

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль «Промышленная электроника»  
РПД Б1.В.ДВ.03.02 «Схемотехника СВЧ»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО  
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске  
В.В. Рожков  
«26» 08 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Схемотехника СВЧ**  
(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**

Профиль: **«Промышленная электроника»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года 11 месяцев**

Форма обучения: **заочная**

Год набора: **2020**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 927

**Программу составил:**

доцент

«Электроники и микропроцессорной техники»

канд. техн. наук, доцент

подпись

Мищенко Михаил Николаевич

ФИО

«24» июня 2020 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

«25» июня 2020 г., протокол № 7

**Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:**

подпись

Якименко Игорь Владимирович

ФИО

«02» июля 2020 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

Зуева Елена Владимировна

ФИО

«02» июля 2020 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** является подготовка обучающихся к научно-исследовательской деятельности по направлению бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачи:** изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Схемотехника СВЧ» относится к вариативной (Б1.В.ДВ.03.02) части образовательной программы.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.В.02 «Магнитные элементы электронных устройств», Б1.В.06 «Схемотехника линейных устройств», Б2.В.01(У) «Ознакомительная практика».

Перечень дисциплин, знания, умения и навыки, которых формируются параллельно с данной дисциплиной: Б2.В.03(Н) «Научно-исследовательская работа», ФТД.02 «Наноэлектроника».

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной: Б1.В.12 «Средства отображения информации», Б3.01 «Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1 Строит простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	<i>Знает:</i> Как строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения <i>Умеет:</i> Строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения <i>Владеет:</i> Методами строительства простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
	ПК-1.2 Использует стандартные программные средства компьютерного моделирования	<i>Знает:</i> Как использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования <i>Умеет:</i> использовать стандартные программные средства их компьютерного моде-

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль «Промышленная электроника»  
РПД Б1.В.ДВ.03.02 «Схемотехника СВЧ»



		<i>лирования Владеет: Методами использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования</i>
--	--	---

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
 Профиль «Промышленная электроника»  
 РПД Б1.В.ДВ.03.02 «Схемотехника СВЧ»



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Структура дисциплины:

Индекс	Наименование	Форма контроля							з.е.		-	Итого акад. часов						Курс 4									
		Экзамен	Зачет	Зачет с оц.	КР	Контр.	Реферат	РГР	Экспертное	Факт.		Часов в з.е.	Экспертное	По плану	Контакт. часы	СР	Контроль	Сессия 3									
																		з.е. на курсе	Итого	Лек.	Лаб.	Пр	КРП	СР	Контроль	Формы контр.	
Б1.В.ДВ.03.02	Схемотехника СВЧ	4							4	4	36	144	144	8	127	9	4	144	4	4					127	9	э

##### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

##### Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз — экзамен;

ЗаО — зачет с оценкой;

За — зачет;

##### Виды работ:

Контакт. — контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. — лекционные занятия;

Лаб. — лабораторные работы;

Пр. — практические занятия;

КРП — курсовая работа (курсовой проект);

РГР — расчетно-графическая работа (реферат);

СР — самостоятельная работа студентов;

з.е. — объем дисциплины в зачетных единицах.

**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание	
1	лекционные занятия 2 шт. по 2 часа (4 час.): 1.1 Возбуждающие и согласующие устройства, направленные ответвители. 1.6 Основы теории антенн. Теория антенных решеток. Линейные антенные решетки. Плоскостные антенные решетки	
2	лабораторные работы 2 шт. по 2 часа (4 час.): 2.1 Согласующие устройства СВЧ. 2.2 Измерение основных параметров антенн.	
5	самостоятельная работа студентов: 3.1. Изучение материалов лекций 1.1 Возбуждающие и согласующие устройства, направленные ответвители. 1.2 Е- и Н-тройники, мостовые схемы СВЧ. 1.3 Фильтры СВЧ, волноводные соединения, аттенюаторы, фазовращатели, волноводные нагрузки. 1.4 Волноводные устройства с намагниченными ферритами, ферритовые циркуляторы и вентили 1.5 Параметры антенн и основы антенных измерений 1.6 Основы теории антенн. Теория антенных решеток. Линейные антенные решетки. Плоскостные антенные решетки 1.7 Вибраторные и многовибраторные антенны 1.8 Апертурные антенны. Теория апертурных (поверхностных) антенн. Рупорные антенны. Зеркальные и двухзеркальные антенны	час. 72
	3.2. Подготовка к практическим занятиям	16
	3.3. Подготовка к лабораторным работам	10
	3.4. Расчетно-графическая работа	14
	<b>Всего:</b>	<b>127</b>
	3.5. Подготовка к экзамену	15

**Текущий контроль:** Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических и лабораторных занятиях.

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация). Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине.
2.	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений.
3.	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде). Допуск к лабораторной работе.
4.	Консультации по курсовой работе (курсовому проекту)	Индивидуальные и групповые консультации.

5.	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).
6.	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине — экзамен.

Перечень вопросов к экзамену

1. Возбуждающие и согласующие устройства.
2. Направленные ответвители.
3. Е- и Н-тройники,
4. Мостовые схемы СВЧ.
5. Фильтры СВЧ,
6. Волноводные соединения, аттенюаторы, фазовращатели, волноводные нагрузки.
7. Волноводные устройства с намагниченными ферритами,
8. Ферритовые циркуляторы и вентили
9. Параметры антенн
10. Основы антенных измерений
11. Основы теории антенн. Теория антенных решеток.
12. Линейные антенные решетки.
13. Плоскостные антенные решетки
14. Вибраторные и многовибраторные антенны
15. Апертурные антенны. Теория апертурных (поверхностных) антенн.
16. Рупорные антенны.
17. Зеркальные и двухзеркальные антенны

### Типовые задачи

1. Зеркальная антенна имеет диаметр раскрытия 0,9 м и излучает волну с частотой 10 ГГц. Определить КНД и ширину диаграммы направленности антенны.
2. В синфазной антенной решетке длиной 1,8 м реализовано косинусоидальное распределение амплитуд. Определить ширину диаграммы направленности решетки, если в качестве излучателей используются открытые концы волноводов МЭК-84.
3. Определить место включения в волновод МЭК-100 согласующей индуктивной диафрагмы, если  $\lambda = 3$  см,  $Z_H = (500 - i500)$  Ом
4. Плоскостная антенная решетка прямоугольной формы состоит из  $m=8$  и  $n=11$  излучателей. Расстояния между излучателями выбрано минимальным из условия единственности главного максимума, направленного по нормали к решетке. Определить ширину диаграммы направленности в двух плоскостях, если вдоль широкой стороны решетки распределение амплитуд равномерное, а вдоль узкой – косинусоидальное,  $\lambda = 3$  см.
5. Определить место включения в волновод МЭК-100 четвертьволнового трансформатора в сечение минимума, если длина волны равна 3 см,  $Z_H = (500 + i250)$  Ом.
6. Определить КНД зеркальной антенны, если радиус ее раскрытия равен 35 см, а облучателем является открытый конец волновода МЭК-120.

7. Две идентичные зеркальные антенны имеют ширину диаграммы направленности  $4^\circ$  и работают на частоте 1010 Гц. Определить минимальное расстояние, на котором они должны быть установлены друг от друга при измерении коэффициента усиления методом двух антенн.
8. Определить размеры раскрыва, длину и КНД оптимального пирамидального рупора, если его ширина диаграммы направленности в плоскости Е должна быть равна  $25^\circ$ , а в плоскости Н –  $34^\circ$  при частоте 8,8 ГГц.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок — «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено» (далее — пятибалльная система).

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины.. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «пороговый».



Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС филиала.

**Программное обеспечение:** MathCad.

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

**для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

**для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;

- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

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

### **Основная литература.**

1. Замотринский, В.А. Устройства СВЧ и антенны: учебное пособие / В.А. Замотринский, Л.И. Шангина. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 1. Устройства СВЧ. - 223 с.; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208566>
2. Гошин, Г.Г. Устройства СВЧ и антенны: учебное пособие / Г.Г. Гошин. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 2. Антенны. - 160 с.; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208588>

**Дополнительная литература.**

1. Мищенко, М.Н. и др. Практикум по курсу «Специальные вопросы схемотехники» [текст]: практикум / М.Н. Мищенко, И.В. Якименко, В.А. Смолин. – Смоленск: РИО филиала МЭИ, 2015. – 279 с.
2. Фальковский, О.И. Техническая электродинамика [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2009. — 431 с. — Режим доступа: URL [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=403](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=403)
3. Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебник [Электронный ресурс]: учебник. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2007. — 708 с. — Режим доступа: URL [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=118](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=118)
4. Барыбин, А.А. Электродинамика волноведущих структур. Теория возбуждения и связи волн [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2007. — 510 с. — Режим доступа: URL [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=2106](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2106)
5. Виноградов А. Ю. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны : учеб. пособие по спец. 090302" Инфокоммуникационная безопасность телекоммуникационных систем", 090201 "Противодействие техническим разведкам" / А.Ю. Виноградов, Р.В. Кабетов, А.М. Сомов .— М. : Горячая линия-Телеком, 2012 .— 443, [1] с. : ил. (12 экземпляров в библиотеке)

**10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Расчет параметров антенн. Режим доступа: [http://stepn.ucoz.ru/index/kalkuljator\\_antenn/0-7](http://stepn.ucoz.ru/index/kalkuljator_antenn/0-7)
2. Расчет параметров антенн. Режим доступа: <http://goryham.qrz.ru/ant/7/menu.htm>

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер измене- ния	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изме- нения в данный экземпляр	Дата внесения изме- нения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	изме- ненных	замене- ных	новых	аннулиро- ванных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10