

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

| Код модуля | Модуль   |
|------------|--|
| 1145109    | Основы формирования, распространения и приема радиосигналов для радиоинженеров |

Екатеринбург

| <b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>                         | <b>Учетные данные</b>                                     |
|---|---|
| <b>Образовательная программа</b><br>1. Радиоэлектронные системы и комплексы | <b>Код ОП</b><br>1. 11.05.01/22.01                        |
| <b>Направление подготовки</b><br>1. Радиоэлектронные системы и комплексы    | <b>Код направления и уровня подготовки</b><br>1. 11.05.01 |

Программа модуля составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>  | <b>Ученая степень, ученое звание</b>          | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>                 |
|--------------|------------------------------|---|------------------|--------------------------------------|
| 1            | Баранов Сергей Анатольевич   | кандидат технических наук, доцент             | Доцент           | Департамент радиоэлектроники и связи |
| 2            | Лагунов Евгений Владимирович | кандидат технических наук, без ученого звания | Доцент           | Департамент радиоэлектроники и связи |
| 3            | Марков Юрий Викторович       | кандидат технических наук, доцент             | Доцент           | Департамент радиоэлектроники и связи |
| 4            | Соловьянова Ираида Павловна  | кандидат технических наук, доцент             | Доцент           | Департамент радиоэлектроники и связи |

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Основы формирования, распространения и приема радиосигналов для радиоинженеров

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Содержание модуля «Основы формирования распространения и приема радиосигналов» позволит студентам изучить: 1) принципы построения радиопередающих и радиоприемных устройств различных диапазонов частот, используемых в радиоэлектронных системах, изучению физических процессов при генерации, усилении, модуляции, демодуляции и фильтрации высокочастотных сигналов, методики расчета и проектирования как отдельных узлов, так и радиопередающих и радиоприёмных устройств в целом. 2) методики расчета параметров и характеристик устройств СВЧ и антенн различных диапазонов, методы их проектирования и экспериментальной настройки, изучению технологий разработки антенно-фидерных трактов и эксплуатации антенн в составе радиоэлектронных систем и комплексов. 3) основы технической электродинамики и распространения радиоволн на естественных трассах, изучение технологий разработки, моделирования и проектированием радиоэлектронных систем и комплексов по заданным критериям с использованием современных программных средств и систем. В состав модуля входят дисциплины: «Радиопередающие устройства», «Радиоприёмные устройства», «Устройства СВЧ и антенны», «Электромагнитные поля и волны».

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

| № п/п            | Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения | Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах |
|------------------|--|---|
| 1                | Электромагнитные поля и волны                              | 7   |
| 2                | Устройства СВЧ и антенны                                   | 8   |
| 3                | Радиопередающие устройства                                 | 8   |
| 4                | Радиоприёмные устройства                                   | 8   |
| ИТОГО по модулю: |  | 31  |

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

|   |   |
|---|---|
| <b>Пререквизиты модуля</b>                | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Информационные основы профессиональной деятельности радиоинженеров</li><li>2. Высшая математика</li><li>3. Физика</li><li>4. Материалы и компоненты электронной техники</li><li>5. Теоретические основы электротехники</li></ol> |
| <b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Метрология и радиоизмерения для радиоинженеров</li></ol>   |

|  |   |
|--|---|
|  | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Схемотехника</li> <li>3. Теоретические основы радиотехники</li> <li>4. Радиоавтоматика</li> <li>5. Микропроцессорные устройства</li> <li>6. Технологии схемотехнического проектирования цифровых устройств</li> <li>7. Квантовая и оптическая электроника</li> <li>8. Радиоэлектронные системы и комплексы</li> <li>9. Цифровое моделирование радиоэлектронных систем и комплексов</li> </ol> |
|--|---|

#### 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

| Перечень дисциплин модуля  | Код и наименование компетенции   | Планируемые результаты обучения (индикаторы)   |
|----------------------------|--|--|
| 1                          | 2  | 3  |
| Радиопередающие устройства | ОПК-3 - Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий | <p>З-1 - Сформулировать методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования</p> <p>У-1 - Подготавливать научные публикации на основе результатов исследований</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств</p> |
|                            | ОПК-4 - Способен проводить   | З-1 - Определять основные методы и средства проведения экспериментальных   |

|  |   |
|--|---|
| <p>экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных</p>  | <p>исследований, системы стандартизации и сертификации</p> <p>У-1 - Выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>  |
| <p>ОПК-6 - Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ</p>  | <p>З-1 - Характеризовать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий</p> <p>У-1 - Использовать комплексный подход в своей деятельности, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт решения теоретических и экспериментальных задач</p> |
| <p>ПК-1 - Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования</p>  | <p>З-1 - Определять стадии проектирования</p> <p>У-1 - Разрабатывать техническое задание на проектирование</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт определения стадий проектирования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт разработки технического задания на проектирование</p>  |
| <p>ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ</p> | <p>З-1 - Сформулировать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов</p> <p>У-1 - Проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ</p>                               |
| <p>ПК-5 - Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым</p>  | <p>З-1 - Описывать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах</p>   |

|                          |   |  |
|--------------------------|---|--|
|                          | методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ   | <p>У-1 - Пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ</p>   |
| Радиоприёмные устройства | <p>ОПК-3 - Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий</p> | <p>З-1 - Сформулировать методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования</p> <p>У-1 - Подготавливать научные публикации на основе результатов исследований</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств</p> |
|                          | <p>ОПК-4 - Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных</p>  | <p>З-1 - Определять основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации</p> <p>У-1 - Выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>  |
|                          | <p>ОПК-6 - Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-</p>   | <p>З-1 - Характеризовать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий</p> <p>У-1 - Использовать комплексный подход в своей деятельности, в том числе с</p>  |

|                          |   |   |
|--------------------------|---|---|
|                          | исследовательской и опытно-конструкторских работ  | использованием информационно-коммуникационных технологий<br>П-1 - Иметь практический опыт решения теоретических и экспериментальных задач   |
|                          | ПК-1 - Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования  | З-1 - Определять стадии проектирования<br>У-1 - Разрабатывать техническое задание на проектирование<br>П-1 - Иметь практический опыт определения стадий проектирования<br>П-2 - Иметь практический опыт разработки технического задания на проектирование   |
|                          | ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ | З-1 - Сформулировать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов<br>У-1 - Проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов<br>П-1 - Иметь практический опыт разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ      |
|                          | ПК-5 - Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ  | З-1 - Описывать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах<br>У-1 - Пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов<br>П-1 - Иметь практический опыт разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ |
| Устройства СВЧ и антенны | ОПК-3 - Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном  | З-1 - Сформулировать методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования<br>У-1 - Подготавливать научные публикации на основе результатов исследований  |

|  |   |
|--|---|
| <p>измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий</p> | <p>П-1 - Иметь практический опыт использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств</p>  |
| <p>ОПК-4 - Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных</p>   | <p>З-1 - Определять основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации</p> <p>У-1 - Выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>             |
| <p>ОПК-6 - Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ</p>                        | <p>З-1 - Характеризовать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий</p> <p>У-1 - Использовать комплексный подход в своей деятельности, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт решения теоретических и экспериментальных задач</p> |
| <p>ПК-1 - Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования</p>  | <p>З-1 - Определять стадии проектирования</p> <p>У-1 - Разрабатывать техническое задание на проектирование</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт определения стадий проектирования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт разработки технического задания на проектирование</p>  |
| <p>ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы</p>  | <p>З-1 - Сформулировать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов</p>  |



|                               |   |  |
|-------------------------------|---|--|
|                               | <p>радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ</p>   | <p>У-1 - Проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ</p>   |
|                               | <p>ПК-5 - Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ</p>   | <p>З-1 - Описывать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах</p> <p>У-1 - Пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ</p>   |
| Электромагнитные поля и волны | <p>ОПК-3 - Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий</p> | <p>З-1 - Сформулировать методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования</p> <p>У-1 - Подготавливать научные публикации на основе результатов исследований</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств</p> |
|                               | <p>ОПК-4 - Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами</p>   | <p>З-1 - Определять основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации</p>  |

|  |   |
|--|---|
| <p>обработки и представления экспериментальных данных</p>  | <p>У-1 - Выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>   |
| <p>ОПК-6 - Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ</p>  | <p>З-1 - Характеризовать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий</p> <p>У-1 - Использовать комплексный подход в своей деятельности, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт решения теоретических и экспериментальных задач</p> |
| <p>ПК-1 - Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования</p>  | <p>З-1 - Определять стадии проектирования</p> <p>У-1 - Разрабатывать техническое задание на проектирование</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт определения стадий проектирования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт разработки технического задания на проектирование</p>  |
| <p>ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ</p> | <p>З-1 - Сформулировать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов</p> <p>У-1 - Проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ</p>                               |
| <p>ПК-5 - Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием</p>  | <p>З-1 - Описывать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах</p> <p>У-1 - Пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов</p>  |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | стандартных пакетов прикладных программ | П-1 - Иметь практический опыт разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ |
|--|---|--|

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Электромагнитные поля и волны**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>       | <b>Ученая степень,<br/>ученое звание</b> | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>                                  |
|--------------|-----------------------------------|--|------------------|---|
| 1            | Соловьянова Ираида<br>Павловна    | кандидат<br>технических наук,<br>доцент  | Доцент           | Кафедра<br>департамент<br>радиоэлектроники<br>и связи |
| 2            | Язовский Александр<br>Афонасьевич | кандидат<br>технических наук,<br>доцент  | Доцент           | Кафедра<br>департамент<br>радиоэлектроники<br>и связи |

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 6 от 29.08.2019 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Соловьянова Ираида Павловна, Доцент, Департамент радиоэлектроники и связи

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины*  | Содержание  |
|-------------------|---|---|
| P1                | Основные законы и уравнения электромагнитного поля                            | Основные законы электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Уравнения баланса мощностей в электромагнитном поле. Метод комплексных амплитуд. Граничные условия для векторов поля на поверхности раздела сред.  |
| P2                | Электромагнитные волны в неограниченных средах и на границе раздела двух сред | Однородные волновые уравнения Гельмгольца и их решения в виде плоских бегущих волн. Характеристическое сопротивление, фазовая и групповая скорости электромагнитных волн, коэффициент затухания, частотная дисперсия. Плотность потока мощности в электромагнитной волне. Поляризация электромагнитных волн. Законы отражения и преломления – законы Снеллиуса. Формулы Френеля для коэффициентов отражения и преломления. Явления полного преломления и полного отражения волн. Поверхностная и направленная волны. Нормальное падение, коэффициент бегущей волны. Поверхностный эффект. Граничные условия Леонтовича. Мощность потерь в проводнике. |
| P3                | Направляемые волны и направляющие системы                                     | Цели и задачи дисциплины, ее место. Классификация радиоволн по диапазону частот. Пример образования направляемой волны. Направляющие системы и их основные параметры. Структура поля направляемых волн и их классификация. Условие распространения. Мощность и затухание направляемых волн.   |

|           |   |   |
|-----------|---|---|
| <b>P4</b> | Металлические волноводы                                   | Поле и параметры направляемых волн в прямоугольном волноводе. Квадратный волновод. Мощность и затухание. Широкополосные П-образный и Н-образный волноводы. Поле и параметры направляемых волн в круглом волноводе. Волны H11, E01 и H01. Мощность и затухание.  |
| <b>P5</b> | Линии передачи с волнами типа Т и открытые линии          | Коаксиальная линия передачи. Двухпроводная, полосковые линии передачи. Напряжение и ток бегущей волны, волновое сопротивление волны Т и квази-Т. Эффективная диэлектрическая проницаемость. Щелевые линии. Связанные линии. Диэлектрические волноводы. Оптоволоконные линии. Дисперсия и способы борьбы с ней   |
| <b>P6</b> | Возбуждение направляемых волн и объемные резонаторы       | Возбуждение с помощью электрического вибратора, малой рамки, отверстия связи. Трансформаторы типов волн. Возбуждение полосковых и оптоволоконных линий. Объемные резонаторы.  |
| <b>P7</b> | Излучение электромагнитных волн и элементарные излучатели | Неоднородные волновые уравнения Гельмгольца и их решение. Элементарные электрический и магнитный излучатели, элемент Гюйгенса и их применение.  |
| <b>P8</b> | Распространение радиоволн                                 | Классификация радиоволн и видов радиосвязи. Модель распространения в свободном пространстве. Земная волна. Излучение и прием антеннами, расположенными вблизи поверхности Земли. Влияние неровностей местности. Параметры тропосферы. Рефракция радиоволн в неоднородной тропосфере. Замирания. Строение ионосферы и ее характеристики. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов на реальных трассах. |

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности  | Технология воспитательной деятельности                                 | Компетенция   | Результаты обучения  |
|---|--|--|---|--|
| Профессиональное воспитание             | проектная деятельность<br>учебно-исследовательская, научно-исследовательская | Технология проектного образования<br>Технология самостоятельной работы | ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов | У-1 - Проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов |

|  |  |  |                     |  |
|--|--|--|---------------------|--|
|  |  |  | прикладных программ |  |
|--|--|--|---------------------|--|

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Электромагнитные поля и волны

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Муромцев, Д. Ю.; Техническая электродинамика : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277902> (Электронное издание)
2. ; Техническая электродинамика : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576560> (Электронное издание)
3. Муромцев, Д. Ю.; Техническая электродинамика : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Тамбов; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/63909.html> (Электронное издание)
4. ; Техническая электродинамика : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/91456.html> (Электронное издание)
5. ; Техническая электродинамика. Антенны, распространение радиоволн : учебно-методическое пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/91558.html> (Электронное издание)
6. Боков, Л. А.; Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208611> (Электронное издание)
7. Жуков, В. М.; Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем радиосвязи : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277944> (Электронное издание)
8. Никольский, В. В.; Электродинамика и распространение радиоволн; Наука, Москва; 1973; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477370> (Электронное издание)
9. Буянов, Ю. И.; Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие.; ТУСУР, Томск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480512> (Электронное издание)
10. Черный, Ф. Б.; Распространение радиоволн; Советское радио, Москва; 1962; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492382> (Электронное издание)
11. Кашпровский, В. Е.; Распространение средних радиоволн земным лучом; Связь, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492412> (Электронное издание)
12. Колосов, М. А., Введенский, Б. А., Колосов, М. А.; Распространение радиоволн при космической связи; Связь, Москва; 1969; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492416> (Электронное издание)
13. Корсунский, Л. Н.; Распространение радиоволн при связи с искусственными спутниками Земли; Советское радио, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492420> (Электронное издание)
14. ; Общая теория радиолокации и радионавигации: распространение радиоволн : учебник.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2017;

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497384> (Электронное издание)

15. , Ошивалов, В. Д., Панченко, Б. А., Словьянова, И. П.; Электродинамика и распространение радиоволн : Метод. указ. и контрольные задания для студентов всех видов обучения спец. 0701 - Радиотехника.; УПИ, Свердловск; 1986; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/862> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Пименов, Ю. В., Вольман, В. И., Муравцов, А. Д.; Техническая электродинамика : Учеб. пособие для студентов вузов связи.; Радио и связь, Москва; 2000 (6 экз.)

2. Панченко, Б. А.; Техническая электродинамика и распространение радиоволн : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2005 (7 экз.)

3. Фальковский, О. И.; Техническая электродинамика : учебник.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2009 (1 экз.)

4. Семенов, Н. А.; Техническая электродинамика : [учеб. пособие для электр.-техн. ин-тов связи].; Связь, Москва; 1973 (17 экз.)

5. Вольман, В. И., Айзенберг, Г. З.; Техническая электродинамика : [учеб. для электротехн. ин-тов связи].; Связь, Москва; 1971 (11 экз.)

6. ; Сборник задач по курсу "Электродинамика и распространение радиоволн" : учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 1981 (41 экз.)

7. , Гайданов, Х. Н., Наймушин, М. П., Кац, Е. М.; Электродинамика и распространение радиоволн : Учеб. пособие для студентов всех видов обучения радиотехн. специальностей. Ч. 3 / Х. Н. Гайданов, М. П. Наймушин, Е. М. Кац и др. ; УПИ, Свердловск; 1976; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/367> (Электронное издание)

8. Шабунин, С. Н., Шабунин, С. Н.; Измерение параметров антенн : учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлениям 210400 - Радиотехника, 210700 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи, 210601 - Радиоэлектронные системы и комплексы.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (10 экз.)

9. Соловьянова, И. П., Соловьянова, И. П., Мительман, Ю. Е.; Электродинамика и распространение радиоволн : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки: 11.03.01 - Радиотехника; 11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи; 11.05.01 - Радиоэлектронные системы и комплексы.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (20 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. <http://e.lanbook.com/> - Издательство "Лань"

2. <http://elibrary.ru> - ООО Научная электронная библиотека

3. <http://www.biblioclub.ru/> - ЭБС Университетская библиотека онлайн «Директ-Медиа»

4. Соловьянова И.П., Шабунин С.Н. Теория волновых процессов. Учебно-методический комплекс. УрФУ. Екатеринбург. – 2007. <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/6846>

5. Наймушин М.П., Соловьянова И.П., Шабунин С.Н. Электромагнитные поля и волны. ЭОР УрФУ. Екатеринбург. – 2007. <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/6841>

6. Мительман Ю.Е., Соловьянова И.П. Электродинамика и распространение радиоволн. ЭОР УрФУ. Учебно-методический комплекс. УрФУ. Екатеринбург. – 2013. <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/11129>



7. Мительман Ю.Е., Соловьянова И.П. Расчет и измерение параметров электромагнитных волн в направляющих системах и на естественных трассах [электронное учебное пособие]. URL: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/12678>.

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.intuit.ru/> - Национальный открытый университет «ИНТУИТ»
2. <http://www.edu.ru/> - Федеральный портал. Российское образование.
3. <http://study.urfu.ru> –портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ
4. <http://rtf.urfu.ru> - официальный сайт ИРИТ-РтФ
5. <http://lib.urfu.ru> - официальный сайт ЗНБ УрФУ

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Электромагнитные поля и волны

**Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы   | Перечень лицензионного программного обеспечения   |
|-------|--------------|---|---|
| 1     | Лекции       | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная<br>Персональные компьютеры по количеству обучающихся<br>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с | Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr<br>ALNG SubsVL MVL PerUsr<br>STUUseBnft Student EES<br><br>Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM |

|   |                      |  |   |
|---|----------------------|--|---|
|   |                      | санитарными правилами и нормами<br>Подключение к сети Интернет   |   |
| 2 | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная<br>Персональные компьютеры по количеству обучающихся<br>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами<br>Подключение к сети Интернет | Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr<br>ALNG SubsVL MVL PerUsr<br>STUUseBnft Student EES<br><br>Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM   |
| 3 | Лабораторные занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная<br>Персональные компьютеры по количеству обучающихся<br>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами<br>Подключение к сети Интернет | Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr<br>ALNG SubsVL MVL PerUsr<br>STUUseBnft Student EES<br><br>Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM<br><br>Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0<br>Mathcad 14<br><br>Mathcad Professor Edition - Floating (PKG-7557-F) |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Устройства СВЧ и антенны**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>   | <b>Ученая степень,<br/>ученое звание</b> | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>                                  |
|--------------|-------------------------------|--|------------------|---|
| 1            | Баранов Сергей<br>Анатольевич | кандидат<br>технических наук,<br>доцент  | Доцент           | Кафедра<br>департамент<br>радиоэлектроники<br>и связи |

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 6 от 29.08.2019 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Баранов Сергей Анатольевич, Доцент, Департамент радиоэлектроники и связи

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины*                          | Содержание   |
|-------------------|---|--|
| P1                | Определения и термины устройств СВЧ и антенн      | Значение антенн и устройств СВЧ в радиотехнических системах различного назначения. Классификация антенн по направленным свойствам, мощностям и частотным характеристикам. Функции, выполняемые высокочастотным трактом. Математическое моделирование антенн и устройств СВЧ. Историческая справка. |
| P2                | Линии передачи                                    | Классификация линий передачи, типы волн, дисперсия, коэффициент затухания, пропускаемая мощность. Типы линий передачи: проводные, коаксиальные, полосковые, волноводные, оптического диапазона.  |
| P3                | Работа линии в режиме передачи мощности           | Модель регулярной линии передачи. Коэффициент отражения. КСВ и КБВ, нормированные сопротивления и проводимости. Линии с потерями, режим работы линии и его влияние на КПД и передаваемую мощность.   |
| P4                | Работа линии в режиме трансформации сопротивлений | Трансформация сопротивлений в линиях передачи, телеграфные уравнения. Шлейфы и трансформаторы. Их использование при построении устройств СВЧ. Согласование нагрузок с линиями.   |
| P5                | Матричное описание цепей СВЧ                      | Классические и волновые матрицы четырехполюсников. Свойства матриц четырехполюсников в зависимости от их структуры. Матрицы многополюсников. Применение матриц для расчета и исследования устройств.   |

|            |   |   |
|------------|---|---|
| <b>P6</b>  | Элементы трактов СВЧ                                  | Элементы проводных трактов. Элементы коаксиальных, полосковых и волноводных трактов: шайбы, изоляторы, тройники, нагрузки, шлейфы, вращающиеся сочленения, разъемы, фланцы, тройники, переходы между типами волн.   |
| <b>P7</b>  | Балансные восьмиполосники и ферритовые устройства СВЧ | Свойства и использование балансных восьмиполосников СВЧ. Основные типы балансных восьмиполосников: кольцевой, двойной Т-образный, щелевой и шлейфные мосты.; дырочные, с крестообразными щелями и на связанных линиях ответвители. Ферритовые устройства СВЧ. |
| <b>P8</b>  | Общие вопросы антенн                                  | Структурная схема антенны, основная классификация. Излучение элементарных источников. Характеристики излучения антенны. Работа антенны в режиме радиоприема.  |
| <b>P9</b>  | Вибраторные антенны                                   | Распределение тока, диаграмма направленности, входное и излучения сопротивления вибратора. Связанные вибраторы. Конструкции вибраторов различных частотных диапазонов.  |
| <b>P10</b> | Излучение линейных антенн и решёток                   | Излучение линейных антенн с непрерывным распределением тока, режимы работы. Особенности излучения линейных решёток. Основные типы линейных антенн и решёток: диэлектрические стержневые, спиральные, решётки волноводно-щелевые, директорные, полосковые.     |
| <b>P11</b> | Плоские излучающие раскрыты и решётки                 | Характеристики направленности плоских раскрытов и решёток, методы расчета, сканирование. Основные типы апертурных антенн: рупорные, линзовые, зеркальные.   |
| <b>P12</b> | Антенны НЧ, СЧ и ВЧ диапазонов. Заключение            | Требования к антеннам НЧ, СЧ, ВЧ, определяющиеся особенностями распространения радиоволн этих диапазонов. Основные разновидности антенн указанных диапазонов. Тенденции развития устройств СВЧ и антенн.  |

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности  | Технология воспитательной деятельности                                 | Компетенция  | Результаты обучения  |
|---|--|--|--|--|
| Профессиональное воспитание             | проектная деятельность<br>учебно-исследовательская, научно-исследовательская | Технология проектного образования<br>Технология самостоятельной работы | ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением | У-1 - Проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  | современных САПР и пакетов прикладных программ |  |
|--|--|--|--|--|

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Устройства СВЧ и антенны

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Замотринский, В. А.; Устройства СВЧ и антенны : учебное пособие. 1. Устройства СВЧ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208566> (Электронное издание)
2. Гошин, Г. Г.; Устройства СВЧ и антенны : учебное пособие. 2. Антенны; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208588> (Электронное издание)
3. , Филонов, А. А.; Устройства СВЧ и антенны : учебник.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364513> (Электронное издание)
4. Шебалкова, , Л. В.; Электродинамика, антенны и СВЧ-устройства СБЛ : учебно-методическое пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/99247.html> (Электронное издание)
5. Шостак, , А. С.; Антенны и устройства СВЧ. Часть 1. Устройства СВЧ : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/14003.html> (Электронное издание)
6. Шостак, , А. С.; Антенны и устройства СВЧ. Часть 2. Антенны : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/14004.html> (Электронное издание)
7. Чебышев, , В. В.; Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Устройства СВЧ : учебное пособие.; Московский технический университет связи и информатики, Москва; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/61568.html> (Электронное издание)
8. Чебышев, , В. В.; Устройства СВЧ и антенны. Часть 2 : учебное пособие.; Московский технический университет связи и информатики, Москва; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/61569.html> (Электронное издание)
9. Чебышев, , В. В.; Устройства СВЧ и антенны. Часть 3. Устройства СВЧ : учебное пособие.; Московский технический университет связи и информатики, Москва; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/61570.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. , Воскресенский, Д. И., Гостюхин, В. Л., Грановская, Р. А.; Антенны и устройства СВЧ : Проектирование фазиров. антен. решеток : Учеб. пособие для вузов.; Радио и связь, Москва; 1981 (20 экз.)
2. Хмель, Хмель В.Ф.; Антенны и устройства СВЧ : Сб. задач.; Выща шк., Киев; 1990 (42 экз.)
3. , Воскресенский, Д. И.; Антенны и устройства СВЧ. Проектирование фазированных антенных решеток : Учеб. пособие для вузов.; Радио и связь, Москва; 1994 (83 экз.)

4. , Наймушин, М. П., Панченко, Б. А.; Антенны и устройства СВЧ : Метод. указ. и задания к курсовой работе для студентов всех видов обучения спец. 0701 - Радиотехника.; УПИ, Свердловск; 1984; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/694> (Электронное издание)
5. Сазонов, Д. М.; Антенны и устройства СВЧ : Учебник для вузов по спец. "Радиотехника".; Высш. шк., Москва; 1988 (64 экз.)
6. , Наймушин, М. П.; Методические указания к решению задач по курсу "Антенны и устройства СВЧ" : Для студентов всех видов обучения специальностей 0701 - Радиотехника и 0707 - Радиоэлектронные устройства.; УПИ, Свердловск; 1982 (4 экз.)
7. , Воскресенский, Д. И., Гостюхин, В. Л., Грановская, Р. А., Степаненко, В. И., Филиппов, В. С.; Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Радиотехника".; Радиотехника, Москва; 2003 (52 экз.)
8. Нефёдов, Е. И.; Устройства СВЧ и антенны : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям направления "Радиотехника".; Академия, Москва; 2009 (23 экз.)
9. Неганов, В. А., Неганов, В. А.; Проектирование, конструктивная реализация, примеры применения устройства СВЧ : [учебник для студентов специальностей 210400 "Радиотехника", 210601 "Радиоэлектронные системы и комплексы" : в 2 ч.]; URSS, Москва; 2013 (1 экз.)
10. Неганов, В. А., Неганов, В. А.; Теория и техника антенн : [учебник для студентов специальностей 210400 "Радиотехника", 210601 "Радиоэлектронные системы и комплексы" : в 2 ч.]; URSS, Москва; 2014 (1 экз.)
11. , Мительман, Ю. Е.; Антенны и устройства (СВЧ): расчет и измерение характеристик : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата "Радиотехника" и специалитета "Радиоэлектронные системы и комплексы", в УрФО.; Юрайт, Москва; 2017 (6 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. <http://e.lanbook.com/> - Издательство "Лань"
2. <http://elibrary.ru> - ООО Научная электронная библиотека
3. <http://www.biblioclub.ru/> - ЭБС Университетская библиотека онлайн «Директ-Медиа»

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

- 1) <http://www.intuit.ru/> - Национальный открытый университет «ИНТУИТ»
- 2) <http://www.edu.ru/> - Федеральный портал. Российское образование.
- 3) <http://study.urfu.ru> – портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ
- 4) <http://rtf.urfu.ru> - официальный сайт ИРИТ-РтФ
- 5) <http://lib.urfu.ru> - официальный сайт ЗРБ УрФУ

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Устройства СВЧ и антенны

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий         | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  | Перечень лицензионного программного обеспечения  |
|-------|----------------------|--|--|
| 1     | Лекции               | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная<br>Персональные компьютеры по количеству обучающихся<br>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами<br>Подключение к сети Интернет | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM<br>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES   |
| 2     | Лабораторные занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная<br>Подключение к сети Интернет  | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM<br>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES<br>Пакет OrCAD Lite (бесплатная версия).<br><a href="http://www.orcad.com/products/orcad-lite-overview">http://www.orcad.com/products/orcad-lite-overview</a> |



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Радиопередающие устройства**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>     | <b>Ученая степень,<br/>ученое звание</b>               | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>                       |
|--------------|---------------------------------|--|------------------|--|
| 1            | Лагунов Евгений<br>Владимирович | кандидат<br>технических наук,<br>без ученого<br>звания | Доцент           | Департамент<br>радиоэлектроники<br>и связи |

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 6 от 29.08.2019 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Лагунов Евгений Владимирович, Доцент, Департамент радиоэлектроники и связи

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины*                                   | Содержание  |
|-------------------|--|---|
| 1                 | Основные понятия генерирования и формирования сигналов     | Место радиопередающего устройства в системе передачи информации. Классификация радиопередающих устройств: по частотному диапазону, по виду модуляции и т.п. Технические характеристики радиопередатчиков различного назначения.   |
| 2                 | Основы теории и расчета генераторов с внешним возбуждением | Основные сведения о генераторах с внешним возбуждением (ГВВ), характерные состояния активного элемента. Понятие о напряженности режимов ГВВ. Динамические характеристики. Гармонический анализ импульсов тока, коэффициенты разложения. Выбор напряженности режима, угла отсечки тока в выходной цепи ГВВ. Схемы питания входной и выходной цепей ГВВ. Блокировочные элементы и их расчет. Схемы сложения мощностей. Требования к согласующим устройствам. Реактивные четырехполюсники в роли согласующих устройств. Широкополосные согласующие устройства. |
| 3                 | Автогенераторы гармонических колебаний                     | Общие сведения об автогенераторе, условия самовозбуждения, уравнения стационарного режима. Схемы автогенераторов. Расчет режимов автогенераторов, определение элементов колебательных систем автогенераторов. Физические свойства кварцевых резонаторов. Осцилляторные схемы автогенераторов и схемы с кварцем в цепи обратной связи. Автогенераторы с кварцем на гармониках. Методы синтеза сетки дискретных частот.   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 4 | Аналоговая и цифровая модуляция              | Общие характеристики амплитудно-модулированных сигналов. Модуляция смещением и коллекторная модуляция. Методы формирования однополосных сигналов. Общая характеристика сигналов с угловой модуляцией. Частотная и фазовая модуляции, их связь. Методы осуществления частотной и фазовой модуляции. Схемотехника частотных и фазовых модуляторов. Импульсные модуляторы. Виды и основные характеристики цифровых методов манипуляции. |
| 5 | Устройства генерации сигналов высоких частот | Полупроводниковые высокочастотные генераторы, их конструкция. Пролетные и отражательные клистроны. Лампы бегущей и обратной волны. Усилители и автогенераторы магнетронного типа.  |
| 6 | Моделирование узлов радиопередатчиков        | Изучение формирования и прохождения сигнала по узлам радиопередатчика с использованием радиотехнических пакетов. Моделирование фильтров радиопередающих устройств. Учет паразитных параметров элементов. Оптимизация значений элементов. Моделирование конечных каскадов.  |

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности  | Технология воспитательной деятельности                                 | Компетенция   | Результаты обучения   |
|---|--|--|---|---|
| Профессиональное воспитание             | проектная деятельность<br>учебно-исследовательская, научно-исследовательская | Технология проектного образования<br>Технология самостоятельной работы | ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ | П-1 - Иметь практический опыт разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ |

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Радиопередающие устройства**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. , Булатов, Л. И., Гусев, Б. В.; Проектирование радиопередающих устройств : Метод. указ. по проектированию радиопередатчиков для студентов всех форм обуч. радиотехн. спец.; УПИ, Свердловск; 1989; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/1027> (Электронное издание)
2. Гарматюк, С. С.; Задачник по устройствам генерирования и формирования радиосигналов : учебное пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232025> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Гарматюк, С. С.; Задачник по устройствам генерирования и формирования радиосигналов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 210300 "Радиотехника".; ДМК Пресс, Москва; 2012 (1 экз.)
2. , Шахгильдян, В. В.; Радиопередающие устройства : Учебник для вузов.; Радио и связь, Москва; 1996 (24 экз.)
3. , Шахгильдян, В. В., Козырев, В. Б., Ляховкин, А. А., Нуянзин, В. П., Розов, В. М., Шумилин, М. С.; Радиопередающие устройства : учебник для студентов вузов связи по специальности 2011 "Радиосвязь, радиовещание, телевидение" .; Радио и связь, Москва; 2003 (59 экз.)
4. Ворона, В. А.; Радиопередающие устройства. Основы теории и расчета : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Информ. безопасность телекоммуникац. систем", "Комплексное обеспечение информ. безопасности автоматизир. систем" и "Компьютерная безопасность".; Горячая линия - Телеком, Москва; 2007 (12 экз.)
5. Гусев, Б. В., Шабунин, С. Н.; Моделирование электронных схем в среде AWR DE : учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программе бакалавриата, специалитета и магистратуры по направлению 210400-Радиотехника.; УрФУ, Екатеринбург; 2013 (5 экз.)
6. Гусев, Б. В., Шабунин, С. Н.; Моделирование электронных схем в среде GENESYS : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению 11.03.01 - Радиотехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (10 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Зырянов Ю. Т., Федюнин П. А., Белоусов О. А., Рябов А. В., Головченко Е. В., Курносоев Р. Ю. - Радиопередающие устройства в системах радиосвязи <https://e.lanbook.com/book/171855>

Зырянов Ю. Т., Федюнин П. А., Белоусов О. А. - Проектирование радиопередающих устройств для систем подвижной радиосвязи <https://e.lanbook.com/book/189348>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ В OrCAD Гусев Б.В., Лагунов Е.В. <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13568>

Моделирование электронных схем в среде GENESYS : учебно-методическое пособие Гусев, Б. В. Лагунов, Е. В. Чечёткин, В. А. <https://elar.urfu.ru/handle/10995/89951>

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Национальный открытый университет «ИНТУИТ» <http://www.intuit.ru/>.
2. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
4. Федеральный портал. Российское образование <http://www.edu.ru/>.
5. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>.
6. Российская Государственная Библиотека (Информационно-поисковая система РГБ), Москва <http://www.rsl.ru/>.
7. Российская национальная библиотека (РНБ), Санкт-Петербург <http://www.nlr.ru/>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ), Москва <http://www.gpntb.ru/>.
9. Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН <http://cnb.uran.ru/resource/katalog>.

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Радиопередающие устройства**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

| <b>№ п/п</b> | <b>Виды занятий</b> | <b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>  | <b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>   |
|--------------|---------------------|---|--|
| 1            | Лекции              | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с</p> | <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES</p> <p>Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ</p> |

|   |                      |  |   |
|---|----------------------|--|---|
|   |                      | санитарными правилами и нормами<br>Подключение к сети Интернет   |   |
| 2 | Лабораторные занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная<br>Персональные компьютеры по количеству обучающихся<br>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами<br>Лабораторные стенды, генераторные и измерительные приборы | Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM<br>Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES<br>Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ<br>AWR DE, лицензия института |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Радиоприёмные устройства**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b> | <b>Ученая степень,<br/>ученое звание</b> | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>                                  |
|--------------|-----------------------------|--|------------------|---|
| 1            | Марков Юрий<br>Викторович   | кандидат<br>технических наук,<br>доцент  | Доцент           | Кафедра<br>департамент<br>радиоэлектроники<br>и связи |

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 6 от 29.08.2019 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Марков Юрий Викторович, Доцент, Департамент радиоэлектроники и связи

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины*                                 | Содержание   |
|-------------------|--|--|
| 1                 | Общие сведения о радиоприёме и радиоприёмных устройствах | <p>Задача радиоприёма. Основные функции и составные части радиоприёмного устройства. Классификация РПрУ: приёмники прямого усиления, супергетеродинные РПрУ, инфрадинные РПрУ и РПрУ прямого преобразования.</p> <p>Основные характеристики РПрУ и их взаимосвязь. Помехоустойчивость, чувствительность, избирательность, искажения сигнала, динамический диапазон, электромагнитная совместимость. Эксплуатационные, производственные и экономические показатели.</p> <p>Аналоговая и цифровая обработка сигналов. Современная элементная база.</p> |
| 2                 | Общие сведения о радиосигнале и помехах радиоприёму      | <p>Сигнал, как переносчик информации в системах связи и радиолокации. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Простые и сложные сигналы.</p> <p>Источники помех радиоприёму. Квазигармонические, импульсные и флуктуационные помехи. Особенности помех в различных частотных диапазонах.</p> <p>Собственные шумы радиоприёмного устройства: антенно-фидерного тракта, пассивных цепей и активных элементов. Шумовые характеристики линейного тракта РПрУ: эффективная шумовая полоса пропускания, коэффициент</p>                                 |



|   |                         |   |
|---|-------------------------|---|
|   |                         | <p>шума, эквивалентная шумовая температура, расчёт шумовых характеристик.</p> <p>Реальная чувствительность РПрУ и её расчёт.</p>  |
| 3 | Входные устройства      | <p>Входные цепи РПрУ, их назначение и характеристики. Схемы и особенности входных цепей различных диапазонов частот. Входные цепи с фиксированной настройкой: согласование входа приёмника с антенной по мощности и по шумам. Перестраиваемые входные цепи и их характеристики. Устройства защиты приёмника от помех большого уровня.</p>   |
| 4 | Селективные усилители   | <p>Селективные усилители, их назначение и характеристики. Схемы и особенности селективных усилителей различных частотных диапазонов.</p> <p>Транзисторные усилители диапазона умеренно высоких частот. Основные схемные варианты. Обобщённая эквивалентная схема каскада на основе <math>U</math>-параметров транзистора. Расчёт коэффициента передачи, полосы пропускания, избирательности, предельного и устойчивого усиления одноконтурного усилителя. Методы повышения устойчивости усилителя. Коэффициент шума селективного усилителя.</p> <p>Транзисторные малошумящие усилители диапазона СВЧ. Обобщённая эквивалентная схема каскада на основе <math>S</math>-параметров транзистора. Условия внутренней устойчивости. Характеристики усилителей. Микрополосковые конструкции.</p> <p>Регенеративные малошумящие усилители диапазона СВЧ. Способы получения отрицательной проводимости. Усилители отражённого и проходного типа, их характеристики. Особенности усилителей на туннельных диодах, параметрических и квантовых парамагнитных усилителей СВЧ, их шумовые характеристики.</p> <p>Усилители промежуточной частоты, их назначение и характеристики, способы формирования амплитудно-частотных характеристик при распределённой и сосредоточенной избирательности: электрические, электромеханические, пьезомеханические фильтры, пьезоэлектрические фильтры на объёмных и поверхностных акустических волнах, дискретные и цифровые фильтры.</p> |
| 5 | Преобразователи частоты | <p>Преобразователи частоты, их назначение и характеристики.</p> <p>Общая теория преобразования частоты. Побочные каналы приёма, их влияние на характеристики РПрУ, и способы повышения избирательности по побочным каналам приёма.</p> <p>Преобразователи частоты на полевых и биполярных транзисторах, основные схемы. Расчёт параметров преобразования. Использование интегральных схем для преобразования частоты. Диодные преобразователи частоты и их особенности.</p>   |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <p>Балансные и кольцевые смесители. Фазовое подавление зеркального канала.</p> <p>Гетеродины преобразователей частоты, основные требования к их характеристикам. Разновидности гетеродинов, применение синтезаторов частот.</p> <p>Шумовые характеристики простых и балансных преобразователей частоты. Конструкции преобразователей СВЧ.</p> <p>Применение интегральных СВЧ модулей.</p>   |
| 6 | Детекторы сигналов  | <p>Амплитудные детекторы, их назначение и характеристики. Основные схемные варианты. Искажения при детектировании и способы их уменьшения. Детектирование радиоимпульсов и пиковое детектирование видеоимпульсов.</p> <p>Частотные детекторы. Основные схемные варианты и их характеристики. Амплитудные ограничители. Дробный частотный детектор.</p> <p>Фазовые детекторы, основные схемные варианты и их характеристики.</p> <p>Способы демодуляции сигналов с АИМ, ШИМ, ВИМ.</p> <p>Цифровые сигналы и способы их демодуляции.</p>  |
| 7 | Ручные и автоматические регулировки в радиоприёмных устройствах                                       | <p>Методы настройки РПрУ. Ручная и автоматическая регулировка частотных характеристик.</p> <p>Система автоматической регулировки усиления (АРУ), её назначение. Способы регулировки усиления, регулировочная характеристика. Статические и динамические характеристики системы АРУ. Влияние АРУ на амплитудно-модулированный сигнал. Особенности АРУ приёмников импульсных сигналов.</p> <p>Системы автоматической подстройки частоты, её назначение, статические и динамические характеристики. Влияние АПЧ на частотно модулированный сигнал. Особенности АПЧ в приёмниках импульсных РЛС.</p> <p>Система фазовой автоподстройки частоты, её статические и динамические характеристики. Воздействие шума на систему ФАПЧ. ФАПЧ как элемент многофункционального назначения.</p> |
| 8 | Совместное прохождение сигналов и помех через линейный и нелинейный тракты радиоприёмного устройства. | <p>Совместное прохождение радиосигналов и помех различного типа (флуктуационных, сосредоточенных, импульсных) через линейный тракт приёмника. Искажения параметров сигнала при воздействии помех. Блокирование сигнала, перекрёстные и интермодуляционные помехи.</p>   |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | Совместное прохождение сигналов и помех через амплитудный и частотный детекторы. Отношение сигнал помеха на выходе демодулятора.  |
| 9  | Основные методы повышения устойчивости и надёжности радиоприёма | <p>Понятие об оптимальном приёме сигнала. Корреляционная и фильтрационная обработка сигнала, поступающего в смеси с флюктуационной помехой. Способы квазиоптимальной обработки.</p> <p>Сосредоточенные внеполосные и внутриполосные помехи и способы борьбы с ними. Основные виды селекции сигналов.</p> <p>Способы защиты приёмника от импульсных помех: Временная, частотная и амплитудная селекция, схема ШОУ как пример амплитудно-частотной селекции, компенсация помех.</p> <p>Разнесённый приём, сложение и автовыбор сигналов.</p> <p>Ослабление промышленных помех в месте их возникновения.</p>   |
| 10 | Особенности приёма сигналов с различными видами модуляции       | <p>Приём сигналов с амплитудной модуляцией (АМ). Искажения сигналов в селективном тракте и способы их уменьшения. Схема некогерентного приёмника АМ сигналов. Синхронный приём. Приём сигналов с одной боковой полосой.</p> <p>Приём сигналов с частотной модуляцией (ЧМ). Искажения сигналов в селективном тракте и способы их уменьшения.</p> <p>Схема некогерентного приёмника ЧМ сигналов. Выигрыш в помехоустойчивости при детектировании ЧМ сигнала, явление порога, порогопонижающие схемы.</p> <p>Сравнительная оценка помехоустойчивости АМ и ЧМ приёма.</p> <p>Радиоприёмные устройства приёма дискретных сигналов: демодуляция амплитудно-манипулированных и фазоманипулированных колебаний.</p> <p>Радиоприёмные устройства импульсных сигналов. Задачи обнаружения и измерения параметров сигнала. Оптимальный обнаружитель простого сигнала и его характеристики.</p> <p>Согласованные фильтры для сложных импульсных сигналов. Конструкции согласованных фильтров и конвольверов на ПАВ. Поиск сложных сигналов по частоте и запаздыванию.</p> |
| 11 | Цифровые радиоприёмные устройства                               | Преимущества и недостатки цифровой обработки сигналов. Особенности дискретизации и квантования сигналов в технике радиоприёма. Структуры цифровых устройств приёма и обработки сигналов: цифровые фильтры, цифровые демодуляторы, цифровые системы автоматического регулирования. Микропроцессорное управление радиоприёмным устройством.   |
| 12 | Особенности приёмников различного назначения                    | Радиовещательные приёмники: звуковых программ, стереофонические, телевизионные.   |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>Связные приёмники: телеграфные, речевые, многоканальные, ретрансляционные.</p> <p>Приёмники радиолокационных и навигационных систем.</p>   |
| 13 | Перспективы развития техники радиоприёма | <p>Освоение новых диапазонов волн. Микроминиатюризация устройств приёма и обработки сигналов. Развитие техники цифровой обработки сигналов. Разработка оптимальных помехоустойчивых алгоритмов обработки сигналов.</p> <p>Надёжность и экономичность радиоприёмных устройств.</p>   |
| 14 | Сложные сигналы                          | <p>Основные требования к радиоэлектронным системам.</p> <p>Использование сложных сигналов для повышения показателей радиоэлектронных систем. Классификация сложных сигналов.</p>  |
| 15 | Сигналы с линейной частотной модуляцией  | <p>Сигнал с ЛЧМ. Характеристики сигнала с ЛЧМ. Функция неопределенности ЛЧМ сигнала. Неопределенность измерения дальности. Коррекция боковых лепестков. Применение сигналов ЛЧМ.</p>  |
| 16 | Сигналы с дискретной манипуляцией        | <p>Общее описание сигналов с дискретной манипуляцией. Сигналы с амплитудной манипуляцией. Сигналы с фазовой манипуляцией. Сигналы с частотной манипуляцией. Сигналы с несинусоидальной несущей. Сигналы без несущей.</p> <p>Псевдослучайные последовательности. М-последовательности. Нелинейные последовательности. Многоуровневые последовательности. Коды Баркера.</p>   |
| 17 | Устройства формирования                  | <p>Формирование сигналов с ЛЧМ. Формирование фазоманипулированных сигналов. Синтез сигналов с частотной манипуляцией. Формирование сигналов с частотно-фазовой манипуляцией.</p> <p>Качество формирования. Неидеальности формирования и обработки сигнала. Согласование фильтров формирования и обработки сигналов. Уменьшение амплитуды центрального пика автокорреляционной функции. Увеличение боковых пиков.</p> <p>Критерии качества. Основные причины рассогласования сигнала и оптимального фильтра.</p> |
| 18 | Оптимальный приём                        | <p>Основные вопросы реализации оптимальных схем. Общие вопросы реализации схем с корреляторами. Схема с коррелятором на видеочастоте. Схема с радиочастотным коррелятором. Общие вопросы реализации схем с согласованными фильтрами. Схема с радиочастотным согласованным фильтром. Схема с видеочастотным согласованным фильтром.</p>  |
| 19 | Адаптивный приём                         | <p>Адаптация систем и устройств. Каноническая схема адаптивного приемника. Согласованный фильтр и линейное накопление. Адаптивный прием и оптимальное накопление. Квазиоптимальный адаптивный приемник.</p>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | Автокомпенсационный способ подавления узкополосных помех. |
|--|--|---|

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности  | Технология воспитательной деятельности                                 | Компетенция   | Результаты обучения   |
|---|--|--|---|---|
| Профессиональное воспитание             | проектная деятельность<br>учебно-исследовательская, научно-исследовательская | Технология проектного образования<br>Технология самостоятельной работы | ПК-2 - Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ | П-1 - Иметь практический опыт разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Радиоприёмные устройства

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Сифоров, В. И.; Радиоприемные устройства; Военное издательство Министерства обороны СССР, Москва; 1954; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=212284> (Электронное издание)
2. Никитин, Н. П.; Устройства приема и обработки сигналов. Системы управления приемником. Устройства борьбы с помехами : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/68497.html> (Электронное издание)
3. Киселев, А. В.; Устройства приема и обработки сигналов : учебно-методическое пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575439> (Электронное издание)
4. Подлесный, С. А.; Устройства приема и обработки сигналов : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229382> (Электронное издание)

## Печатные издания

1. Буга, Н. Н., Фалько, А. И., Чистяков, Н. И.; Радиоприемные устройства : Учебник для вузов.; Радио и связь, Москва; 1986 (44 экз.)
2. Головин, О. В.; Радиоприемные устройства : Учебник для радиотехн. специальностей сред. специальных учеб. заведений.; Горячая линия - Телеком, Москва; 2002 (42 экз.)
3. Колосовский, Е. А.; Устройства приема и обработки сигналов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 200700 - "Радиотехника" направления подгот. дипломир. специалистов 654200 - "Радиотехника".; Горячая линия - Телеком, Москва; 2007 (22 экз.)
4. Никитин, Н. П., Елфимов, В. И.; Проектирование радиоприемных устройств на базе аналоговых блоков : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (50 экз.)

## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. <http://e.lanbook.com/> - Издательство "Лань"
2. <http://elibrary.ru> - ООО Научная электронная библиотека
3. <http://www.biblioclub.ru/> - ЭБС Университетская библиотека онлайн «Директ-Медиа»

## Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.intuit.ru/> - Национальный открытый университет «ИНТУИТ»
2. <http://www.edu.ru/> - Федеральный портал. Российское образование.
3. <http://study.urfu.ru> – портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ
4. <http://rtf.urfu.ru> - официальный сайт ИРИТ-РтФ

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Радиоприёмные устройства

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения               |
|-------|--------------|---|---|
| 1     | Лекции       | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в                            | Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

|   |                      |   |  |
|---|----------------------|---|--|
|   |                      | <p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>  | <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ</p>  |
| 2 | Лабораторные занятия | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> | <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUst STUUseBnft Student EES</p> <p>Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ</p> |