на основные, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавший систематический характер знаний по дисциплине, ответивший на зачете на все вопросы, но допустивший при этом принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустивший погрешности в ответе на теоретические вопросы, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно ответивший на отдельные вопросы, но затем правильно ответивший на другие вопросы из того же раздела дисциплины, заданные преподавателем.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, неправильно ответившему или вообще не ответившему на все основные и дополнительные вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка зачета по дисциплине за 5 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закреплёнными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Физические величины. Системы единиц физических величин. Международная система единиц (система СИ). Эталоны единиц системы СИ. Внесистемные единицы, разрешенные к применению.

2. Измерительные шкалы. Шкала наименований. Шкала порядка. Шкала интервалов. Шкала отношений. Абсолютные шкалы

3. Понятие об измерении. Условия обеспечения единства измерений. Точность измерений. Классификация измерений.

4. Средства измерений и их классификация. Меры, эталоны, образцовые и рабочие средства измерений.

5. Электромеханические измерительные приборы. Измерительная цепь, измерительный механизм, отсчетное устройство. Моменты, действующие на подвижную часть. Уравнение шкалы.

6. Приборы магнитоэлектрической системы. Принцип действия. Достоинства и недостатки, применение.

7. Электромагнитные измерительные приборы. Принцип действия. Достоинства и недостатки, применение.

8. Электродинамические измерительные приборы. Принцип действия. Достоинства и недостатки, применение.

9. Электростатические измерительные приборы. Принцип действия, Достоинства и недостатки, применение.

10. Цифровые измерительные приборы. Принцип действия, Достоинства и недостатки, применение.
11. Информационно-измерительные системы, вычислительные комплексы.
12. Измерение электрических и неэлектрических величин. Индуктивные и трансформаторные преобразователи.
13. Преобразование неэлектрических величин в электрические. Датчики.
14. Методы передачи измерительной информации.
15. Погрешности измерений. Формы записи погрешностей. Классификация погрешностей.
16. Систематические погрешности. Методы обнаружения, исключения и компенсации систематических погрешностей.
17. Случайные погрешности и их вероятностное описание.
18. Грубые погрешности и промахи. Обнаружение и исключение грубых погрешностей.
19. Погрешности средств измерений. Основная и дополнительные погрешности. Классы точности средств измерений.
20. Методы измерений.
21. Нормативно-правовые основы метрологии. Метрологические службы и организации.
22. Государственный метрологический контроль и надзор. Государственные испытания средств измерений.
23. Поверка и калибровка средств измерений. Метрологическая аттестация средств измерений и испытательного оборудования.
24. Основы стандартизации. Цели, принципы стандартизации, нормативные документы.
25. Основные положения государственной системы стандартизации ГСС. Научная база стандартизации.
26. Методы стандартизации: симплификация, унификация, типизация, агрегатирование.
27. Общая характеристика стандартов различных категорий. Технические регламенты.
28. Органы и службы стандартизации РФ. Порядок разработки государственных стандартов. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований стандартов.
29. Международное сотрудничество в области стандартизации. Структура и основные сферы деятельности Международной организации по стандартизации (ИСО).

Вопросы по приобретению и развитию практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов и заданий к защите лабораторных работ):

1. Цифровым вольтметром класса точности 2,5/1,5 со шкалой (0 ÷ 100) В измерены значения напряжения 20; 40; 60; 80 и 100 В. Рассчитать зависимости абсолютной и относительной погрешностей от результата измерений.
2. Амперметром, имеющего абсолютную погрешность измерения 0,1 А и диапазон измерения (0 ÷ 5) А, были измерены следующие значения тока 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 А. Рассчитайте значения относительных и приведённых погрешностей измерений.
3. При поверке вольтметра класса точности 0,5 и имеющего диапазон измерений (0 ÷ 100) В были получены следующие результаты:

Поверяемые значения, В		20	40	60	80	100
Показания образцового вольтметра, В	при восхождении	20,2	40,1	60,3	80,2	100,1
	при нисхождении	20,5	40,3	60,5	80,4	100,1

Определите вариацию показаний вольтметра. Укажите соответствуют ли показания вольтметра указанному классу точности.

4. Аналоговый вольтметром класса точности 0,5 с диапазоном измерения от 0 до 3 В и шкалой, содержащей 150 делений, в нормальных условиях измерено напряжение постоянного тока. С округлением до десятых долей деления сделан отсчет: 51,3 дел. Требуется записать результат измерения в стандартной форме.

5. Входное сопротивление магнитоэлектрического вольтметра на пределе $U = 10$ В равно $R = 200$ кОм. Определить сопротивление рамки измерителя $R_{и}$, если известно, что значение его номинального напряжения $U_{и} = 50$ мВ.
6. Чему должно быть равно сопротивление шунта, подключенного к миллиамперметру с током полного отклонения 750 мА, если необходимо получить амперметр с верхним пределом измерения 30 А? Сопротивление миллиамперметра $R_A = 0,5$ Ом.
7. Определить амплитуду U_m сигнала синусоидальной формы, поданного на вход электронного вольтметра (вход открытый) с преобразователем средневыпрямленного значения. Преобразователь выполнен по схеме двухполупериодного выпрямления. Шкала вольтметра проградуирована в действующих значениях синусоидального сигнала. Показания вольтметра $\alpha_U = 10$ В.
8. Определите, какое нужно иметь сопротивление добавочного резистора к электродинамическому вольтметру с верхним пределом измерения 100 В и внутренним сопротивлением 4 кОм, чтобы расширить его верхний предел измерения в 3 раза?
9. При многократном измерении температуры V получены значения в градусах Цельсия: $40,4$; $40,2$; $40,0$; $40,5$; $39,7$; $40,3$; $40,4$; $39,8$. Укажите доверительные границы истинного значения температуры с вероятностью $P=0,925$ ($tp=2,212$).
10. Вольтметр показывает 240 В. Среднеквадратическое отклонение показаний $U = 2$ В. Погрешность от подключения вольтметра в цепь (изменение напряжения) равна $+1$ В. Чему равно истинное значение напряжения с вероятностью $P=0,925$ ($tp=2$) ?
11. Электрическое сопротивление определяется по закону Ома $R=U/I$. При измерении напряжения и тока получены значения $U=200$ В, $I=2$ А. Диапазоны измерения: вольтметра - $0-250$ В, амперметра - $0-5$ А. Класс точности вольтметра $1,0$, амперметра $0,5$. Как следует записать результат измерения?
12. Вольтметр с пределом измерения 300 В показывает 200 В. Класс точности прибора $1,0$. Как следует записать результат измерения?
13. Сила, действующая на объект, определяется по закону Ньютона $F = ma$. При измерении массы и ускорения получены значения $m = 20$ $0,1$ кг, $a = 3$ $0,1$ м/с². Как следует записать результат измерения?
14. Термометр с диапазоном измерения $200 - 1000$ °С имеет класс точности $1,5$. Можно ли с помощью него измерить температуру 400 °С с относительной погрешностью не более 2% ?
15. К трансформатору тока $400/5$ присоединен амперметр. Определить его показания при токе в первичной измерительной цепи, равном: а) номинальному току трансформатора; б) 300 А; в) 100 А. Какова относительная погрешность измерения, если действительный коэффициент трансформации 82 ?
16. К трансформатору напряжения $10\ 000/100$ присоединен вольтметр. Определить его показания при напряжении в первичной цепи, равном: а) номинальному напряжению трансформатора; б) 3 кВ; в) 5 кВ. Какова относительная погрешность измерения, если действительный коэффициент трансформации 95 ?
17. Фазные токи и напряжения в четырехпроводной трехфазной цепи (рис. 1) с симметричной активной нагрузкой равны 5 А и 220 В. Определить показание ваттметра и активную мощность потребителя.
18. Для измерения значения тока компенсационным методом был использован ручной потенциометр ($0 \div 100$ мВ) с параллельно включенным ему образцовым сопротивлением R_N . Определите: 1) значение тока в цепи, если сопротивление $R_N = 10$ Ом и показания

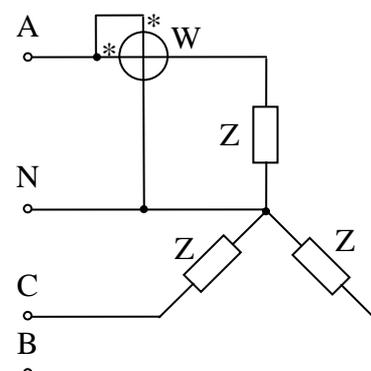


Рис. 1.

потенциометра $U_x = 50$ мВ; 2) определите ошибку косвенного измерения значения тока, если класс точности потенциометра и образцового сопротивления 0,05.

19. При измерении значения сопротивления косвенным методом использовался потенциометр (0 ÷ 100 мВ) класса точности 0,05 и эталонное сопротивление $R_N = 10$ Ом класса точности 0,01. При измерении напряжения на эталонном сопротивлении, включенным последовательно с неизвестным, показание потенциометра оказалось равным 30 мВ, а при измерении напряжения на неизвестном сопротивлении оказалось равным 90 мВ. Определите неизвестное сопротивление и ошибку косвенного его измерения.

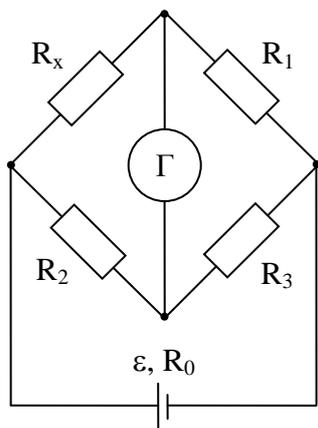


Рис. 2.

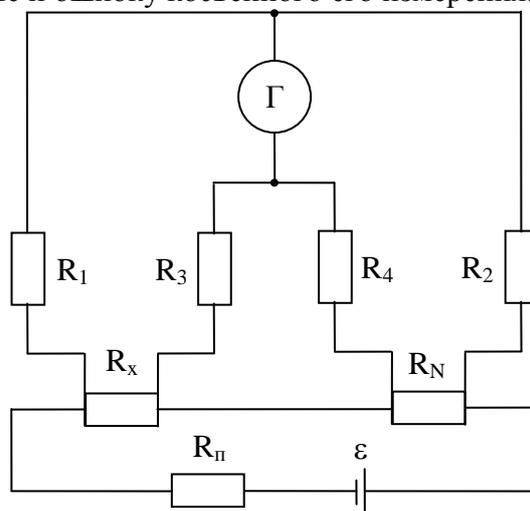


Рис. 3.

20. Определить значение сопротивления резистора R_x , включенного в плечо моста (рис. 2), если в уравновешенном состоянии сопротивления других плеч моста составляют: $R_1 = 100$ Ом, $R_2 = 524$ Ом, $R_3 = 2000$ Ом.
21. Равновесие двойного моста постоянного тока (рис. 3) имеет место при следующих значениях сопротивлений, из которых составлен мост: $R_1 = R_3 = 200$ Ом, $R_2 = R_4 = 100$ Ом, $R_N = 0,001$ Ом. Сравняющим устройством является магнитоэлектрический гальванометр. Определите сопротивление R_x , при котором мост уравновешен.
22. Мостовая цепь, изображенная на рис. 4, уравновешена. Определите R_x и L_x , если известно, что $R_2 = 100$ Ом, $R_3 = 100$ Ом, $C_4 = 1$ мкФ, $R_4 = 1000$ Ом.
23. При измерении частоты синусоидального напряжения по методу фигур Лиссажу напряжение известной частоты было подано на вход Y, а известной – на вход X осциллографа. На экране возникла неподвижная фигура Лиссажу, показанная на рис. 5. Чему равна неизвестная частота f , если известная частота f_0 равна 100 Гц?

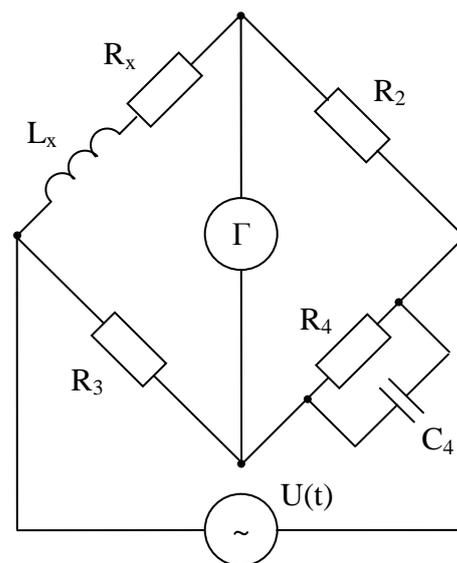


Рис. 4.

24. Определить частоту f исследуемого сигнала генератора, напряжением которого осуществляется круговая развертка. Напряжение генератора с образцовой частотой $f_0 = 1000$ Гц подано на модулятор яркости ЭЛТ. Осциллограмма, полученная на экране ЭЛТ, представлена на рис. 6.

25. На входы X и Y осциллографа поданы напряжения, показанные на рис. 7. Постройте изображение, получающееся на экране осциллографа.

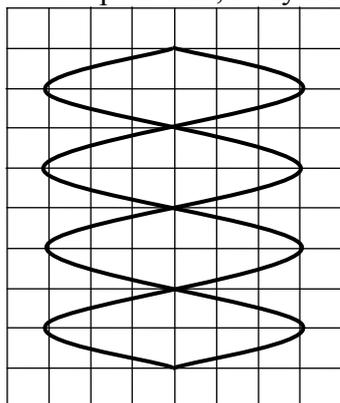


Рис. 5.

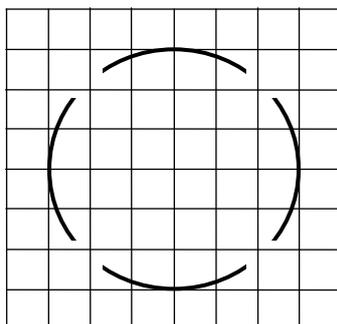


Рис. 6.

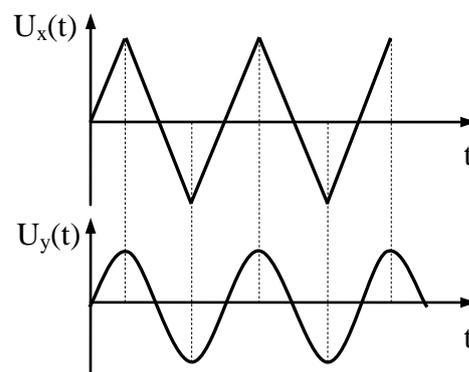


Рис. 7.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к зачету):

При проведении зачета преподаватель задает студенту не менее двух основных вопросов по лекционному материалу дисциплины (список представлен выше). В случае необходимости уточнения уровня знаний студента при его неполном или неправильном ответе на основные вопросы преподаватель может задать дополнительные вопросы из списка, представленного выше.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. для вузов [Текст] / Ю.В. Димов. – СПб.: Питер, 2013. – 432 с.
2. Информационно-измерительная техника и электроника /Под ред. Г.Г. Раннева. - М.: Высшая школа, 2006, - 406 с.
3. Боков, А.Г. «Метрология, стандартизация и сертификация» : методические указания к лабораторным работам [Текст] / А.Г. Боков. – Смоленск: филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)», 2006.

б) дополнительная литература

1. Метрология и радиоизмерения / Под ред. В.И.Нефедова. – М.: Высшая школа, 2003, – 456 с.
2. Методы и средства измерений / Под ред. Г.Г. Раннева. – М.: ACADEMIA, 2003, - 331 с.
3. Информационно-измерительная техника и технологии. – М.: Высшая школа, 2002, - 451 с.
4. Зайцев, С.А. Метрология, стандартизация и сертификация в энергетике : учеб. пособие [Текст] / С.А. Зайцев, А.Н. Толстов, Д.Д. Грибанов, Р.В. Меркулов. – М.: Академия, 2009. – 224 с.

5. Тартаковский, Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учеб. для вузов [Текст] / Д.Ф. Тартаковский, А.С. Ястребов. - М.: Высшая школа, 2001. – 205 с.
6. Рабочая тетрадь для лабораторного практикума по курсу «Метрология, стандартизация и сертификация» [Текст] / Составители: А.Г. Боков, В.А. Чернышев. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2011. – 6-е изд. - 32 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Дресвянников А.Ф., Ситников С.Ю., Сорокина И.Д. Эталоны физических величин [электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258435&sr=1>
2. Биколов А.М. Методы и средства измерений. Учебное пособие для поверителей средств теплотехнических и физико-химических измерений [электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135721&sr=1>
3. Богомоллов Ю.А., Медовикова Н.Я. Оценивание погрешностей измерений [электронный ресурс]: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275580&sr=1>
4. Метрология (наука об измерениях) [Электронный ресурс] / Метрологическое обеспечение производства. Электрон. дан. – Режим доступа: <http://metro.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.– Яз. рус.
5. Консультант Плюс [Электронный ресурс] / Законодательство РФ: кодексы законы, указы, постановления Правительства Российской Федерации, нормативные акты. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный. – Загл. с экрана.– Яз. рус., англ.
6. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 06.12.2011) «О техническом регулировании» (с изм. и доп., вступающими в силу с 23.01.2012) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=120690>, свободный. – Загл. с экрана.– Яз. рус.
7. Федеральный закон от 26.06.2008 3 102-ФЗ (ред. от 30.11.2011) «Об обеспечении единства измерений» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=LAW;n=122503>, свободный. – Загл. с экрана.– Яз. рус.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в две недели и лабораторные работы один раз в четыре недели. Изучение курса завершается зачетом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, лабораторных работ, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование

учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков.

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;
- цель работы;
- предмет и содержание работы;
- оборудование, технические средства, инструмент;
- порядок (последовательность) выполнения работы;
- правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);
- общие правила к оформлению работы;
- контрольные вопросы и задания;
- список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **зачету** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к зачету нужно изучить теоретический материал: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении защит лабораторных работ предусматривается использование компьютерных тестирующих программ.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная доской.

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в лаборатории № А-311, оснащенной стендами, обеспечивающими выполнение лабораторных работ в соответствии с методическими указаниями: Боков, А.Г. «Метрология, стандартизация и сертификация»: методические указания к лабораторным работам [Текст] / А.Г. Боков. – Смоленск: филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)», 2006.

Автор к.т.н., доцент



А.А. Гордиловский

Зав. кафедрой ТОЭ
к.т.н., доцент



А.А. Гордиловский

Программа одобрена на заседании кафедры от 28 августа 2015 года, протокол №01.