

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных технологий  
(ИРИТ)

*(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)*

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Мякинников А.В.

подпись

ФИО

“ 22 ” \_\_\_\_\_ июня \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.2.2 Математическое моделирование СВЧ измерений

*(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)*

для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.01 «Радиотехника»

\_\_\_\_\_ *(код и направление подготовки, специальности)*

Направленность: «Техника СВЧ и антенны»

\_\_\_\_\_ *(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)*

Форма обучения: очная

\_\_\_\_\_ *(очная, очно-заочная, заочная)*

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра Информационные радиосистемы

\_\_\_\_\_ *аббревиатура кафедры*

Кафедра-разработчик КТПП

\_\_\_\_\_ *аббревиатура кафедры*

Объем дисциплины 144/4

\_\_\_\_\_ *часов/з.е*

Промежуточная аттестация зачет

\_\_\_\_\_ *экзамен, зачет с оценкой, зачет*

Разработчик: Петров В.В., к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ *(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2021 год

Рецензент: Рындык Александр Георгиевич, д.т.н, профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) \_\_\_\_\_ (подпись)

«09»    июня    2021    г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.01 "Радиотехника", утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19.09.2017 № 925 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 10.06.21 № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 03.06.21 № 5

Зав. кафедрой д.т.н, профессор, Моругин С.Л. \_\_\_\_\_  
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института УМС ИРИТ,

Протокол от 10.06.21 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ \_\_\_\_\_ № 11.04.01-А-16

Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Кабанина Н.И.  
(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	4
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.....	6
5. Структура и содержание дисциплины .....	8
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	13
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	16
8. Информационное обеспечение дисциплины.....	17
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ .....	18
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	19
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....	20
12. Оценочные средства для контроля Освоения дисциплины .....	21

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является** получение основных знаний в области принципов и технической реализации СВЧ измерений.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- изучение методов и средств измерения в СВЧ диапазоне;
- получение навыков моделирования измерительных процессов;
- практическое освоение работы с измерительной аппаратурой СВЧ диапазона.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина " Математическое моделирование СВЧ измерений" включена в перечень, вариативной части дисциплин (формируемой участниками образовательных отношений) по выбору (запросу студентов), направленный на углубление уровня освоения компетенций. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 11.04.01.

Дисциплина базируется на программе бакалавриата по специальности 11.04.01 «Радиотехника».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении научно-исследовательской работы, курсового проектирования выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование СВЧ измерений» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки:

- способен проводить научные исследования в области устройств СВЧ и антенн, осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по теме планируемых исследований (ПКС-1);
- способен выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием разработанных и программно-реализованных алгоритмов решения задач на основе современных языков программирования или имеющихся средств исследования, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПКС-2).

В таблице 1 представлены дисциплины, участвующие в формировании данной компетенции.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины			
	1	2	3	4
Код компетенции ПКС-1, ПКС-2				
Современные технологии программирования	✓			
<b>Математическое моделирование СВЧ измерений</b>	✓			
Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона		✓		
Специальные разделы математической физики		✓		
СВЧ микроэлектроника		✓		
Автоматизированное проектирование ВЧ и СВЧ устройств		✓		
Современные антенные устройства			✓	
Радиоприемные устройства СВЧ			✓	
Основы СВЧ оптоэлектроники			✓	
Пассивные устройства СВЧ			✓	
Электромагнитная совместимость			✓	
Линейная макроскопическая электродинамика			✓	
ВКР				✓

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код ПС и ТФ	Квалификационные требования к выбранной ТФ	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
							Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ПКС-1.</b> Способен проводить научные исследования в области устройств СВЧ и антенн, осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по теме планируемых исследований	<b>ИПКС-1.2.</b> Разрабатывает стратегии и методологии исследования устройств СВЧ и антенн, работает с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.	06.005, С/02.6	Трудовые действия: – изучение инструкций, необходимых для правильной эксплуатации радиоэлектронных комплексов и оценки их технического состояния при определении необходимости отправки в ремонт их составных частей. Трудовые умения: – работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов. Трудовые знания: виды и содержание эксплуатационных документов.	<b>Знать:</b> принципы работы, устройство, технические возможности радиоизмерительного оборудования.	<b>Уметь:</b> работать со средствами измерения и контроля технического состояния радиоэлектронных комплексов	<b>Владеть:</b> навыками работы в специализированном программном обеспечении.	Вопросы для сдачи допуска к лабораторным работам 1-6.	Вопросы для зачета: билеты (20 билетов)

<p><b>ПКС-2.</b> Способен выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием разработанных и программно-реализованных алгоритмов решения задач на основе современных языков программирования или имеющихся средств исследования, включая стандартные пакеты прикладных программ</p>	<p><b>ИПКС-2.1.</b> Анализирует физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия устройств СВЧ и антенн, осуществляет тестирование программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.</p>	<p>06.005, С/02.6</p>	<p>Трудовые действия: – тестирование работы радиоэлектронных комплексов при вводе их в эксплуатацию. Трудовые умения: – диагностировать и оценивать техническое состояние радиоэлектронных комплексов; Трудовые знания: – языки программирования.</p>	<p><b>Знать:</b> методы обработки результатов измерений с использованием средств вычислительной техники</p>	<p><b>Уметь:</b> создавать математические модели средств измерения СВЧ диапазона. Проводить анализ функционирования, оптимизацию параметров.</p>	<p><b>Владеть:</b> программным обеспечением для моделирования устройств и систем СВЧ диапазона.</p>	<p>Вопросы для сдачи допуска к лабораторным работам 1-6.</p>	<p>Вопросы для зачета: билеты (20 билетов)</p>
---	--	-----------------------	---	---	--	---	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		5
<b>Формат изучения дисциплины</b>	очный	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	68	68
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (практ. занятия)	17	17
лабораторные работы (ЛР)	34	34
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	4	4
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-	-
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	72	72
Подготовка к зачету (контроль)		

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ПКС-2: ИПКС-2.2	Раздел 1 Общие вопросы СВЧ измерений								
	Тема 1.1 Особенности СВЧ измерений. Обзор видов СВЧ измерений	2				Проработка материала с сайта [8.1.1]	Презентация		
	Тема 1.2 Описание СВЧ устройств. Введение в AWR	2				Проработка материала с сайта [8.1.1]	Презентация		
	Практическое занятие №1. Освоение создания моделей в среде AWR			4	4	Подготовка к практи- ческому занятию [7.1.1]	Компьютерное моде- лирование		
	Самостоятельная работа над лекцион- ным материалом				2	См. 7.1.1	Компьютерное моде- лирование		
	Итого по 1 разделу	4		4	10				
	Раздел 2 Измерение параметров СВЧ устройств								
	Тема 2.1 Измерительная линия. Устройство и принцип действия. Ви- ды измерений, погрешности	4				Проработка материала с сайта [8.1.1]	Презентация		
	Практическое занятие №2. Создание модели измерительной линии. Моде- лирование измерений параметров оконечных нагрузок			4		Подготовка к практи- ческому занятию [7.1.1]	Компьютерное моде- лирование		
	Лабораторная работа №1 Измерение параметров оконечных устройств с помощью ИЛ		4		4	Подготовка к лабора- торной работе [3.1]	Компьютерное моде- лирование		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных <sup>13</sup> технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 2.2 Метод переменной нагрузки	1							
	Практическое занятие №3. Моделирование измерений методом переменной нагрузки			4	2	Подготовка к практическому занятию [7.1.1]	Компьютерное моделирование		
	Лабораторная работа №2 Измерение параметров проходных устройств с помощью ИЛ		4		4	Подготовка к лабораторной работе [3.1]	Компьютерное моделирование		
	Тема 2.3 Векторные анализаторы цепей Погрешности измерений и калибровка	2				Проработка материала с сайта [8.1.1]	Презентация		
	Практическое занятие №4. Создание модели векторного анализатора цепей			3	2	Подготовка к практическому занятию [7.1.1]	Компьютерное моделирование		
	Лабораторная работа №3 Измерение параметров нагрузок векторным анализатором СВЧ цепей		4		4	Подготовка к лабораторной работе [3.2]	Компьютерное моделирование		
	Лабораторная работа №4 Измерение параметров проходных устройств векторным анализатором СВЧ цепей		4		4	Подготовка к лабораторной работе [3.2]	Компьютерное моделирование		
	Практическое занятие №5. Знакомство с ПО анализатора P4226			2	1	Подготовка к практическому занятию [7.1.1, 7.1.2]	Компьютерное моделирование		
	Лабораторная работа №5 Изучение методики измерения S-параметров с использованием виртуального анализатора СВЧ цепей P4226		4		4	Подготовка к лабораторной работе [3.3]	Компьютерное моделирование		
	Лабораторная работа №6 Схемная		4		4	Подготовка к лабора-	Компьютерное моде-		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	модель векторного анализатора СВЧ цепей					торной работе [3.4]	лирование		
	Лабораторная работа №7 Векторный анализатор СВЧ цепей (калибровка и измерения)		4		4	Подготовка к лабора- торной работе [3.5]	Компьютерное моде- лирование		
	Лабораторная работа №8 Зондовый измерительный преобразователь ин- теллектуального анализатора СВЧ цепей (калибровка и измерения)		4		4	Подготовка к лабора- торной работе [3.6]	Компьютерное моде- лирование		
	Тема 2.4 Импульсные рефлектометры	1				Проработка материала с сайта [8.1.1]	Презентация		
	Самостоятельная работа над лекцион- ным материалом				2	См. 7.1.1	Компьютерное моде- лирование		
	Итого по 2 разделу	8	32	13	39				
	Раздел 3 Измерения в нестандартных траках								
	Тема 3.1 Контактные устройства. Ка- либровка контактных устройств	1				Проработка материала с сайта [8.1.1]	Презентация		
	Тема 3.2 Измерения в свободном про- странстве. Виды измерений. Парамет- ры антенн	2				Проработка материала с сайта [8.1.1]	Презентация		
	Самостоятельная работа над лекцион- ным материалом				4	См. 7.1.1	Компьютерное моде- лирование		
	Итого по 3 разделу	3			4				
	Раздел 4 Измерение мощности								
	Тема 4.1 Методы измерения мощно-	2				Проработка материала	Презентация		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	сти					с сайта [8.1.1]			
	Дополнительное лабораторное заня- тие		2			Подготовка к лабора- торной работе	Компьютерное мо- делирование		
	Самостоятельная работа над лекцион- ным материалом				2	См. 7.1.1			
	Итого по 4 разделу	2	2		2				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	34	17	55				
	Подготовка к зачету				17				
	ИТОГО по дисциплине	17	34	17	72				

<sup>14</sup> приводятся количество часов Практической подготовки (при наличии), которая производится на предприятиях, согласно договору НГТУ (берутся из ОП ВО, раздел \_\_\_\_\_)

<sup>15</sup> при наличии, приводятся наименование разработанного Электронного курса в рамках раздела (разделов) , прошедшего экспертизу (трудоемкость в часах)

## **6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Текущий контроль осуществляется на практических и лабораторных занятиях, промежуточный контроль осуществляется на экзамене в устной форме.

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

- 1) Вопросы для подготовки к лабораторным работам и практическим занятиям (пример).
  1. Параметры четырехполюсных устройств.
  2. Особенности S-матриц взаимных, симметричных и недиссипативных устройств.
  3. Метод переменной нагрузки.
  4. Вариант метода при хорошем согласовании объекта по входу и выходу.
  5. Вариант метода при хорошем согласовании по выходу. Использование согласованной и короткозамкнутой нагрузок.
  6. Вариант метода при хорошем согласовании по выходу. Использование двух короткозамкнутой нагрузок.
- 2) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен).
  1. Особенности S-матриц взаимных, симметричных и недиссипативных устройств.
  2. Характер коэффициента отражения от подвижной короткозамкнутой нагрузки.
  3. Ограничения на применение метода переменной нагрузки.
  4. Источники погрешностей при измерениях методом переменной нагрузки.
  5. Меры по снижению погрешностей.
  6. ....

### **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине в ходе текущего контроля (лабораторные работы и практические занятия) применяться **балльно-рейтинговая** система контроля и оценки успеваемости студентов. Шкала оценок и критерии представлены в таблице 6

При оценивании результатов промежуточной аттестации используется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. Шкала оценок и критерии представлены в таблице 7.

**Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен проводить научные исследования в области устройств СВЧ и антенн, осуществлять анализ и систематизацию научно-технической информации по теме планируемых исследований	ИПКС-1.1. Разрабатывает методы, алгоритмы решения исследовательских задач, в том числе с использованием современных языков программирования, владеет технологией автоматической обработки информации в применении к устройствам СВЧ и антеннам. ИПКС-1.2. Разрабатывает стратегии и методологии исследования устройств СВЧ и антенн, работает с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены правовые нормы принятия управленческого решения, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения при управлении проектом. Умеет использовать правовую документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
ПКС-2. Способен выполнять математическое моделирование устройств СВЧ и антенн с целью анализа и оптимизации их параметров с использова-	ИПКС-2.1. Анализирует физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия устройств СВЧ и антенн, осуществляет тестирование программного обеспечения радиоэлектронных комплексов.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены правовые нормы принятия управленческого решения, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению по-	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения при управлении проектом. Умеет использовать	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно

нием разработанных и программно-реализованных алгоритмов решения задач на основе современных языков программирования или имеющихся средств исследования, включая стандартные пакеты прикладных программ	сов. ИПКС-2.2. Формулирует и решает задачи, использует математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования устройств СВЧ и антенн, осуществляет анализ информации о качестве функционирования программного обеспечения радиоэлектронных комплексов. ИПКС-2.3. Проводит экспериментальные исследования с применением современных средств и методов, устраняет неисправности, возникшие в процессе эксплуатации устройств СВЧ и антенн.	следующего материала	помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	правовую документацию для определения круга задач.	исправляемые при собеседовании
---	--	----------------------	--	--	--------------------------------

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1 Сверхвысокочастотные устройства в радиоизмерительной технике : Учеб.пособие / В.В. Бирюков [и др.]; НГТУ им. Р.Е.Алексеева; Под.ред. Г.И.Шишкова. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. - 153 с

1.2 Устройства СВЧ и КВЧ в радиоизмерительной технике : Учеб.пособие / В.А. Бажилов [и др.]; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2015. - 153 с.

### **7.2. Справочно-библиографическая литература**

– *учебники и учебные пособия;*

2.1 Техническое описание векторного анализатора СВЧ цепей серии «Панорама» P4213/P4226 (АО «НПФ «Микран», г. Томск). Режим доступа: <https://www.micran.ru/productions/IIS/kia/vna/panorama/>, свободный..

2.2 Технические измерения : учебное пособие / Т. П. Кочеткова, М. А. Никитин, А. Н. Кочетков, В. В. Голикова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 77 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157110> (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

3.1 Измерительная линия. Исследование погрешностей измерения. Методические указания к лабораторным работам №1 и 2 по курсу «Теория и техника СВЧ измерений» для студентов вузов направления 11.04.03 - «Конструирование и технология электронных средств» и 11.04.01 - «Радиотехника» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. В.В. Петров. - Нижний Новгород, 2021. — 22с.

3.2 Анализаторы СВЧ цепей. Исследование погрешностей измерения. Методические указания к лабораторным работам №3 и 4 по курсу «Теория и техника СВЧ измерений» для студентов вузов направления 11.04.03 - «Конструирование и технология электронных средств» и 11.04.01 - «Радиотехника» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. В.В. Петров. - Нижний Новгород, 2021. — 20с.

3.3 Изучение методики измерения S-параметров с использованием виртуального анализатора СВЧ цепей P4226. Методические указания к лабораторной работе №5 по курсу «Теория и техника СВЧ измерений» для студентов вузов направления 11.04.03 - «Конструирование и технология электронных средств» и 11.04.01 - «Радиотехника» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. В.В. Петров. - Нижний Новгород, 2021. — 23с.

3.4 Схемная модель векторного анализатора СВЧ цепей. Методические указания к лабораторной работе №6 по дисциплине «Интеллектуальные информационно-измерительные системы ВЧ и СВЧ диапазона» для студентов по дисциплине «Теория и техника СВЧ измерений» для студентов вузов направления 11.04.03 - «Конструирование и технология электронных средств» и 11.04.01 - «Радиотехника» всех форм обучения/ НГТУ: Сост. Никулин С.М.- 2021, 7с.

3.5 Векторный анализатор СВЧ цепей (калибровка и измерения). Методические указания к лабораторной работе №7 по дисциплине «Теория и техника СВЧ измерений»

для студентов вузов направления 11.04.03 - «Конструирование и технология электронных средств» и 11.04.01 - «Радиотехника» всех форм обучения / НГТУ: Сост. Никулин С.М.- 2021, 8с.

- 3.6 Зондовый измерительный преобразователь интеллектуального анализатора СВЧ цепей (калибровка и измерения). Методические указания к лабораторной работе №8 по дисциплине «Теория и техника СВЧ измерений» для студентов вузов направления 11.04.03 - «Конструирование и технология электронных средств» и 11.04.01 - «Радиотехника» всех форм обучения / НГТУ: Сост. Никулин С.М.- 2021, 9с.

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

### 8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ)

1. Учебные материалы Петрова В.В. Теория и техника СВЧ измерений. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://petrovvv.web-box.ru/UM-PVV/MicWaveMeg> .
2. Программное обеспечение векторного анализатора СВЧ цепей серии «Панорама» Р4213/Р4226 (АО «НПФ «Микран», г. Томск). Режим доступа: <https://www.micran.ru/productions/IIS/kia/vna/panorama/> , свободный.
3. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
5. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
6. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
7. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/> . - Загл с экрана.

### 8.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В таблице 7 приведен перечень доступных в сети университета библиотечных систем.

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

В таблице 8 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
1	2
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	Graphit P4M (свободно распространяемое ПО)
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016 )	
• NI AWR Design Environment 13 (Лицензия №476)	

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАН-ДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
3	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
1	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта

2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в таблице 11.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	<b>5315</b> учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28л	Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на внешний монитор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19" – 1 шт. • Телевизор LG 49" - 1 шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 6 шт.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ)</li> <li>• Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0)</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);</li> <li>• Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).</li> <li>• T-Flex Cad 3D 17 Университетская лицензия (Договор 136-ПР-ТСН-8-2016 без ограничения времени)</li> </ul>
1	<b>5317</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28л	Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19" – 1 шт. • Мультимедийный проектор ViewSonic PJD6253 - 1 шт; • Экран – 1 шт.;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ)</li> <li>• Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);</li> <li>• Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0)</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);</li> <li>• Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).</li> </ul>
	<b>5320</b> компьютерный класс - помещение для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, СРС,	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проектор Accer – 1 шт;</li> <li>• ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 8 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 13 шт..</li> </ul> ПК подключены к сети «Ин-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ)</li> <li>• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14);</li> <li>• Microsoft Office (лицензия № 43178972);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> </ul>

курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28л)	тернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);</li> <li>• Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)</li> <li>• T-Flex Cad 3D 17 Университетская лицензия (Договор 136-ПР-ТСН-8-2016 без ограничения времени)</li> <li>• Autodesk Inventor Pro 2019 (Лицензия № 564-65693746)</li> <li>• Inventor Nastran in Cad 2019 (Лицензия № 564-02998488)</li> <li>• Autodesk CFD Ultimate 2019 (Лицензия № 564-09028029)</li> <li>• NI AWR Design Environment 13 (Лицензия №476)</li> <li>• ELCUT 6.5 студенческий (свободно распространяемое ПО)</li> <li>• ТРiАНА 2.0 (Демо версия без ограничения времени)</li> </ul>
--	--	---

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

- балльно-рейтинговая технология оценивания (при наличии);
- отчеты по лабораторным работам.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

### **11.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

### **11.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **11.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

### **12.1.1. Типовые задания к практическим занятиям**

1. Создание модели измерительного стенда в системе АВР.
2. Выполнение калибровки виртуального анализатора цепей P4226.
3. Определение погрешности измерения параметров четырехполюсных устройств методом переменной нагрузки.
4. Создание модели анализатора цепей в системе АВР.

### **12.1.2. Типовые вопросы для лабораторных работ**

1. Параметры четырехполюсных устройств.
2. Особенности S-матриц взаимных, симметричных и недиссипативных устройств.
3. Метод переменной нагрузки.
4. Вариант метода при хорошем согласовании объекта по входу и выходу.
5. Вариант метода при хорошем согласовании по выходу. Использование согласованной и короткозамкнутой нагрузок.
6. Вариант метода при хорошем согласовании по выходу. Использование двух короткозамкнутой нагрузок.
7. Характер коэффициента отражения от подвижной короткозамкнутой нагрузки.
8. Ограничения на применение метода переменной нагрузки.

9. Источники погрешностей при измерениях методом переменной нагрузки.
10. Меры по снижению погрешностей.

**12.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПКС-1: ИПКС-1.1, ИПКС-1.2, ПКС-2: ИПКС-2.1, ИПКС-2.2, ИПКС-2.3):**

1. Метод переменной нагрузки.
2. Вариант метода при хорошем согласовании объекта по входу и выходу.
3. Вариант метода при хорошем согласовании по выходу. Использование согласованной и короткозамкнутой нагрузок.
4. Вариант метода при хорошем согласовании по выходу. Использование двух короткозамкнутой нагрузок.
5. Характер коэффициента отражения от подвижной короткозамкнутой нагрузки.
6. Ограничения на применение метода переменной нагрузки.
7. Источники погрешностей при измерениях методом переменной нагрузки.
8. Меры по снижению погрешностей.
9. Параметры четырехполюсных устройств.
10. Особенности S-матриц взаимных, симметричных и недиссипативных устройств.
11. Принцип действия направленных ответвителей.
12. Параметры направленных ответвителей.
13. Реализация измерения параметров рассеяния в анализаторах цепей.
14. Причины возникновения погрешностей измерения.
15. Методика калибровка рефлектометра.
16. Назначение элементов схемы векторного анализатора цепей.
17. Источники погрешностей при измерениях методом переменной нагрузки.
18. Меры по снижению погрешностей.
19. Структурная схема векторного анализатора.
20. Настройка режима измерения.
21. Методы калибровки, используемые в анализаторе.
22. Порядок подготовки набора калибровочных мер.
23. Порядок выполнения калибровки.
24. Отображение измерительной информации.
25. Виды представления параметров.
26. Трассы памяти.
27. Методы снижения шумового разброса показаний.
28. Выполнение исключения окружающих цепей.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИРИТ:

\_\_\_\_\_ Мякинников А.В.

\_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ ФИО  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 \_\_\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины<sup>22</sup>**  
**«Б1.В.ДВ.2.2 Математическое моделирование СВЧ измерений»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 11.04.01 «Радиотехника»

Направленность: \_ «Техника СВЧ и антенны»

Форма обучения \_ очная

Год начала подготовки: \_ 2021

Курс \_ 1 \_

Семестр \_ 1 \_

<sup>23</sup> а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20 \_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1) .....
- 2) .....
- 3) .....

Разработчик (и): Петров В.В., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 \_ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры КТПП  
\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 \_ г.

Заведующий кафедрой КТПП С.Л. Моругин \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой

Информационные радиосистемы \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 \_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 \_ г.

<sup>22</sup> Рабочая программа дисциплины актуализируется ежегодно перед началом нового учебного года.

<sup>23</sup> Разработчик выбирает один из представленных вариантов

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Математическое моделирование СВЧ измерений»

ОП ВО по направлению 11.04.01 «Радиотехника», направленность "Техника СВЧ и антенны"

(квалификация выпускника – магистр)

**Рындык Александр Георгиевич**, зав. кафедрой "Информационные системы", ИРИТ, НГТУ, д.т.н, профессор (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Математическое моделирование СВЧ измерений» ОП ВО по направлению 11.04.01 «Радиотехника», направленность "Техника СВЧ и антенны" (уровень обучения) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре КТПП (разработчик – Петров В.В., к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 11.04.01 «Радиотехника». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного цикла – Б1.В.ДВ.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 11.04.01 «Радиотехника».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Математическое моделирование СВЧ измерений» закреплено 2 компетенции. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины Математическое моделирование СВЧ измерений» составляет 4 зачётных единицы (144 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Математическое моделирование СВЧ измерений» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 11.04.03 "Конструирование и технология электронных средств" и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 11.04.01 «Радиотехника».

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (выполнение ситуационных заданий), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.ДВ ФГОС ВО направления 11.04.01 «Радиотехника».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, периодическими изданиями – - источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 7 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 11.04.03 "Конструирование и технология электронных средств".

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Математическое моделирование СВЧ измерений» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Математическое моделирование СВЧ измерений».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Математическое моделирование СВЧ измерений» ОПОП ВО по направлению 11.04.01 «Радиотехника», направленность "Техника СВЧ и антенны" (квалификация выпускника – магистр), разработанная Петровым В.В., к.т.н., доцентом соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Рындык А. Г., зав. кафедрой "Информационные системы", ИРИТ, НГТУ, д.т.н, профессор

« 09 » июня 2021 г.  
(подпись)