

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2025 14:55:10

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73676c8f8bca887b8d4687

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

«07» июля 2020 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Приемопередающие системы»

Направление подготовки - 11.04.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) – «Радиолокационные системы дистанционного зондирования  
земли»

Москва 2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

| ОПК                                                                                                                                                | Подкомпетенции, формируемые в дисциплине                                                                                                              | Индикаторы достижения компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3. Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач | ОПК-3.ППС Способен искать, обобщать и использовать в профессиональной деятельности информацию о современных и перспективных приемопередающих системах | Знания:<br>- механизмы работы и методы проектирования основных узлов и устройств приемопередающих систем<br>Умения:<br>- Рассчитывать и проектировать на системном уровне основные узлы и устройства приемопередающих систем<br>Опыт деятельности:<br>- по использованию методов анализа и оптимизации узлов и устройств приемопередающих систем |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области приёмопередающих устройств и радиотехнических устройств, а также основы использования САПР Keysight Advanced Design System для ЕМ-моделирования.

Для ликвидации возможного недостаточного уровня владения САПР Keysight Advanced Design System на топологическом уровне в блок самостоятельной работы дисциплины встроен выравнивающий модуль «Топология в ADS».

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Курс | Семестр | Общая трудоёмкость (ЗЕ) | Общая трудоёмкость (часы) | Контактная работа |                            |                             | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация |
|------|---------|-------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|      |         |                         |                           | Лекции (часы)     | Лабораторные работы (часы) | Практические занятия (часы) |                               |                          |
| 1    | 2       | 3                       | 108                       | 16                | -                          | 32                          | 24                            | Экз (36)                 |

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № и наименование модуля                                         | Контактная работа |                            |                             | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
|                                                                 | Лекции (часы)     | Лабораторные работы (часы) | Практические занятия (часы) |                        |                         |
| 1. Выравнивающий модуль                                         | -                 | -                          | -                           | 4                      | Тестирование, Сдача ДЗ  |
| 2. Синтезаторы и преобразователи частот миллиметровых длин волн | 8                 | -                          | 16                          | 10                     | Опрос, Сдача ДЗ         |
| 3. Вакуумные устройства СВЧ                                     | 8                 | -                          | 16                          | 10                     | Опрос, Сдача ДЗ         |

#### 4.1. Лекционные занятия

| № модуля дисциплины | № лекции | Объем занятий (часы) | Краткое содержание                                    |
|---------------------|----------|----------------------|-------------------------------------------------------|
| 2                   | 1        | 2                    | Синтезаторы частот миллиметрового диапазона длин волн |
|                     | 2        | 2                    | Способы уменьшения фазового шума синтезаторов СВЧ     |
|                     | 3        | 2                    | Транзисторные смесители СВЧ на ячейках Гильберта      |
|                     | 4        | 2                    | Микроволновые монолитные интегральные схемы (ММИС)    |

| № модуля дисциплины | № лекции | Объем занятий (часы) | Краткое содержание                                                                                                                 |
|---------------------|----------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |          |                      | приемопередающих устройств СВЧ                                                                                                     |
| 3                   | 5        | 2                    | Вакуумные каскады приемопередающих устройств СВЧ. Принцип непрерывного взаимодействия потока электронов с электромагнитной волной. |
|                     | 6        | 2                    | Усилитель мощности СВЧ на пролетном клистроне                                                                                      |
|                     | 7        | 2                    | Усилитель мощности СВЧ на лампе бегущей волны                                                                                      |
|                     | 8        | 2                    | Магнетронный автогенератор СВЧ                                                                                                     |

#### 4.2. Практические занятия

| № модуля дисциплины | № практического занятия | Объем занятий (часы) | Наименование занятия                                                                                                            |
|---------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2                   | 1                       | 2                    | Составление функциональной схемы малошумящего источника колебаний миллиметрового диапазона длин волн                            |
|                     | 2                       | 2                    | Исследование вариантов схем входных цепей малошумящих приемников СВЧ                                                            |
|                     | 3                       | 2                    | Проектирование умножителя СВЧ на полевом транзисторе                                                                            |
|                     | 4                       | 2                    | Построение схем балансных смесителей СВЧ на полевых транзисторах                                                                |
|                     | 5                       | 2                    | Цифровые синтезаторы частот                                                                                                     |
|                     | 6                       | 2                    | Кольцевой смеситель СВЧ на диодах Шотки                                                                                         |
|                     | 7                       | 2                    | Кольцевой смеситель СВЧ на НЕМТ-транзисторах                                                                                    |
|                     | 8                       | 2                    | Смеситель СВЧ с подавлением зеркального канала                                                                                  |
| 3                   | 9                       | 2                    | Пространственные гармоники в вакуумных приборах СВЧ                                                                             |
|                     | 10                      | 2                    | Расчет выходных параметров пролетного клистрона                                                                                 |
|                     | 11                      | 2                    | Прямые и обратные волны в лампах бегущей волны                                                                                  |
|                     | 12                      | 2                    | Фазовые шумы автогенераторов СВЧ на лампах обратной волны                                                                       |
|                     | 13                      | 2                    | Структура электрического и магнитного полей в магнетронах и влияние их компонент на образование и вращение электронных сгустков |
|                     | 14                      | 2                    | Рабочие характеристики магнетронов                                                                                              |
|                     | 15                      | 2                    | Нагрузочные характеристики магнетронов                                                                                          |
|                     | 16                      | 2                    | Сравнение основных характеристик различных вариантов вакуумных приборов СВЧ с полупроводниковыми каскадами                      |

**4.3. Лабораторные занятия**  
Не предусмотрены

**4.4. Самостоятельная работа студентов**

| № модуля дисциплины | Объем занятий (часы) | Вид СРС                                 |
|---------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| 1                   | 8                    | Выполнение выравнивающего онлайн-модуля |
| 2                   | 8                    | Выполнение домашних заданий.            |
| 3                   | 8                    | Выполнение домашних заданий             |

**4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**  
Не предусмотрены

**5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

**Модуль 1 «Выравнивающий модуль»**

Выравнивающий модуль «Топология в ADS», в составе ресурсов Moodle в дисциплине <https://orioks.miet.ru/moodle/course/view.php?id=344#section-1>

**Модуль 2 «Синтезаторы и преобразователи частот миллиметровых длин волн»**

Материалы для самостоятельного изучения, в составе ресурсов Moodle в дисциплине <https://orioks.miet.ru/moodle/course/view.php?id=344#section-2>

**Модуль 3 «Вакуумные устройства СВЧ»**

Материалы для самостоятельного изучения, в составе ресурсов Moodle в дисциплине <https://orioks.miet.ru/moodle/course/view.php?id=344#section-2>

**6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

**Литература**

1. Романюк В.А. Аналоговые устройства передатчиков : Учеб. пособие / В.А. Романюк. - М. : СОЛОН-Пресс, 2018. - 144 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/139124> (дата обращения: 01.09.2020). - ISBN 978-5-91359-323-8

2. Романюк В.А. Приемопередающие устройства: Учеб. пособие / В.А. Романюк; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2013. - 128 с. - ISBN 978-5-7256-0722-2
3. Галкин В.А. Приемопередающие устройства : Учеб. пособие. Ч. 2 : Нелинейные устройства / В.А. Галкин; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2020. - 224 с. - ISBN 978-5-7256-0938-7
4. Галкин В.А. Приемопередающие устройства: Учеб. пособие. Ч.1 : Аналого-цифровые устройства / В.А. Галкин; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2019. - 228 с. - ISBN 978-5-7256-0909-7

#### **Периодические издания**

5. Известия вузов. Электроника : научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - Москва : МИЭТ, 1996 - . - ISSN 1561-5405

### **7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Microwaves101 | Encyclopedias : [сайт]. – На англ. яз. – URL: <https://www.microwaves101.com/encyclopedias> (дата обращения: 10.11.2020)
2. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

### **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы   | Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы                             | Перечень программного обеспечения                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория                                                       | Компьютер с мультимедийным оборудованием.                                                         | Операционная система Windows 10;<br>Пакет программ Microsoft Office;<br>Acrobat reader. |
| Помещение для практических занятий и самостоятельной работы обучающихся | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС | Операционная система Windows 10;<br>Пакет программ Microsoft Office;<br>Acrobat reader. |

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции ОПК-3.ППС «Способен искать, обобщать и использовать в профессиональной деятельности информацию о современных и перспективных приемопередающих системах».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина состоит из лекций, практических занятий с обсуждением учебного материала, самостоятельной работы в виде подготовки реферата и экзамена.

При изучении дисциплины предполагается, что студент знаком топологическими возможностями САПР Kesight Advanced Design System. Для ликвидации возможного недостаточного уровня знания данного САПР предназначен Модуль 1 «Выравнивающий модуль». Данный онлайн-модуль изучается самостоятельно.

### 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система. Баллами оцениваются: работа на практических занятиях 2-3 (ПЗ), активность/посещаемость занятий 0 - 5 баллов (А/П), 6-16 (КР). Общая сумма баллов 50 - 100.

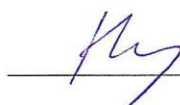
Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (57-30 баллов), активность в семестре (15-0 баллов) и сдача экзамена (28-20 баллов).

Выравнивающий модуль не входит в систему оценивания.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

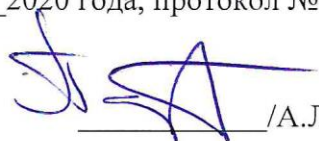
### РАЗРАБОТЧИК:

К.т.н., доцент Института МПСУ

 /В.А. Романюк/

Рабочая программа дисциплины «Приемопередающие системы» по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника», направленности (профиля) «Радиолокационные системы дистанционного зондирования земли» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института 30.03 2020 года, протокол № 1

Директор института МПСУ

 /А.Л. Переверзев/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 /И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 /Т.П. Филиппова /