

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

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1160007	Проектирование радиотехнических систем

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Инженерия радиоэлектронных средств и систем	<b>Код ОП</b> 1. 11.04.01/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Радиотехника	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 11.04.01

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	Иванов Вячеслав Элизбарович	д.т.н., профессор	профессор	радиоэлектроники и телекоммуникаций

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Проектирование радиотехнических систем

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В модуле рассматриваются радиотехнические системы различного назначения. Студенты изучают иерархию описания радиотехнических систем, критерии их развития и показатели качества, закономерности развития и жизненный цикл радиотехнических систем. Обсуждаются основные этапы выполнения проектов. Рассматриваются технические противоречия и типовые приемы их разрешения. Определяется роль нормативной и творческой базы в проектировании радиотехнических систем.

## 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	Проектирование радиотехнических систем	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 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
Проектирование радиотехнических систем	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа

		<p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>
	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</p> <p>З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>

		Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности
	ПК-9 - Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований	З-1 - Классифицировать технические характеристики радиотехнических устройств и систем З-2 - Сформулировать технико-экономические проблемы выбора параметров технического оборудования У-1 - Выделить основные параметры, определяющие технические характеристики радиоэлектронных устройств и систем У-3 - Устанавливать и реализовывать этапы разработки радиоэлектронных систем П-1 - Иметь практические навыки обоснования принятых технических решения П-3 - Иметь практические навыки проектирования различных элементов и устройств систем радиоэлектроники и оценки их эффективности

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Проектирование радиотехнических систем**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Иванов Вячеслав Элизбарович	д.т.н., профессор	профессор	радиоэлектроники и телекоммуникаци й

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

Протокол № 11 от 07.11.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Иванов Вячеслав Элизбарович, профессор, радиоэлектроники и телекоммуникаций**

## 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	Введение	Основные характеристики РЭС. Этапы проектирования РЭС: -Поисковая НИР -Техническое предложение -Эскизный проект -Технический проект -Разработка конструкторской документации (РКД) -Изготовление опытного образца -Испытания -Постановка на опытное и серийное производство
2	Структурная схема и принцип работы системы радиозондирования (СР) атмосферы с активным ответом.	Основные характеристики аэрологического радиозонда; Технические характеристики аэрологического радиолокатора РЛС); Расчет основных характеристик СР. Теоретический расчет базовых параметров СР: -Расчет дальности действия;

		<p>-Расчет точности измерения дальности;</p> <p>-Расчет точности измерения угловых координат;</p> <p>-Расчет высоты подъема и скорости движения АРЗ.</p> <p>Теория свехрегенеративного приемопередатчика (СПП) АРЗ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. жесткий режим самовозбуждения автоколебаний;</li> <li>2. мягкий режим самовозбуждения автоколебаний;</li> <li>3. режим самовозбуждения с жестким характером установления автоколебаний</li> </ol>
3	Автогенераторы и усилители непрерывных СВЧ колебаний	<p>Общая теория транзисторных автогенераторов.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Аналоговые задающие генераторы передающих устройств.</li> <li>- Когерентные транзисторные усилители СВЧ.</li> <li>- Синтезаторы частот премных устройств;</li> <li>- Синтезаторы частоты когерентных импульсных РЛС</li> </ul>
4	Фазированная антенная решетка РЛС	<p>Характеристики четырехквдрантной ФАР</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Сканирование ДН ФАР с помощью фазовращателей</li> <li>- Особенности конструкции ФАР</li> <li>- Согласование и теоретические основы передачи энергии от генератора в нагрузку</li> </ul> <p>Характеристики ДН ФАР:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ширина ДН, уровень боковых лепестков ДН;</li> <li>- точность сопровождения сигнала АРЗ угловым координатам.</li> </ul> <p>Передача СВЧ энергии в пространстве и в линиях связи от источника в нагрузку.</p> <p>Особенности согласование узлов СВЧ устройств и комплексов.</p>
5	СВЧ усилители	<p>Проектирование конструкции транзисторных маломощных усилителей приемного устройства РЛС.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Преобразователи частоты</li> <li>- Проектирование усилителей ПЧ</li> </ul> <p>Особенности проектирования маломощных усилителей СВЧ для приемных устройств РЛС.</p> <p>Преобразователи частоты и усилители промежуточной частоты приемных устройств РЛС.</p> <p>Автоматическая регулировка усиления аналоговых и цифровых усилителей ПЧ</p>

6	Импульсные СВЧ усилители	<p>Проектирование импульсных усилителей СВЧ малой и большой мощности;</p> <p>Антенные переключатели СВЧ прием-передача.</p> <p>Характеристики СВЧ транзисторов малой и большой мощности в импульсном режиме работы.</p> <p>Ферритовые и полупроводниковые антенные переключатели РЛС.</p>
7	Особенности проектирования цифровых узлов аэрологической РЛС	<p>Модуль измерения дальности</p> <p>Модуль обработки координатно - телеметрической информации (КТИ)</p> <p>Модуль управления приводом ФАР</p> <p>Требования к элементной базе цифровых модулей РЛС.</p> <p>Структура программного обеспечения модулей РЛС</p>
8	Проектирование конструкции современной когерентной аэрологической РЛС	<p>Особенности разработки синтезаторов когерентной РЛС.</p> <p>Нагрев технологических образцов с помощью ЭМП.</p> <p>Измерение параметров диэлектриков с помощью СВЧ колебаний и ЭМП.</p> <p>Передача энергии с помощью ЭМП.</p>

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

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Проектирование радиотехнических систем

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Шайдуров, Г. Я.; Основы теории и проектирования радиотехнических систем : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229385> (Электронное издание)

2. Вовченко, П. С.; Устройства генерирования и формирования сигналов (радиопередающие устройства) : практикум для студентов.; Новосибирский государственный технический университет,

### **Печатные издания**

1. Гуткин, Л. С.; Проектирование радиосистем и радиоустройств : учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов.; Радио и связь, Москва; 1986 (19 экз.)
2. Каганов, В. И.; СВЧ полупроводниковые радиопередатчики; Радио и связь, Москва; 1981 (2 экз.)
3. , Алексеев, О.В., Головкин, А. А., Митрофанов, А. В., Полевой, В. В., Соловьев, А. А.; Генераторы высоких и сверхвысоких частот : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Радиотехника".; Высшая школа, Москва; 2003 (18 экз.)
4. , Шахгильдян, В. В., Козырев, В. Б., Ляховкин, А. А., Нуязин, 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.)
5. Дегтярь, Г. А., Востриков, А. С.; Устройства генерирования и формирования сигналов : учебник. Ч. 1. ; НГТУ, Новосибирск; 2005 (1 экз.)
6. Дегтярь, Г. А., Востриков, А. С.; Устройства генерирования и формирования сигналов : учебник. Ч. 2. ; НГТУ, Новосибирск; 2005 (1 экз.)
7. 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.)
8. , Буга, Н. Н., Головин, О. В.; Радиоприемные устройства : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" (201100).; Радио и связь, Москва; 2003 (53 экз.)
9. Петров, Б. Е.; Радиопередающие устройства на полупроводниковых приборах : Учеб. пособие для вузов.; Высш. шк., Москва; 1989 (188 экз.)
10. , Веселов, Г. И.; Микроэлектронные устройства СВЧ : учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1988 (7 экз.)

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

#### **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**

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

#### **Проектирование радиотехнических систем**

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

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
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>Adobe Premiere Pro CS6</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</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>Периферийное устройство</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>
3	Консультации	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p><b>Не требуется</b></p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

