

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра радиоэлектроники и защиты информации

**Авторы-составители: Федоренко Андрей Анатольевич
Лунегов Игорь Владимирович**

Рабочая программа дисциплины
МЕТРОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРОРАДИОИЗМЕРЕНИЯ
Код УМК 68700

Утверждено
Протокол №4
от «24» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Метрология и электрорадиоизмерения

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **10.05.03** Информационная безопасность автоматизированных систем
направленность Безопасность открытых информационных систем

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Метрология и электрорадиоизмерения** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем (направленность : Безопасность открытых информационных систем)

ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками

ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем

ПК.2 способность осваивать и применять современные программные технические средства и методы исследования с использованием компьютерных технологий

ПК.3 способность разрабатывать и исследовать модели автоматизированных систем

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем (направленность: Безопасность открытых информационных систем)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	8
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	56
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	88
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (6)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (8 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Метрология и электрорадиоизмерения. Первый семестр

1. Введение. Основные вопросы метрологии. Классификация средств измерений.

Роль метрологии и измерительной техники в научных исследованиях, конструкторских разработках и в промышленном производстве. Обеспечение единства мер. Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений. Способы и методы измерения

2. Погрешности измерений. Классы точности приборов.

Погрешности измерения: методические, инструментальные, личные, мультипликативные и аддитивные, систематические и случайные, грубые и промахи. Классы точности измерительных приборов.

Источники возникновения погрешностей. Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Оценка доверительного интервала: прямые измерения с многократным наблюдением, прямые однократные измерения, косвенные измерения.

Испытание образцов продукции. Погрешность измерения и погрешность установки номинальных условий испытания.

Значение и роль измерений в радиоэлектронике. Объекты радиоэлектронных измерений. Погрешность классификации сигнала. Погрешность классификации цепи. Классификация и система обозначений радиоизмерительных приборов.

3. Измерение напряжений и ЭДС компенсационными методами.

Напряжение: постоянное, переменное, пульсирующее, импульсное. Переменное напряжение: мгновенное, амплитудное, пиковое, среднее, средневыпрямленное, эффективное значения.

Логарифмическая единица – децибел. Особенности измерения несинусоидальных напряжений.

Потенциометр постоянного тока.

4. Измерение силы электрического тока.

Амперметр, вольтметр, ваттметр, омметр. Многопредельные и комбинированные приборы (тестеры).

Электролитический кулонметр. Преобразователи ток-напряжение.

5. Измерение сопротивлений, параметров катушек индуктивности, конденсаторов мостовыми методами.

Эквивалентные схемы элементов радиоэлектронных цепей с сосредоточенными постоянными и их параметры. Добротность и тангенс угла потерь.

Магазины сопротивлений, емкостей, индуктивностей.

Методы измерения сопротивления, емкости, индуктивности, добротности. Мосты постоянного тока.

Мосты переменного тока, схемы измерительных цепей.

Измерение параметров элементов путем их преобразования в напряжение. Резонансные измерители параметров элементов и цепей. Измерители добротности (куметры).

Цифровые измерители параметров с промежуточным преобразованием во временной интервал, в период или частоту сигнала. Анализ погрешностей и способы их снижения.

6. Электромеханические измерительные приборы.

Электромеханические приборы. Принцип действия и устройство магнитоэлектрических, электромагнитных, электродинамических, индукционных измерительных механизмов. Электронные аналоговые вольтметры. Милливольтметр переменного тока. Входной делитель напряжения, аттенюатор, усилители постоянного тока и видеоусилители. Преобразователи амплитудного, средневыпрямленного и среднее квадратического значения напряжения. Зависимость показаний вольтметра от формы кривой измеряемого напряжения.

7. Цифровые вольтметры. АЦП.

Дискретизация и квантование измеряемой величины. Аналого-цифровое преобразование. Цифровые вольтметры постоянного напряжения: время-импульсного преобразования, с преобразованием напряжения в частоту.

Цифровой вольтметр постоянного тока с двухтактным интегрированием. Цифровые мультиметры. Преобразователь постоянный ток – напряжение. Преобразователь сопротивление – напряжение. Преобразователь переменного напряжения в постоянное. Автоматический выбор диапазона измерения, полярности напряжения, самоконтроль и калибровка.

8. Осциллографирование сигналов. Принцип действия осциллографа.

Назначение, структурная схема и принцип действия электронно-лучевого осциллографа. Электронно-лучевая трубка. Структурная схема цифрового осциллографа. Основные функциональные возможности цифровых осциллографов. Способы построения быстродействующих АЦП. Реализация в приборном варианте и на ПЭВМ. Виртуальные цифровые измерительные средства.

9. Использование различных режимов синхронизации при осциллографировании сигналов.

Виды осциллографических разверток. Виды синхронизации развертки. Многолучевые и многоканальные осциллографы. Стробоскопические осциллографы. Принцип действия и устройство преобразователя и стробоскопической развертки. Запоминающие осциллографы. Погрешности измерений амплитудных и временных параметров методом калиброванных шкал.

10. Анализ спектров радиотехнических сигналов.

Ряд Фурье и спектры простейших периодических сигналов. Способы анализа спектров. Метод фильтрации. Анализатор спектра одновременного анализа. Достоинства и недостатки метода. Селективный низкочастотный микровольтметр. Селективный высокочастотный микровольтметр. Измерительные приемники. Преобразование частоты. Устранение зеркального канала. Формирование полосы пропускания. Общие сведения об антеннах, распространении радиоволн. Гетеродинный анализатор спектра последовательного анализа. Структурная схема и принцип действия. Достоинства и недостатки метода. Спектральный анализ с помощью дискретного преобразования Фурье, особенности и основные характеристики цифровых спектроанализаторов. Измерение коэффициента гармоник и коэффициента нелинейных искажений. Назначение и принцип действия измерителей нелинейных искажений.

11. Исследование АЧХ четырехполюсников.

Панорамные измерители АЧХ цепей. Структурная схема и принцип действия. Генератор качающейся частоты. Масштабирование оси частот на экране ЭЛТ. Генератор меток. Детекторные головки. Применение измерителей АЧХ. Динамические погрешности измерителей АЧХ. Особенности измерения характеристик активных и пассивных четырехполюсников, длинных линий. Измерение разности фаз осциллографическими методами. Фазовые соотношения при преобразовании и умножении частоты. Фазовый детектор. Измерения путем преобразования разности фаз во временной интервал и в напряжение. Цифровые методы измерения сдвига фаз. Классификация и принципы построения фазометров мгновенного и среднего значения. Основные погрешности и методы их снижения.

12. Исследование параметров усилителей.

Исследование каскадов предварительного усиления. Режим работы усилителя. Амплитудная характеристика. Диапазон частот. Коэффициент усиления. Коэффициент нелинейных искажений усилителя.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Осадченко В. Х. Осциллограф и генератор: Учебно-методическое пособие/Осадченко В. Х.- Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015, ISBN 978-5-7996-1571-0.-76. <http://www.iprbookshop.ru/68369.html>
2. Астайкин, А. И. Метрология и радиоизмерения : учебное пособие / А. И. Астайкин, А. П. Помазков, Ю. П. Щербак ; под редакцией А. И. Астайкин. — Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2010. — 405 с. — ISBN 978-5-9515-0137-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/18440>
3. Домашнева, Е. Л. Методы и средства измерений и контроля : методические указания к лабораторным работам / Е. Л. Домашнева. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 30 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/57601.html>

Дополнительная:

1. Раннев Г. Г., Тарасенко А. П. Методы и средства измерений: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 653700 "Приборостроение" специальности 190900 "Информационно-измерительная техника и технология"/Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко.-Москва: Академия, 2010, ISBN 978-5-7695-7075-9.-3301.-Библиогр.: с. 326-328
2. Осциллограф: Метод. указания/Перм. ун-т; Сост. А.С. Ажеганов и др..-Пермь, 2001.-24.-Библиогр.: с.24

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

- <https://info.metrologu.ru> Главный форум метрологов
- <https://info.metrologu.ru> Главный форум метрологов
- <https://studfile.net/preview/4114489/page:2/> Погрешности измерений
- http://www.eti.su/articles/spravochnik/spravochnik_618.html Классы точности приборов
- <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/97509/Компенсационный> Информация из энциклопедии
- <https://mirznanii.com/a/320832/kompensatsionnyy-metod-izmereniya> Информация об компенсационных методах
- https://studopedia.ru/4_127606_izmerenie-elektricheskikh-tokov-napryazheniy-soprotivleniy-moshchnosti-i-energii.html Измерение электрических токов, напряжений, сопротивлений, мощности и энергии
- http://www.eti.su/articles/izmeritelnaya-tehnika/izmeritelnaya-tehnika_1513.html Электротехинфо
- http://www.eti.su/articles/izmeritelnaya-tehnika/izmeritelnaya-tehnika_1513.html Электротехинфор
- <https://propribory.ru/static/upl/08-08-2018/1533717078305.pdf> Пример технического описания прибора
- https://studopedia.ru/1_126992_elektromehaniicheskie-izmeritelnie-pribori.html Электромеханические измерительные приборы
- https://studopedia.ru/10_134478_tsifrovie-voltmetri.html цифровые вольтметры
- https://studopedia.ru/3_91375_atsp-dvoynogo-integrirvaniya-integriruyushchiy-atsp.html АЦП двухкратного интегрирования
- <http://radiolamp.net/news/567-principy-raboty-i-parametry-yelektronno-luchevoj-trubki-yelt.html> ЭЛТ
- <http://elektrik.info/main/praktika/938-elektronnyy-oscillograf-ustroystvo-princip-raboty.html> Электронный осциллограф
- https://studopedia.ru/8_199936_vidi-razvertok-v-ostsillografe.html Виды разверток при осциллографировании
- <http://www.electroclub.info/article/oscillograf.htm> Использование осциллографа
- https://studopedia.ru/13_131750_didakticheskie-printsipi.html Спектральные характеристики сигналов
- <https://studfile.net/preview/5133294/> Анализатор спектра сигналов
- http://www.mai-trt.ru/docs/edu/met_lab_07.pdf Принцип действия измерителя АЧХ
- https://studopedia.ru/12_91249_izmerenie-amplitudno-chastotnih-harakteristik-chetirehpolyusnikov.html АЧХ четырехполюсников
- <https://cyberpedia.su/11x8608.html> Исследование усилителя звуковой частоты
- <https://www.стабилизатор.рф/reference/tech-articles/231-thd-special> Коэффициент гармоник и коэффициент нелинейных искажений

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Образовательный процесс по дисциплине **Метрология и электрорадиоизмерения** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:
- Образовательный процесс по дисциплине предполагает использование следующего информационных технологий, программного обеспечения и информационных справочных систем:
- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
 - доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
 - доступ в электронную информационно-образовательной среду университета (ЕТИС ПГНИУ);

- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Перечень используемого программного обеспечения:

- открытая система "ALT Linux"

- офисный пакет приложений "Libre office";

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиа контент PDF-файлов "Adobe Acrobat Reader DC";

- программы демонстрации видео материалов (проигрыватель) "Windows Media Plaer";

- программа просмотра интернет контента (браузер) "Google Chrome"

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Лекционные занятия, групповые (индивидуальные) консультации, мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран для проектора, компьютер/ноутбук), а также меловой (и) или маркерной доской.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории электрорадиоизмерений с техническим оснащением, представленным в паспорте лаборатории .

Самостоятельная работа.

Аудитория для самостоятельной работы, лаборатория электрорадиоизмерений, в том числе помещения Научной библиотеки ПГНИУ, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Метрология и электрорадиоизмерения**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3 способность разрабатывать и исследовать модели автоматизированных систем</p>	<p>Знать принципы создания информационно-измерительных систем. Уметь использовать современные цифровые приборы, создавать измерительные комплексы и экспериментальные установки Владеть приемами работы и контрольно-измерительными приборами</p>	<p align="center">Неудовлетворител ставится в том случае, когда студент обнаруживает незнание большей части программного материала, отвечает, как правило, лишь на наводящие вопросы преподавателя неуверенно. В письменных работах допускает частые и грубые ошибки, а также ставится в том случае, когда студент обнаруживает полное незнание пройденного учебного материала.</p> <p align="center">Удовлетворительн ставится в том случае, когда студент обнаруживает знание основного программного учебного материала. При применении знаний на практике испытывает некоторые затруднения и преодолевает их с небольшой помощью преподавателя. В устных ответах допускает ошибки при изложении материала и в построении речи. В письменных работах делает ошибки.</p> <p align="center">Хорошо ставится в том случае, когда студент знает весь требуемый программой материал, хорошо понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) отвечает без затруднений. Умеет применять полученные знания в практических заданиях. В письменных работах допускает только незначительные ошибки.</p> <p align="center">Отлично ставится в том случае, когда студент исчерпывающе знает весь программный материал, отлично понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) дает правильные, сознательные и уверенные ответы. В различных</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>практических заданиях умеет самостоятельно пользоваться полученными знаниями.</p>
<p>ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p>	<p>Знать особенности правил эксплуатации измерительных приборов. Уметь находить источники систематических погрешностей. Владеть приёмами, расширяющими пределы измерений измерительных приборов, а также приёмами обработки данных экспериментальных исследований..</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>ставится в том случае, когда студент обнаруживает незнание большей части программного материала, отвечает, как правило, лишь на наводящие вопросы преподавателя неуверенно. В письменных работах допускает частые и грубые ошибки, а также ставится в том случае, когда студент обнаруживает полное незнание пройденного учебного материала.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>ставится в том случае, когда студент обнаруживает знание основного программного учебного материала. При применении знаний на практике испытывает некоторые затруднения и преодолевает их с небольшой помощью преподавателя. В устных ответах допускает ошибки при изложении материала и в построении речи. В письменных работах делает ошибки.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>ставится в том случае, когда студент знает весь требуемый программой материал, хорошо понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) отвечает без затруднений. Умеет применять полученные знания в практических заданиях. В письменных работах допускает только незначительные ошибки.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>ставится в том случае, когда студент исчерпывающе знает весь программный материал, отлично понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) дает правильные, сознательные и уверенные ответы. В различных практических заданиях умеет самостоятельно пользоваться полученными знаниями.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2 способность осваивать и применять современные программные технические средства и методы исследования с использованием компьютерных технологий</p>	<p>Знать современные методы исследования. Уметь применять современные методы исследования с использованием компьютерных технологий Владеть навыками и приёмами организации экспериментов с использованием компьютерных технологий</p>	<p>Неудовлетворител ставится в том случае, когда студент обнаруживает незнание большей части программного материала, отвечает, как правило, лишь на наводящие вопросы преподавателя неуверенно. В письменных работах допускает частые и грубые ошибки, а также ставится в том случае, когда студент обнаруживает полное незнание пройденного учебного материала.</p> <p>Удовлетворительн ставится в том случае, когда студент обнаруживает знание основного программного учебного материала. При применении знаний на практике испытывает некоторые затруднения и преодолевает их с небольшой помощью преподавателя. В устных ответах допускает ошибки при изложении материала и в построении речи. В письменных работах делает ошибки.</p> <p>Хорошо ставится в том случае, когда студент знает весь требуемый программой материал, хорошо понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) отвечает без затруднений. Умеет применять полученные знания в практических заданиях. В письменных работах допускает только незначительные ошибки.</p> <p>Отлично ставится в том случае, когда студент исчерпывающе знает весь программный материал, отлично понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) дает правильные, сознательные и уверенные ответы. В различных практических заданиях умеет самостоятельно пользоваться полученными знаниями.</p>
<p>ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных</p>	<p>Знать основные электрические физические величины, методы их измерения, правила эксплуатации контрольно-</p>	<p>Неудовлетворител ставится в том случае, когда студент обнаруживает незнание большей части программного материала, отвечает, как</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками</p>	<p>измерительной техники и правила техники безопасности при измерениях электрических величин. Уметь пользоваться измерительной техникой, обрабатывать результаты экспериментов, выполнять отчет о проделанной работе. Владеть приемами организации физического эксперимента и приемами математической обработки экспериментальных данных.</p>	<p>Неудовлетворител правило, лишь на наводящие вопросы преподавателя неуверенно. В письменных работах допускает частые и грубые ошибки, а также ставится в том случае, когда студент обнаруживает полное незнание пройденного учебного материала.</p> <p>Удовлетворительн ставится в том случае, когда студент обнаруживает знание основного программного учебного материала. При применении знаний на практике испытывает некоторые затруднения и преодолевает их с небольшой помощью преподавателя. В устных ответах допускает ошибки при изложении материала и в построении речи. В письменных работах делает ошибки.</p> <p>Хорошо ставится в том случае, когда студент знает весь требуемый программой материал, хорошо понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) отвечает без затруднений. Умеет применять полученные знания в практических заданиях. В письменных работах допускает только незначительные ошибки.</p> <p>Отлично ставится в том случае, когда студент исчерпывающе знает весь программный материал, отлично понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) дает правильные, сознательные и уверенные ответы. В различных практических заданиях умеет самостоятельно пользоваться полученными знаниями.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	1. Введение. Основные вопросы метрологии. Классификация средств измерений. Входное тестирование	Проверка остаточных знаний по дисциплинам электричество и магнетизм, радиоэлектроника, линейные и нелинейные системы радиоэлектроники
ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками ПК.2 способность осваивать и применять современные программные технические средства и методы исследования с использованием компьютерных технологий ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем	3. Измерение напряжений и ЭДС компенсационными методами. Письменное контрольное мероприятие	Измерение постоянных электрических напряжений и ЭДС. Компенсационный метод измерений. Погрешность цифровых вольтметров постоянного тока. Поверка вольтметров.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками</p> <p>ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p>ПК.3 способность разрабатывать и исследовать модели автоматизированных систем</p>	<p>5. Измерение сопротивлений, параметров катушек индуктивности, конденсаторов мостовыми методами.</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Измерение индуктивностей, емкостей, сопротивлений двухполюсников.</p> <p>Определение резонансной частоты и добротности колебательного контура, методами исследования АЧХ, ударного возбуждения.</p>
<p>ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками</p> <p>ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p>ПК.3 способность разрабатывать и исследовать модели автоматизированных систем</p>	<p>7. Цифровые вольтметры. АЦП.</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Применение вольтметров переменного тока для измерений несинусоидальных периодических напряжений.</p> <p>Зависимость показаний вольтметра от формы напряжения.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками</p> <p>ПК.2 способность осваивать и применять современные программные технические средства и методы исследования с использованием компьютерных технологий</p> <p>ПК.3 способность разрабатывать и исследовать модели автоматизированных систем</p>	<p>8. Осциллографирование сигналов. Принцип действия осциллографа.</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Осциллографирование сигналов, определение параметров синусоидальных напряжений, периодических процессов, импульсов с большой скважностью, амплитудно-модулированных сигналов, наблюдение фигур лиссажу, определение времен задержки и разности фаз между двумя синусоидальными напряжениями, Наблюдение затухающих колебаний и определение параметров колебательного контура.</p>
<p>ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками</p> <p>ПК.2 способность осваивать и применять современные программные технические средства и методы исследования с использованием компьютерных технологий</p> <p>ПК.3 способность разрабатывать и исследовать модели автоматизированных систем</p>	<p>10. Анализ спектров радиотехнических сигналов.</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Спектральные характеристики сигналов. Мгновенный, текущий амплитудные спектры. Спектр сигналов с ЧМ и АМ модуляцией. Спектр одиночных радиоимпульсов и видеоимпульсов. Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов. Логарифмическая шкала амплитуд. Наблюдение спектра сигналов радиочастотного диапазона. Измерение напряжённости электромагнитного поля.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками</p>	<p>11. Исследование АЧХ четырехполосников. Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>АЧХ четырёхполосников. Электрические фильтры. Волновое сопротивление длинной линии. Принцип действия измерителя АЧХ.</p>
<p>ОПК.1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с математическими и компьютерными науками</p> <p>ОПК.2 способность создавать, анализировать, реализовывать математические и информационные модели с применением современных вычислительных систем</p> <p>ПК.2 способность осваивать и применять современные программные технические средства и методы исследования с использованием компьютерных технологий</p> <p>ПК.3 способность разрабатывать и исследовать модели автоматизированных систем</p>	<p>12. Исследование параметров усилителей. Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Усилительный каскад ар схеме с рбщим эмиттером. Режим работы усилителя. АЧХ усилителя. Амплитудная характеристика усилителя. Коэффициент нелинейных искажений усилителя. Прибор для измерения нелинейных искажений усилителей и коэффициента гармоник сигналов.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

1. Введение. Основные вопросы метрологии. Классификация средств измерений.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Незначительное, не более 10 % количество ошибок в ответах тестовых заданий. Их	92

отсутствие - 100 баллов.	
Количество ошибок в ответах тестовых заданий не превышает 30 %	60
Количество ошибок в ответах тестовых заданий не превышает 50 %	41
Количество ошибок в ответах тестовых заданий превышает 50 %	0

3. Измерение напряжений и ЭДС компенсационными методами.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **8**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторной работы	6
Ответы на вопросы по теме лабораторной работы.	5
Выполнение обработки результатов поверки и отчета о лабораторной работе.	4

5. Измерение сопротивлений, параметров катушек индуктивности, конденсаторов мостовыми методами.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **6**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторной работы.	6
Поиск систематических ошибок при измерениях разными методами..	5
Выполнение обработки даных измерений,.	4

7. Цифровые вольтметры. АЦП.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **6**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторной работы	6
Поиск и коррекция систематической ошибки при измерениях несинусоидальных напряжений. Объяснение расхождений между показаниями цифрового осциллографа и цифрового вольтметра.	5
ричей о лабораторной работе	4

8. Осциллографирование сигналов. Принцип действия осциллографа.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **6**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторной работы	6
Ответы на вопросы по теме лабораторной работы	5
Отчет о произведённых измерениях	4

10. Анализ спектров радиотехнических сигналов.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторной работы	5
Ответы на вопросы по теме лабораторной работы	3
Выполнение отчета о лабораторной работе и обработка результатов измерений и наблюдений.	2

11. Исследование АЧХ четырехполосников.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **4**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторной работы	5
Ответы на вопросы по теме лабораторной работы	3
Отчет о результатах измерений и наблюдений	2

12. Исследование параметров усилителей.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Расчет и сборка каскада предварительного усилителя по схеме с общим эмиттером по техническому заданию преподавателя.	8
Измерение технических характеристик собранного усилителя. Проверка режима по постоянному току и составление карты напряжений. Определение амплитудной характеристики. Определение нижней граничной частоты усиления. Измерение коэффициента нелинейных искажений усилителя.	8
Ответы на вопросы по теме лабораторной работы	4