

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

Авторы-составители: **Вольхин Игорь Львович**  
**Лунегов Игорь Владимирович**

Рабочая программа дисциплины

**РАДИОЧАСТОТНЫЕ И ОПТОВОЛОКОННЫЕ СРЕДСТВА СВЯЗИ  
(СПЕЦПРАКТИКУМ)**

Код УМК 85935

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

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Радиочастотные и оптоволоконные средства связи (спецпрактикум)

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

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

Направление: **03.04.03** Радиофизика

направленность Радиоэлектроника, телекоммуникации и интеллектуальные системы

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

В результате освоения дисциплины **Радиочастотные и оптоволоконные средства связи (спецпрактикум)** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**03.04.03** Радиоп физика (направленность : Радиоэлектроника, телекоммуникации и интеллектуальные системы)

**ОПК.3** способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиоп физики, необходимых для решения научно-исследовательских задач

**ПК.3** способность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей

#### 4. Объем и содержание дисциплины

|   |  |
|---|--|
| <b>Направления подготовки</b>                                       | 03.04.03 Радиофизика (направленность: Радиоэлектроника, телекоммуникации и интеллектуальные системы)       |
| <b>форма обучения</b>   | очная  |
| <b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>            | 4  |
| <b>Объем дисциплины (з.е.)</b>                                      | 3  |
| <b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>                                   | 108  |
| <b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>   | 36   |
| <b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b> | 36   |
| <b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>                             | 72   |
| <b>Формы текущего контроля</b>                                      | Входное тестирование (1)<br>Защищаемое контрольное мероприятие (3)<br>Итоговое контрольное мероприятие (1) |
| <b>Формы промежуточной аттестации</b>                               | Зачет (4 триместр)   |

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

### **Радиочастотные и оптоволоконные средства связи (спецпрактикум).**

1. Введение.
2. Измерение полых сопротивлений методом измерительной линии.
3. Изучение работы генератора на отражательном клистроне.
4. Испытание некоторых типов поверхностных антенн.
5. Измерение полных сопротивлений волновым методом.
6. Эффект Фарадея на сверхвысоких частотах.
7. Исследование телекоммуникационных линий связи.
8. Исследование современных оптоволоконных систем коммуникации.

#### **Введение**

Инструктаж по технике безопасности. Инструктаж по пожарной безопасности. Входной контроль.

#### **Измерение полных сопротивлений методом измерительной линии**

Изучение конструкции и принципа работы коаксиальной измерительной линии. Измерение комплексных сопротивлений различных видов нагрузок на различных частотах.

#### **Изучение работы генератора на отражательном клистроне**

Изучение конструкции и принципа действия генератора на отражательном клистроне. Исследование областей генерации. Измерение длины волны и частоты генератора.

#### **Измерение параметров полых резонаторов**

Изучение конструкции и принципа действия коаксиального полуволнового полого резонатора. Определение основных параметров полых резонаторов.

#### **Испытание некоторых типов поверхностных антенн**

Изучение конструкции и принципа действия пирамидальных и параболических рупорных СВЧ-антенн. Исследование диаграмм направленности пирамидальных и параболических рупорных антенн.

#### **Измерение полных сопротивлений волновым методом**

Конструкция и принцип действия двойного волноводного тройника (моста). Измерение полных сопротивлений мостовым методом.

#### **Эффект Фарадея на сверхвысоких частотах**

Конструкция и принцип действия ячейки Фарадея, Исследование эффекта Фарадея на сверхвысоких частотах.

#### **Исследование телекоммуникационных линий связи**

Конструкция и принцип действия телекоммуникационных линий связи. Исследование радиочастотных и оптоволоконных линий связи.

#### **Исследование современных оптоволоконных систем коммуникации**

Конструкция и принцип действия современных оптоволоконных систем коммуникации. Исследование оптоволоконных систем коммуникации.

#### **Итоговое контрольное мероприятие**

Список вопросов итогового контрольного мероприятия.

## **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. Радиочастотные и оптоволоконные линии связи. Антенны и устройства СВЧ. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов физического факультета, обучающихся по специальности "Радиофизика и электроника"/ Министерство образования и науки Российской Федерации, Пермский государственный национальный исследовательский университет. - Пермь: Издательство Пермского государственного национального исследовательского университета, 2012, ISBN 978-5-7944-2008-1. -86.-Библиогр. в конце работ
2. Исследование телекоммуникационных линий связи: практикум/ Министерство образования и науки Российской Федерации, Пермский государственный национальный исследовательский университет. - Пермь, 2017. -32.
3. Шангина, Л. И. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Л. И. Шангина. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 301 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13939>
4. Радиочастотные и оптоволоконные линии связи. Антенны и устройства СВЧ. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов физического факультета, обучающихся по специальности "Радиофизика и электроника"/ М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-2008-1. -1. <http://www.campus.psu.ru/library/node/18818>

### Дополнительная:

1. Квантовая и полупроводниковая электроника: лабораторный практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки магистров "Нанотехнологии и микросистемная техника"/ Министерство образования и науки Российской Федерации, Пермский государственный национальный исследовательский университет. -Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018, ISBN 978-5-7944-3032-5. -167.-Библиогр. в конце разд. <https://elis.psu.ru/node/494001>
2. Лебедев И. В. Техника и приборы СВЧ. учебник для вузов по специальности "Электронные приборы" Т. 1. Техника сверхвысоких частот/ И. В. Лебедев ; ред. Н. Д. Девятков. -2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Высшая школа, 1970. -439.-Библиогр.: с. 433-434. - Алф. указ.: с. 435-439
3. Лебедев И. В. Техника и приборы СВЧ. учебник для вузов по специальности "Электронные приборы" Т. 2. Электроракумные приборы СВЧ/ И. В. Лебедев ; ред. Н. Д. Девятков. -2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Высшая школа, 1972. -375.-Библиогр.: с. 369-371. - Алф. указ.: с. 372-375
4. Ажеганов А. С., Вольхин И. Л., Шестакова Н. К. Квантовая и полупроводниковая электроника: курс лекций: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки магистров "Нанотехнологии и микросистемная техника"/ А. С. Ажеганов, И. Л. Вольхин, Н. К. Шестакова. - Пермь: ПГНИУ, 2018, ISBN 978-5-7944-3213-8. -159. <https://elis.psu.ru/node/557330>

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

**WWW.KNIGA.SELUK.RU** Электронные приборы СВЧ и квантовые приборы

**[https://studme.org/270070/tehnika/fizicheskie\\_osnovy\\_kvantovoy\\_elektroniki](https://studme.org/270070/tehnika/fizicheskie_osnovy_kvantovoy_elektroniki)** Физические основы квантовой электроники

**<https://dic.academic.ru/>** Большая Советская энциклопедия

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

Образовательный процесс по дисциплине **Радиочастотные и оптоволоконные средства связи (спецпрактикум)** 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](http://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**

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.

Для проведения лабораторных занятий по дисциплине необходима лаборатория сверхвысоких частот оборудованная:

1. Магнитно-маркерной или меловой доской;
2. Мультимедийным оборудованием для показа компьютерных презентаций и визуализированных



материалов.

Оснащенная макетами лабораторных работ:

1. Измерение полных сопротивлений методом измерительной линии.
2. Изучение работы генератора на отражательном клистроне,
3. Измерение параметров полых резонаторов,
4. Испытание некоторых типов поверхностных антенн,
5. Измерение полных сопротивлений мостовым методом,
6. Эффект Фарадея на СВЧ,
7. Лабораторная станция оптоволоконной связи NI ELVIS II,
8. Исследование телекоммуникационных линий связи.

Техническое оснащение лаборатории сверхвысоких частот представлено в паспорте лаборатории.

Аудитория для самостоятельной работы:

- 1) компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», с доступом в электронную информационно-образовательную среду ПГНИУ;
- 2) помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

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  
Радиочастотные и оптоволоконные средства связи (специпрактикум)**

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

| Компетенция  | Планируемые результаты обучения   | Критерии оценивания результатов обучения  |
|--|---|---|
| <p><b>ОПК.3</b><br/>способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач</p> | <p>знать теоретические основы создания усилителей и генераторов СВЧ-диапазона;<br/>уметь использовать усилители и генераторы СВЧ-диапазона;<br/>владеть навыками экспериментального исследования основных характеристик различных типов усилителей и генераторов СВЧ-диапазона.</p> | <p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает теоретические основы создания усилителей и генераторов СВЧ-диапазона;<br/>Не умеет использовать усилители и генераторы СВЧ-диапазона;<br/>Не владеет навыками экспериментального исследования основных характеристик различных типов усилителей и генераторов СВЧ-диапазона.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает неуверенно теоретические основы создания усилителей и генераторов СВЧ-диапазона; Демонстрирует частично сформированное умение использовать усилители и генераторы СВЧ-диапазона, не может определить границы частотного диапазона и погрешности измерения приборов;<br/>Владеет неуверенно и фрагментарно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов усилителей и генераторов СВЧ-диапазона может провести измерения основных характеристик СВЧ-с генераторов в составе малой группы в качестве исполнителя.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает уверенно теоретические основы создания усилителей и генераторов СВЧ-диапазона, однако затрудняется объяснить причины ограничения диапазона рабочих частот;<br/>умеет уверенно использовать усилители и генераторы СВЧ-диапазона, однако имеются отдельные пробелы в области их включения в антенно-волнопроводные тракты ;<br/>владеет уверенно методиками</p> |

| Компетенция  | Планируемые результаты обучения  | Критерии оценивания результатов обучения  |
|--|--|---|
|  |  | <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>экспериментального исследования основных характеристик различных типов усилителей и генераторов СВЧ-диапазона, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает уверенно теоретические основы создания усилителей и генераторов СВЧ-диапазона, демонстрирует систематические знания основных причин ограничения характеристик приборов СВЧ-диапазона, может ответить на дополнительные вопросы преподавателя;</p> <p>умеет уверенно использовать усилители и генераторы СВЧ-диапазона, может объяснить в следствие каких причин возникают потери энергии при включении их в СВЧ-тракты и как минимизировать возникающие потери, использует дополнительные источники информации при ответе на вопросы;</p> <p>владеет уверенно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов передающих линий на СВЧ, может провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений.</p> |
| <p><b>ОПК.3</b><br/>способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач</p> | <p>знать теоретические основы создания СВЧ-антенн; уметь изображать структуры основных типов электромагнитных волн в различных типах СВЧ-антенн; владеть навыками экспериментального исследования основных характеристик различных типов СВЧ-антенн.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает теоретические основы создания СВЧ-антенн; не умеет изображать структуры основных типов электромагнитных волн в различных типах СВЧ-антенн; не владеет навыками экспериментального исследования основных характеристик различных типов СВЧ-антенн.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает неуверенно теоретические основы создания основных типов СВЧ-антенн, имеет общие, но не структурированные знания</p>  |

| Компетенция | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения  |
|-------------|---------------------------------|---|
|             |                                 | <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>основных положений и упрощающих предположений, используемых при их проектировании;<br/> Демонстрирует частично сформированное умение изображать структуры основных типов электромагнитных волн в различных типах СВЧ-антенн, не может указать диапазон рабочих частот основных типов СВЧ-антенн;<br/> Владеет неуверенно и фрагментарно методиками экспериментального исследования основных характеристик СВЧ-антенн, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает уверенно теоретические основы создания основных типов СВЧ-антенн, однако имеются отдельные пробелы в области применимости упрощающих предположений используемых при проектировании СВЧ-антенн;<br/> умеет уверенно изображать структуры основных типов электромагнитных волн в различных типах СВЧ-антенн, однако затрудняется объяснить в следствие каких причин возникают потери энергии в СВЧ-антеннах;<br/> владеет уверенно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов СВЧ-антенн, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает уверенно теоретические основы создания основных типов СВЧ-антенн, демонстрирует систематические знания основных положений теории и области применимости упрощающих предположений, используемых при их проектировании, может ответить на дополнительные вопросы преподавателя;<br/> умеет уверенно изображать структуры</p> |

| Компетенция  | Планируемые результаты обучения  | Критерии оценивания результатов обучения   |
|--|--|--|
|  |  | <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>основных типов электромагнитных волн в различных типах СВЧ-антенн, может объяснить в следствие каких причин возникают потери энергии и как это влияет на диаграммы направленности СВЧ-антенн, использует дополнительные источники информации при ответе на вопросы, может объяснить в следствие каких причин возникают отличия формы сигнала на входе и выходе СВЧ-антенн и возможные способы их компенсации;</p> <p>владеет уверенно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов СВЧ-антенн, может провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений.</p>   |
| <p><b>ОПК.3</b><br/>способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач</p> | <p>знать теоретические основы работы телекоммуникационных линий связи; уметь использовать различные виды телекоммуникационных линий связи для передачи аналоговых и цифровых сигналов; владеть навыками экспериментального исследования основных характеристик различных типов телекоммуникационных линий связи.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает теоретические основы работы телекоммуникационных линий связи; не умеет использовать различные виды телекоммуникационных линий связи для передачи аналоговых и цифровых сигналов; не владеет навыками экспериментального исследования основных характеристик различных типов телекоммуникационных линий связи.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает неуверенно теоретические основы работы телекоммуникационных линий связи, имеет общие, но не структурированные знания основных положений и упрощающих предположений, используемых при их проектировании;</p> <p>Демонстрирует частично сформированное умение изображать структуры основных типов электромагнитных волн в различных типах телекоммуникационных линий связи, не может указать диапазон рабочих частот основных типов телекоммуникационных линий связи;</p> |

| Компетенция | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения  |
|-------------|---------------------------------|---|
|             |                                 | <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Владеет неуверенно и фрагментарно методиками экспериментального исследования основных характеристик телекоммуникационных линий связи, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает уверенно теоретические основы создания основных типов телекоммуникационных линий связи, однако имеются отдельные пробелы в области применимости упрощающих предположений используемых при проектировании телекоммуникационных линий связи; умеет уверенно изображать структуры основных типов электромагнитных волн в различных типах телекоммуникационных линий связи, однако затрудняется объяснить в следствие каких причин возникают потери энергии;</p> <p>владеет уверенно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов телекоммуникационных линий связи, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает уверенно теоретические основы создания основных типов телекоммуникационных линий связи, демонстрирует систематические знания основных положений теории и области применимости упрощающих предположений, используемых при их проектировании, может ответить на дополнительные вопросы преподавателя; умеет уверенно изображать структуры основных типов электромагнитных волн в различных типах телекоммуникационных линий связи, может объяснить в следствие каких причин возникают потери энергии и как это влияет на их основные</p> |

| Компетенция   | Планируемые результаты обучения   | Критерии оценивания результатов обучения   |
|---|---|--|
|   |   | <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>характеристики, использует дополнительные источники информации при ответе на вопросы, может объяснить в следствие каких причин возникают отличия формы сигнала на входе и выходе телекоммуникационных линий связи и возможные способы их компенсации;</p> <p>владеет уверенно методиками экспериментального исследования основных характеристик различных типов телекоммуникационных линий связи, может провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений.</p>   |
| <p><b>ПК.3</b><br/>способность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей</p> | <p>знать основные принципы работы элементов СВЧ антенно-волноводных трактов, СВЧ-антенн, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи; уметь использовать элементы СВЧ антенно-волноводных трактов, СВЧ-антенн, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов ,а также телекоммуникационных линий связи для решения учебных, научных и производственных задач; владеть методами расчета и экспериментального исследования основных характеристик элементов волноводной техники, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи.</p> | <p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные принципы работы элементов СВЧ антенно-волноводных трактов, СВЧ-антенн, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи; Не умеет правильно использовать элементы СВЧ антенно-волноводных трактов, СВЧ-антенн, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи для решения учебных, научных и производственных задач; Не владеет методами расчета и экспериментального исследования основных характеристик элементов волноводной техники, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает неуверенно принципы работы элементов СВЧ антенно-волноводных трактов, СВЧ-антенн, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также</p> |

| Компетенция | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения  |
|-------------|---------------------------------|---|
|             |                                 | <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>телекоммуникационных линий связи, имеет общие, но не структурированные знания основных положений и упрощающих предположений, используемых при их проектировании в СВЧ-диапазоне; Демонстрирует частично сформированное умение использовать элементы СВЧ антенно-волноводных трактов, СВЧ-антенн, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи для решения учебных, научных и производственных задач; не может указать границы применимости СВЧ-устройств; Владеет неуверенно и фрагментарно методиками расчета и экспериментального исследования основных характеристик элементов волноводной техники, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает уверенно теоретические основы работы элементов СВЧ антенно-волноводных трактов, СВЧ-антенн, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи, однако имеются отдельные пробелы в области применимости упрощающих предположений используемых при их проектировании; умеет уверенно изображать структуры основных типов электромагнитных волн в различных типах СВЧ-волноводов, а также телекоммуникационных линий связи однако затрудняется объяснить в следствие каких причин возникают потери энергии в передающих линиях на СВЧ; владеет уверенно методами расчета и экспериментального исследования основных характеристик элементов</p> |



| Компетенция | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения   |
|-------------|---------------------------------|--|
|             |                                 | <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>волноводной техники, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает уверенно основные принципы работы элементов СВЧ антенно-волноводных трактов, СВЧ-антенн, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи, демонстрирует систематические знания основных положений теории и области применимости упрощающих предположений, используемых при их проектировании, может ответить на дополнительные вопросы преподавателя; умеет правильно использовать элементы СВЧ антенно-волноводных трактов, СВЧ-антенн, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи для решения учебных, научных и производственных задач, может объяснить в следствие каких причин возникают потери энергии и предложить способы их уменьшения, использует дополнительные источники информации при ответе на вопросы, может объяснить в следствие каких причин возникают линейные и нелинейные искажения в элементах и устройствах СВЧ-диапазона; владеет уверенно методами расчета и экспериментального исследования основных характеристик элементов волноводной техники, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи, может</p> |

| <b>Компетенция</b> | <b>Планируемые результаты обучения</b> | <b>Критерии оценивания результатов обучения</b>   |
|--------------------|--|---|
|                    |  | <b>Отлично</b><br>провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений. |

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**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 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

| Компетенция  | Мероприятие текущего контроля  | Контролируемые элементы результатов обучения  |
|--|--|---|
| <b>Входной контроль</b>  | Введение<br><b>Входное тестирование</b>  | знание основных единиц измерения в системе СИ, основ высшей математики; умение написать уравнение движения заряженной частицы в электрическом и магнитном полях с использованием стандартных символов; навык графического изображения основных элементов радиотехнических схем. |
| <b>ОПК.3</b><br>способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач | Изучение работы генератора на отражательном клистроне<br><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b> | знание теоретических основ создания усилителей и генераторов СВЧ-диапазона; умение использовать усилители и генераторы СВЧ-диапазона; владение навыками экспериментального исследования основных характеристик различных типов усилителей и генераторов СВЧ-диапазона.          |
| <b>ОПК.3</b><br>способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач | Испытание некоторых типов поверхностных антенн<br><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>        | знание теоретических основ создания СВЧ-антенн; умение изображать структуры основных типов электромагнитных волн в различных типах СВЧ-антенн; владение навыками экспериментального исследования основных характеристик различных типов СВЧ-антенн.                             |

| Компетенция   | Мероприятие текущего контроля   | Контролируемые элементы результатов обучения  |
|---|---|---|
| <p><b>ОПК.3</b><br/> способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач</p> | <p>Исследование телекоммуникационных линий связи<br/> <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p> | <p>знание теоретических основ работы телекоммуникационных линий связи; умение использовать различные виды телекоммуникационных линий связи для передачи аналоговых и цифровых сигналов; владение навыками экспериментального исследования основных характеристик различных типов телекоммуникационных линий связи.</p>  |
| <p><b>ПК.3</b><br/> способность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей</p>    | <p>Итоговое контрольное мероприятие<br/> <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>                | <p>знание основных принципов работы элементов СВЧ антенно-волноводных трактов, СВЧ-антенн, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, созданных на их основе, а также телекоммуникационных линий связи; умение правильно использовать элементы СВЧ антенно-волноводных трактов, СВЧ-антенн, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи созданных на их основе для решения учебных, научных и производственных задач; владение методами расчета и экспериментального исследования основных характеристик элементов волноводной техники, основных вакуумных и твердотельных приборов СВЧ, усилителей и генераторов, а также телекоммуникационных линий связи созданных на их основе.</p> |

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Введение

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

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

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

Проходной балл: **0**

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

|  |    |
|--|----|
| Ответ на 1-ый вопрос входного контроля - от 0 до 10 баллов.  | 10 |
| Ответ на 2-ой вопрос входного контроля - от 0 до 10 баллов.  | 10 |
| Ответ на 3-ий вопрос входного контроля - от 0 до 10 баллов.  | 10 |
| Ответ на 4-ый вопрос входного контроля - от 0 до 10 баллов.  | 10 |
| Ответ на 10-ый вопрос входного контроля - от 0 до 10 баллов. | 10 |
| Ответ на 6-ой вопрос входного контроля - от 0 до 10 баллов.  | 10 |
| Ответ на 7-ой вопрос входного контроля - от 0 до 10 баллов.  | 10 |
| Ответ на 8-ой вопрос входного контроля - от 0 до 10 баллов.  | 10 |
| Ответ на 9-ый вопрос входного контроля - от 0 до 10 баллов.  | 10 |
| Ответ на 5-ый вопрос входного контроля - от 0 до 10 баллов.  | 10 |

### **Изучение работы генератора на отражательном клистроне**

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**

| <b>Показатели оценивания</b>   | <b>Баллы</b> |
|--|--------------|
| Ответы на вопросы преподавателя один балл за один правильный ответ.  | 10           |
| Оформленный отчет по лабораторной работе "Изучение работы генератора на отражательном клистроне" 100% заданий - 4 балла. Оформленный отчет по лабораторной работе "Изучение работы генератора на отражательном клистроне" 75-99% заданий - 3 балла. Оформленный отчет по лабораторной работе "Изучение работы генератора на отражательном клистроне" 50-75% заданий - 1 балл.                                  | 4            |
| Обработка результатов измерений лабораторной работы "Изучение работы генератора на отражательном клистроне" 100% заданий - 3 балла. Обработка результатов измерений лабораторной работы "Изучение работы генератора на отражательном клистроне" 75-99% заданий - 2 балла. Обработка результатов измерений лабораторной работы "Изучение работы генератора на отражательном клистроне" 50-75% заданий - 1 балл. | 3            |
| Выполнение заданий лабораторной работы "Изучение работы генератора на отражательном клистроне". 100% заданий - 3 балла. Выполнение заданий лабораторной работы "Изучение работы генератора на отражательном клистроне". 75-99% заданий - 2 балла. Выполнение заданий лабораторной работы "Изучение работы генератора на отражательном клистроне". 50-75% заданий - 1 балл                                      | 3            |

### **Испытание некоторых типов поверхностных антенн**

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**

| <b>Показатели оценивания</b>  | <b>Баллы</b> |
|---|--------------|
| Ответы на вопросы преподавателя один балл за один правильный ответ.   | 10           |
| Оформленный отчет по лабораторной работе "Испытание некоторых типов поверхностных антенн" 100% заданий - 4 балла. Оформленный отчет по лабораторной работе "Испытание некоторых типов поверхностных антенн" 75-99% заданий - 3 балла. Оформленный отчет по лабораторной работе "Испытание некоторых типов поверхностных антенн" 50-75% заданий - 1 балл.  | 4            |
| Выполнение заданий лабораторной работы "Испытание некоторых типов поверхностных антенн". 100% заданий - 3 балла. Выполнение заданий лабораторной работы "Испытание некоторых типов поверхностных антенн". 75-99% заданий - 2 балла. Выполнение заданий лабораторной работы "Испытание некоторых типов поверхностных антенн". 50-75% заданий - 1 балл.   | 3            |
| Обработка результатов измерений лабораторной работы "Изучение работы генератора на отражательном клистроне" 100% заданий - 3 балла. Обработка результатов измерений лабораторной работы "Изучение работы генератора на отражательном клистроне" 75-99% заданий - 2 балла. Обработка результатов измерений лабораторной работы "Испытание некоторых типов поверхностных антенн" 50-75% заданий - 1 балл. | 3            |

### **Исследование телекоммуникационных линий связи**

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**

| <b>Показатели оценивания</b>  | <b>Баллы</b> |
|---|--------------|
| Ответы на вопросы преподавателя один балл за один правильный ответ.   | 10           |
| Оформленный отчет по лабораторной работе "Исследование телекоммуникационных линий связи" 100% заданий - 4 балла. Оформленный отчет по лабораторной работе "Исследование телекоммуникационных линий связи" 75-99% заданий - 3 балла. Оформленный отчет по лабораторной работе "Исследование телекоммуникационных линий связи" 50-75% заданий - 1 балл. | 4            |
| Выполнение заданий лабораторной работы "Исследование телекоммуникационных линий связи". 100% заданий - 3 балла. Выполнение заданий лабораторной работы "Исследование телекоммуникационных линий связи". 75-99% заданий - 2 балла. Выполнение заданий лабораторной работы "Исследование телекоммуникационных линий связи". 50-75% заданий - 1 балл.    | 3            |

|   |   |
|---|---|
| <p>Обработка результатов измерений лабораторной работы "Исследование телекоммуникационных линий связи" 100% заданий - 3 балла. Обработка результатов измерений лабораторной работы "Исследование телекоммуникационных линий связи" 75-99% заданий - 2 балла. Обработка результатов измерений лабораторной работы "Исследование телекоммуникационных линий связи" 50-75% заданий - 1 балл.</p> | 3 |
|---|---|

**Итоговое контрольное мероприятие**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

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

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

Проходной балл: **20**

| <b>Показатели оценивания</b>  | <b>Баллы</b> |
|---|--------------|
| <p>Ответ на первый вопрос билета от 0 до 10 баллов. Оценивает преподаватель с учетом ответов на уточняющие вопросы, если таковые потребуются.</p> | 10           |
| <p>Контроль лабораторного журнала и самостоятельной работы студента от 0 до 10.</p>   | 10           |
| <p>Контроль лабораторного журнала и самостоятельной работы студента от 0 до 10.</p>   | 10           |
| <p>Ответ на второй вопрос билета от 0 до 10 баллов. Оценивает преподаватель с учетом ответов на уточняющие вопросы, если таковые потребуются.</p> | 10           |