

**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

**МЕТОДЫ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Код УМК 76908

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

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Методы радиофизических измерений

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

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

Направление: **03.03.03** Радиофизика  
направленность Электроника, микро- и наноэлектроника

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Методы радиофизических измерений** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**03.03.03** Радиофизика (направленность : Электроника, микро- и наноэлектроника)

**ПК.1** способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

**ПК.2** способность использовать основные методы радиофизических измерений

**ПК.5** способность к организации работы молодежных коллективов исполнителей

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	03.03.03 Радиофизика (направленность: Электроника, микро- и наноэлектроника)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	8
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	2
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	72
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	28
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	44
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (8 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Методы радиофизических измерений. Первый семестр**

Понятия процесса измерений, эталона. Меры, измерительного прибора, измерительной установки. Классификация средств измерений. Правила эксплуатации приборов, правила техники безопасности, принципы действия измерительных приборов. Методы измерения физических величин.

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

Понятия процесса измерений, эталона. Меры, измерительного прибора, измерительной установки. Классификация средств измерений. Правила техники безопасности. Погрешности измерений.

#### **2. Погрешности измерений. Классы точности приборов.**

Систематические и случайные погрешности в физическом эксперименте. Статистическая обработка экспериментальных данных. Классы точности приборов. Влияние измерительных приборов на объект исследования. Влияние факторов окружающей среды на показания измерительной техники.

#### **3. Измерение напряжений и ЭДС компенсационными методами.**

Методы измерений электрических напряжений. Компенсационный метод измерений. Измерение ЭДС. Влияние характеристик нуль-индикатора на точность измерений. Замещающие и шунтирующие декады.

#### **4. Измерение силы электрического тока.**

Преобразователи ток-напряжение. Измерение силы электрического тока электромеханическими приборами. Расширение пределов измерения с помощью измерительного шунта.

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

Мост Шеринга. Измерение мостовым методом на постоянном токе. Применение мостового метода на переменном токе. Измерение индуктивности и ёмкости. Схемы замещения катушки индуктивности и конденсатора.

#### **6. Электромеханические измерительные приборы.**

Принцип действия магнито-электрических, электромагнитных, и других электромеханических приборов. Особенности их применения.

#### **7. Цифровые вольтметры. АЦП.**

Время-импульсные и частот-импульсные преобразователи. АЦП однократного и двухкратного интегрирования. Погрешности измерений цифровых вольтметров.

#### **8. Осциллографирование сигналов. Принцип действия осциллографа.**

Принцип действия электронно-лучевой трубки. Развертка изображения и получение образа электрического сигнала на экране осциллографа. Основные узлы осциллографа. Структурная схема осциллографа. Органы управления осциллографа.

#### **9. Использование различных режимов синхронизации при осциллографировании сигналов.**

Применение различных видов синхронизации и развертки в процессе экспериментальных исследований.

1. ЭЛТ без развертки. Измерение постоянных напряжений.
2. Внешняя развертка.
3. Фигуры Лиссажу.
4. Автоматическая линейная развертка.
5. Ждущая развертка.
6. Развертка с синхронизацией с внешним запуском.
7. Стобоскопическая развертка.

## 8. Круговая развертка.

Определение интервалов времени и напряжений при наблюдении электрических сигналов.

### 10. Анализ спектров радиотехнических сигналов.

Спектр периодических сигналов. Спектральная плотность непериодического сигнала. Модуль и фаза спектральной плотности сигнала. Мгновенный и текущий спектр. Коэффициент гармоник периодического сигнала. Принцип действия параллельного анализатора спектра, принцип действия последовательного анализатора спектра.

### 11. Измерение напряженности поля.

Измерение напряженности полей радиочастотного диапазона. Измерительные антенны. Действующая высота антенны. Диаграмма направленности и коэффициент усиления антенны. Согласующие и симметрирующие устройства.

### 12. Исследование АЧХ четырехполюсников.

Измерительные комплексы для автоматического исследования АЧХ. Измерение АЧХ фильтров. Измерение волнового сопротивления с помощью прибора Х1-47. Использование частотных меток.

### 13. Исследование параметров усилителей.

Измерение режима работы усилителей по постоянному току. Проверка работоспособности резисторов, конденсаторов, транзисторов универсальным ампервольтметром. Испытание усилителей. Измерение коэффициента передачи по напряжению, измерение входного и выходного сопротивлений, измерение частотного диапазона, исследование амплитудной характеристики. Измерение коэффициента нелинейных искажений.

### 14. Измерительные генераторы.

Принцип действия измерительных генераторов звукового диапазона. особенности применения и структурная схема.

Принцип действия измерительных генераторов радиочастотного диапазона. особенности применения и структурная схема.

Принцип действия измерительных генераторов импульсов. особенности применения и структурная схема.

Принцип действия измерительных генераторов шума. особенности применения и структурная схема.

### Итоговое контрольное мероприятие

Итоговое контрольное мероприятие -зачет

Вопросы к зачету:

1. Классификация средств измерений.
2. Погрешности измерений.
3. Методы измерений ЭДС.
4. Методы измерения напряжений.
5. Методы измерения силы электрического тока.
6. Цифровые универсальные вольтметры.
7. Детекторы среднего выпрямленного, действующего и пикового значений.
8. Измерительные генераторы и лабораторные источники питания.
9. Методы измерений полного комплексного сопротивления двухполюсников. Схемы замещения конденсаторов и катушек индуктивности.
10. Методы измерения частоты и интервалов времени.

11. Цифровые частотомеры.
12. Осциллографирование сигналов.
13. Измерение параметров четырёхполюсников.
14. Спектральные характеристики сигналов.

## **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. Булгаков, О. М. Теоретические основы, методы и техника электрорадиоизмерений : учебное пособие / О. М. Булгаков, О. В. Четкин. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 158 с. — ISBN 978-5-4486-0117-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/70282.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>

### Дополнительная:

1. Афонский, А. А. Измерительные приборы и массовые электронные измерения / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов ; под редакцией В. П. Дьяконова. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2019. — 541 с. — ISBN 5-98003-290-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/90279>

2. Метрология. Теория измерений : учебник для среднего профессионального образования / В. А. Мещеряков, Е. А. Бадеева, Е. В. Шалобаев ; под общей редакцией Т. И. Мурашкиной. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 167 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08652-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/437560>

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

- <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/125727/Радиоизмерения> Определения
- [https://studopedia.ru/2\\_59534\\_izmereniya-fizicheskikh-velichin.html](https://studopedia.ru/2_59534_izmereniya-fizicheskikh-velichin.html) Измерения физических величин
- <https://studfile.net/preview/634767/> Основные вопросы метрологии
- [https://studopedia.ru/18\\_18521\\_klassifikatsiya-sredstv-izmereniy.html](https://studopedia.ru/18_18521_klassifikatsiya-sredstv-izmereniy.html) Классификация средств измерений
- [https://studopedia.ru/7\\_19558\\_pogreshnosti-izmereniy.html](https://studopedia.ru/7_19558_pogreshnosti-izmereniy.html) Погрешности измерений и экспериментов
- [https://studopedia.ru/14\\_42760\\_chno-takoe-klass-tochnosti-sredstva-izmereniy.html](https://studopedia.ru/14_42760_chno-takoe-klass-tochnosti-sredstva-izmereniy.html) Классы точности приборов
- <http://docs.cntd.ru/document/1200004515> ГОСТ
- <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/97509/Компенсационный> Компенсационный метод измерений.
- <https://mirznanii.com/a/320832/kompensatsionnyy-metod-izmereniya> Потенциометры.
- [http://jelektro.ru/elektricheskie-terminy/kak\\_izmerit\\_tok.html](http://jelektro.ru/elektricheskie-terminy/kak_izmerit_tok.html) Способы измерения силы тока
- <https://studfile.net/preview/3774733/page:3/> Погрешности при измерениях силы тока
- [https://studopedia.ru/12\\_91244\\_mostovoy-metod.html](https://studopedia.ru/12_91244_mostovoy-metod.html) Мостовые методы измерений комплексных сопротивлений двухполюсников
- [https://studopedia.ru/10\\_274731\\_mostovie-shemi-izmeriteley-parametrov-elementov.html](https://studopedia.ru/10_274731_mostovie-shemi-izmeriteley-parametrov-elementov.html) Схемы мостовых измерителей
- [https://studopedia.ru/5\\_88494\\_vopros--elektromehhanicheskie-pribori.html](https://studopedia.ru/5_88494_vopros--elektromehhanicheskie-pribori.html) Классификация электромеханических измерительных систем
- <http://samzan.ru/173390> Классификация электромеханических измерительных приборов
- [https://studopedia.ru/10\\_134478\\_tsifrovie-voltmetri.html](https://studopedia.ru/10_134478_tsifrovie-voltmetri.html) Принцип действия цифровых вольтметров
- [https://studopedia.ru/3\\_91375\\_atsp-dvoynogo-integrirvaniya-integriruyushchiy-atsp.html](https://studopedia.ru/3_91375_atsp-dvoynogo-integrirvaniya-integriruyushchiy-atsp.html) АЦП двойного интегрирования
- [https://studopedia.ru/3\\_181056\\_elektronno-luchevaya-trubka-elt.html](https://studopedia.ru/3_181056_elektronno-luchevaya-trubka-elt.html) Принцип работы ЭЛТ
- [https://studopedia.ru/8\\_199935\\_strukturnaya-shema-universalnogo-ostsillografa.html](https://studopedia.ru/8_199935_strukturnaya-shema-universalnogo-ostsillografa.html) Структурная схема осциллографа
- <https://studfile.net/preview/5868895/page:3/> Режимы синхронизации осциллографов
- <http://www.electroclub.info/article/oscillograf.htm> Эксплуатация осциллографов
- <https://studfile.net/preview/1789550/page:7/> Спектральные характеристики сигналов
- [https://studopedia.ru/6\\_25017\\_strukturnie-shemi-analizatorov-spektra.html](https://studopedia.ru/6_25017_strukturnie-shemi-analizatorov-spektra.html) Устройство анализаторов спектра
- [https://studopedia.ru/9\\_101076\\_elektromagnitnie-polya.html](https://studopedia.ru/9_101076_elektromagnitnie-polya.html) Напряжённость электромагнитного поля
- [https://studme.org/194619/tehnika/izmeritelnye\\_priemniki](https://studme.org/194619/tehnika/izmeritelnye_priemniki) Принцип действия измерительного радиоприёмного устройства
- [https://studopedia.ru/12\\_91249\\_izmerenie-amplitudno-chastotnih-harakteristik-chetirehpolyusnikov.html](https://studopedia.ru/12_91249_izmerenie-amplitudno-chastotnih-harakteristik-chetirehpolyusnikov.html) Принцип действия измерителя АЧХ
- [https://studopedia.ru/20\\_41348\\_volnovoe-soprotivlenie.html](https://studopedia.ru/20_41348_volnovoe-soprotivlenie.html) Измерение волнового сопротивления кабеля
- [https://studopedia.ru/2\\_24315\\_metodi-izmereniya-osnovnih-parametrov-usilitelya.html](https://studopedia.ru/2_24315_metodi-izmereniya-osnovnih-parametrov-usilitelya.html) Технические характеристики усилителей ЗЧ
- [https://studopedia.ru/view\\_misi.php?id=71](https://studopedia.ru/view_misi.php?id=71) Коэффициент гармоник сигнала и коэффициент нелинейных искажений усилителя
- [https://studopedia.ru/13\\_138012\\_generatori-garmonicheskikh-kolebaniy.html](https://studopedia.ru/13_138012_generatori-garmonicheskikh-kolebaniy.html) классификация измерительных генераторов

<https://helpiks.org/7-74582.html> измерительные генераторы

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

Образовательный процесс по дисциплине **Методы радиофизических измерений** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: В учебном процессе для освоения дисциплины могут использоваться различные информационные технологии:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
- 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 необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
2. Программы для демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
3. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome».
4. Офисный пакет приложений «LibreOffice»

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**

В учебном процессе для освоения дисциплины могут использоваться компьютерное и мультимедийное оборудование: лекции готовятся в формате презентаций (MS Power Point), где отражаются ключевые содержательные моменты материалов курса.

Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная презентационной техникой:

- 1) персональный компьютер или ноутбук с соответствующим программным обеспечением;
- 2) мультимедийное оборудование (проектор, экран);
- 3) маркерная доска и маркеры (или меловая доска и мел).

Аудитория для лабораторных занятий.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории электрорадиоизмерений.

Учебные места лаборатории :

1. Поверка вольтметров

2. Измерение параметров четырехполюсников
  3. Измерение постоянных, переменных и пульсирующих напряжений низкой частоты
  4. Осциллографирование сигналов
  5. Измерение магнитных характеристик ферроколлоидов
  6. Анализ спектральных характеристик радиотехнических сигналов
  7. Исследование и измерение характеристик усилителей низкой частоты
  8. Измерение коэффициента нелинейных искажений усилителя и коэффициента гармоник периодических напряжений
- Техническое оснащение лаборатории радиофизических измерений представлено в паспорте лаборатории

Групповые (индивидуальные) консультации, мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран для проектора, компьютер/ноутбук с соответствующим программным обеспечением), а также меловой (и) или маркерной доской

Помещение для самостоятельной работы.

Помещения лаборатории радиофизических измерений и библиотеки с персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной сетям.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами 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  
Методы радиофизических измерений**

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

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.2</b> способность использовать основные методы радиофизических измерений</p>	<p>знать методы радиофизических измерений, основные физические явления и законы, на которых данные методы основаны. уметь организовывать эксперимент с целью измерения физических электрических величин, обрабатывать экспериментальные данные. владеть приёмами работы с контрольно-измерительной техникой.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> 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"><b>Удовлетворительн</b> 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"><b>Хорошо</b> 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"><b>Отлично</b> 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</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>самостоятельно пользоваться полученными знаниями.</p>
<p><b>ПК.1</b> способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p>	<p>Знать правила технической эксплуатации измерительной техники, правило техники безопасности при работе с измерительной техникой. Уметь применять контрольно-измерительную технику с учетом особенностей её конструкции и принципов действия. Владеть приёмами работы с измерительной техникой.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></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 align="center"><b>Удовлетворительн</b></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 align="center"><b>Хорошо</b></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 align="center"><b>Отлично</b></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>
<p><b>ПК.5</b> способность к организации работы</p>	<p>Знать методы организации рабочего процесса в исследовательской</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает методы организации рабочего процесса в исследовательской лаборатории.</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p>молодежных коллективов исполнителей</p>	<p>лаборатории. Уметь организовывать и распределять работы, владеть психологическими приёмами работы с членами молодёжного коллектива.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b>  Не умеет организовывать и распределять работы, не владеет психологическими приёмами работы с членами молодёжного коллектива.</p> <p><b>Удовлетворительн</b>  Частично сформированные знания методов организации рабочего процесса в исследовательской лаборатории. Частично сформированное умение организовывать и распределять работы. Посредственное владение психологическими приёмами работы с членами молодёжного коллектива.</p> <p><b>Хорошо</b>  Сформированные, но содержащие пробелы знания методов организации рабочего процесса в исследовательской лаборатории. Сформированное, но содержащие пробелы умение организовывать и распределять работы. Неуверенное владение психологическими приёмами работы с членами молодёжного коллектива.</p> <p><b>Отлично</b>  Полностью сформированные знания методов организации рабочего процесса в исследовательской лаборатории. Сформированное умение организовывать и распределять работы. Уверенное владение психологическими приёмами работы с членами молодёжного коллектива.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**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 54 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 54 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	1. Введение. Основные вопросы метрологии. Классификация средств измерений. <b>Входное тестирование</b>	Проверяются знания полученные при изучении курса "Общего физического практикума"
<b>ПК.1</b> способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования <b>ПК.2</b> способность использовать основные методы радиофизических измерений	3. Измерение напряжений и ЭДС компенсационными методами. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Определение погрешности измерений. Производство проверки и поверки вольтметров постоянного тока. Компенсационный метод измерения ЭДС.
<b>ПК.1</b> способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования <b>ПК.2</b> способность использовать основные методы радиофизических измерений	7. Цифровые вольтметры. АЦП. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Электронные цифровые вольтметры. Измерение несинусоидальных периодических напряжений.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p> <p><b>ПК.2</b> способность использовать основные методы радиофизических измерений</p>	<p>10. Анализ спектров радиотехнических сигналов.</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Измерение спектральных характеристик сигналов. Коэффициент гармоник, Анализатор спектра, Селективный микровольтметр.</p>
<p><b>ПК.1</b> способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p> <p><b>ПК.2</b> способность использовать основные методы радиофизических измерений</p> <p><b>ПК.5</b> способность к организации работы молодежных коллективов исполнителей</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Основные вопросы метрологии. Классификация средств измерений. Погрешности измерений. Классы точности приборов. Измерение напряжений и ЭДС компенсационными методами. Измерение силы электрического тока. Измерение сопротивлений, параметров катушек индуктивности, конденсаторов мостовыми методами. Электромеханические измерительные приборы. Цифровые вольтметры. АЦП. Осциллографирование сигналов. Принцип действия осциллографа. Использование различных режимов синхронизации при осциллографировании сигналов. Анализ спектров радиотехнических сигналов. Измерение напряженности поля. АЧХ четырехполюсников. Исследование параметров усилителей. Измерительные генераторы.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

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

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Допущено ошибок при входном тестировании менее 10%	81
Допущено ошибок при входном тестировании менее 30%	

	61
Допущено ошибок при входном тестировании менее 50%	41
Допущено ошибок при входном тестировании более 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: **20**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторных работ.	8
Ответы на вопросы по теме лабораторных работ.	8
Обработка результатов измерений и представление отчета о выполнении работ.	4

### 7. Цифровые вольтметры. АЦП.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

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

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

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторной работы.	8
Ответы на вопросы к лабораторной работе.	8
Представление отчета о результатах лабораторной работы.	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: **20**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнение лабораторных работ	8
Ответ на вопросы по лабораторной работе	8
Отчет о лабораторной работе	4

### Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **36 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **21**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

1. Ответ на 1 вопрос экзаменационного билета.	10
4. Ответы на дополнительный вопрос к 2 вопросу экзаменационного билета.	10
3. Ответ на 2 вопрос экзаменационного билета.	10
2. Ответы на дополнительный вопрос к 1 вопросу экзаменационного билета	10