

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

Институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Мякиньков А.В.
ФИО
подпись

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.3.2 «Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона»
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Направленность (программа) «Техника СВЧ и антенны»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра ИРС

Кафедра-разработчик ИРС

Объем дисциплины 72/2
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: Шабалин С.А., ассистент

Нижний Новгород, 2021 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.01Радиотехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 925 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 17.12.2020г. № 5

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика протокол от 03 июня 2021 г.
№ 9-1

Зав. кафедрой д.т.н, профессор, Рындык А.Г. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ, протокол от
10 июня 2021 г. № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.04.01-а-18
Начальник МО _____

Заведующая отделом НТБ _____

Н.И.Кабанина

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам	8
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	11
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	11
5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6.1. Учебная литература.....	16
6.1.1. Введение в радиоэлектронику : Учебник и практикум для СПО / В.В. Штыков. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2016. - 271 с. : ил. - (Профессиональное образование). - Указ.:с.266-269. - Библиогр.:с.270-271. - ISBN 978-5-9916-8617-4 : 365-00 (1 шт.).	16
6.1.2. Устройства СВЧ и антенны : Учебник. Ч.2 : Теория и техника антенн / В.А. Неганов, Д.С. Клюев, Д.П. Табаков; Под ред.В.А.Неганова. - М. : URSS, 2014. - 725 с. : ил. - Библиогр.:с.696-709. - ISBN 978-5-9710-0631-2 : 1142-00 (6 шт.).	16
6.2. Справочно-библиографическая литература.....	16
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	17
6.3.1. Журнал "Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника". https://re.eltech.ru/jour/index	17
6.3.2. Журнал "Известия высших учебных заведений России. Радиофизика". https://radiophysics.unn.ru/	17
6.3.3. Журнал "Радиотехника и электроника". https://sciencejournals.ru/journal/radel/	17
6.3.4. Журнал "Ural Radio Engineering Journal". https://journals.urfu.ru/index.php/urj	17
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	17
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
7.1. Перечень информационных справочных систем	18
7.2. Перечень свободно распространяемого программного обеспечения	18
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	19
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	20
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	20
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа.....	21
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	21
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на курсовой работе	21
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	21
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости.....	21
– зачет для студентов в 3 учебном семестре.	22
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ и курсовой работы.....	22
11.1.2. Защита курсового проекта/ работы.....	22
11.1.3. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета.....	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения данной дисциплины является изучение основных принципов и подходов к построению радарных систем ближнего действия.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

Задачи освоения дисциплины:

- ознакомление с существующими структурами антенн;
- изучение типов сигналов, применяемых в радарах ближнего действия, в качестве зондирующих;
- формирование знаний о способах формирования и обработки FMCW сигнала;
- рассмотрение особенностей приемо-передающих устройств FMCW радара;
- разработка фазированных антенных решеток с заданными характеристиками излучения FMCW радара.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) «Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Электродинамика и распространение радиоволн», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Устройства СВЧ и антенны», «Микроэлектронные устройства СВЧ» в объеме курса бакалавриата.

Дисциплина «Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона» вводится на завершающих этапа обучения и главным образом необходима при выполнении выпускной квалификационной работы и для дальнейшей профессиональной деятельности.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)¹

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
<i>Современные антенные устройства ПКС -1</i>				
<i>Современные антенные устройства ПКС -2</i>				
<i>Современные технологии программирования ПКС -2</i>				
<i>Математические методы прикладной электродинамики ПКС -1</i>				
<i>Радиоприемные устройства СВЧ ПКС -1</i>				
<i>Радиоприемные устройства СВЧ ПКС -2</i>				
<i>СВЧ микроэлектроника ПКС -1</i>				
<i>СВЧ микроэлектроника ПКС -2</i>				
<i>Автоматизированное проектирование ВЧ и СВЧ устройств ПКС -1</i>				
<i>Автоматизированное проектирование ВЧ и СВЧ устройств ПКС -2</i>				
<i>Технология производства СВЧ устройств ПКС -1</i>				
<i>Технология производства СВЧ устройств ПКС -2</i>				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисци- плины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
<i>Теория и техника СВЧ измерений-1</i>				
<i>Теория и техника СВЧ измерений-2</i>				
<i>Математическое моделирование СВЧ измерений ПКС-1</i>				
<i>Математическое моделирование СВЧ измерений ПКС-2</i>				
<i>Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона ПКС -1</i>				
<i>Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона ПКС -2</i>				
<i>Электромагнитная совместимость ПКС -1</i>				
<i>Помехозащищенность радиосистем ПКС -1</i>				
<i>Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона ПКС-1</i>				
<i>Проблемы проектирования антенных систем миллиметрового диапазона ПКС-2</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-1</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-2</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-1</i>				
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-2</i>				
<i>Преддипломная ПКС-1</i>				
<i>Преддипломная ПКС-2</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-1</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-2</i>				

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Планируемые результаты обучения по дисциплине	Текущего контроля	Промежуточной аттестации		
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.	Знать: теоретические основы методологии научных исследований применительно к устройствам СВЧ и антеннам, а также методы программной реализации алгоритмов автоматической обработки результатов измерений. Уметь: составлять программы на языках высокого уровня, реализующие обработку больших массивов данных, содержащих измерения физических величин, по которым оцениваются параметры СВЧ устройств. Владеть: навыками решения исследовательских задач в области создания новых решений в отношении конструкций многоканальных устройств и антенн различных типов, локализации ошибок при техническом диагностировании больших массивов данных.		Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования	
– Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник»), решает задачи проектирования СВЧ устройств и антенн						
ПКС-2. 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	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.	Знать: теоретические основы построения и принципов работы РЛС ближнего действия, включая принципы формирования и обработки сигналов, физические основы их взаимодействия с объектами окружающей среды, основы теории построения многоканальных приемных антенных решеток для оптимальной обработ-	Уметь: разрабатывать методики тестирования программных средств, реализующих алгоритмы управления и функциональные алгоритмы радиолокационных систем ближнего действия.	Владеть: математическим аппаратом для описания моделей сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия устройств СВЧ и антенн радиолокационных устройств ближнего действия.	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования

средств исследования, включая стандартные пакеты прикладных программ		ки отраженных сигналов, а также технологии автоматизированной обработки информации.				
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.		Знать: математический аппарат, лежащий в основе численных методов анализа, синтеза и моделирования устройств СВЧ и антенн, в том числе границы применимости методов, реализующих моделирование электромагнитных процессов в плоском и трехмерном приближении, принципы работы, устройство, технические возможности информационно-измерительной системы и диагностического оборудования.	Уметь: на основе результатов численного моделирования оценивать качественные и количественные показатели функционирования программируемых СВЧ приемо-передающих модулей, производить замену ответственных узлов и элементов радиоэлектронных комплексов.	Владеть: методами функционального контроля программного обеспечения радиолокационных комплексов ближнего действия.	Выполнение индивидуального задания	Вопросы для устного собеседования
	– Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», решает задачи разработки устройств СВЧ и антенн ближнего действия					

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2зач.ед. 72 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3.1 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		3 сем	
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72	
1. Контактная работа:			
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	38	38	
занятия лекционного типа (Л)			
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	20	20	
лабораторные работы (ЛР)	18	18	
1.2. Внеаудиторная, в том числе			
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине			
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	34	34	
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа	20	20	
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	14	14	
Подготовка к экзамену (контроль)			
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)			

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1-Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
1 семестр													
ПКС-1 ПКС-2 ИПКС-2.1.	Тема практического занятия 1Основные типы антенн			2	1	Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2],	Интерактивная лекция						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
					[6.1.3].								
	Тема практического занятия 2 Особенности применения систем ближнего действия			1	1		Интерактивная лекция						
	Тема практического занятия 3 Анализ используемых сигналов в современных радарах миллиметрового диапазона			2	1		Интерактивная лекция						
	Итого по 1 разделу			5	3								
ПКС-1, ПКС-2 ИПКС-1.1	Раздел 2. FMCW сигнал				Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.4.2] [6.1.4].								
	Тема 2.1 Параметры FMCW сигнала			1	3		Интерактивная лекция						
	Тема 2.2 Формирование FMCW сигнала			3	5		Интерактивная лекция						
	Тема 2.3 Основы обработки FMCW сигнала			3	5		Интерактивная лекция						
	Лабораторная работа «Формирование и обработка FMCW сигнала»		17			Подготовка к лабораторной работе [6.4.1], [6.4.2], [6.4.3], [6.4.4],	Мозговой штурм						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
					[6.1.4]. [6.4.5].								
	Итого по 2 разделу		17	7	13								
ПКС-1 ПКС-2 ИПКС-2.1, ИПКС-2.2	Раздел 3. Процесс проектирования антенн и микрополосковых линий передачи					Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3], [6.2.4].							
	Тема 3.1 Модель элемента излучения. Модель столбца решетки			2	8		Интерактивная лекция						
	Тема 3.2. Применение амплитудного распределения при проектировании столбца решетки			3	10		Интерактивная лекция						
	Итого по 3 разделу			5	18								
	Итого за семестр		17	17	34								

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

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

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств.

Таблица 5.1 - Паспорт оценочных средств (текущая аттестация)

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
3 семестр								
1	Введение	ПКС-1,2, ИПКС-1.1.	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий			Ознакомление с материалами лекций и рекомендованной литературой	Опрос в процессе лекции
2	FMCW сигнал	ПКС-1,2, ИПКС-1.1.	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение поставленных задач	Лабораторная работа: «Формирование и обработка FMCW сигнала»	Подготовка теоретической части лабораторной работы	Опрос в процессе лабораторного занятия

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
3	Процесс проектирования антенн и микрополосковых линий передачи	ПКС_1,2 ИПКС-2.1, ИПКС-2.2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий			Ознакомление с материалами лекций и рекомендованной литературой	Опрос в процессе лекции

Таблица 5.2 - Паспорт оценочных средств (промежуточная аттестация)

Наименование дисциплины	Формируемые компетенции	Знаниевая компонента		Деятельностная компонента	
		Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
«Проектирование приемо-передающих модулей миллиметрового диапазона»	ПКС-1, ПКС-2	Устное собеседование по вопросам	Вопросы к зачету	Разработка моделей, выполнение лабораторной работы	Задания к зачету

Таблица 5.3 - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера заданий
1	Компетенция ПКС-1	1-34
2	Компетенция ПКС-2	1-34

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Информационные радиосистемы».

5.2.Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5.4- При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентовоценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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» 60-69% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 70-84% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 85-100% 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.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены подходы к программному описанию структур антенн и устройств СВЧ	Фрагментарные, поверхностные знания методов моделирования сигналов. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.	Знание учебного материала на достаточно высоком уровне и умение описывать модели СВЧ систем с помощью современных языков программирования	Полное знание учебного материала и умение оперировать ими для решения задач повышенной сложности. В частности, владение владеет технологией автоматической обработки информации в применении к устройствам миллиметрового диапазона
ПКС-2. 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 програм-	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 освоен материал курса	Фрагментарные, поверхностные знания программных методов для решения поставленных задач	Знание теоретических основ построения и принципов работы РЛС ближнего действия	Свободное владение материалом дисциплины; знание способов формирования и обработки FMCW сигналов; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании; ознакомление с рекомендованной литературой

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» 60-69% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 70-84% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 85-100% от max рейтинговой оценки контроля
мирования или имеющихся средств исследования, включая стандартные пакеты прикладных программ	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.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены программные методы для решения поставленных задач, в частности, лабораторной работы	Фрагментарные знания по способам анализа и реализации антенных систем и устройств СВЧ	Знание материала курса на высоком уровне, умение строить математические и электродинамические модели проектируемых систем миллиметрового диапазона	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; способен провести весь цикл формирования и построения модели антенной системы миллиметрового диапазона; осуществляет анализ информации о качестве функционирования программного обеспечения радиоэлектронных комплексов; грамотное выполнение лабораторной работы и дополнительных заданий

Таблица 7 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

- 6.1.1. Введение в радиоэлектронику : Учебник и практикум для СПО / В.В. Штыков. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2016. - 271 с. : ил. - (Профессиональное образование). - Указ.:с.266-269. - Библиогр.:с.270-271. - ISBN 978-5-9916-8617-4 : 365-00 (1 шт.).
- 6.1.2. Устройства СВЧ и антенны : Учебник. Ч.2 : Теория и техника антенн / В.А. Неганов, Д.С. Клюев, Д.П. Табаков; Под ред. В.А. Неганова. - М. : URSS, 2014. - 725 с. : ил. - Библиогр.:с.696-709. - ISBN 978-5-9710-0631-2 : 1142-00 (6 шт.).
- 6.1.3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток : Учеб.пособие / Д.И. Воскресенский [и др.]; Под ред.Д.И.Воскресенского. - 3-е изд., доп.и перераб. - М. : Радиотехника, 2003. - 632 с. : ил. - Загл.обл.:Проектирование фазированных антенных решеток. - Прил.:с.621-625. - Библиогр.:с.613-619. - ISBN 5-256-00404-2 : 319-00 (20 шт.).
- 6.1.4. Устройства СВЧ и антенные системы : В 3-х кн. Кн.2 : Моделирование, проектирование и технологии СВЧ-устройств и ФАР / Под ред. А.Ю. Гринева. - М. : Радиотехника, 2014. - 197 с. : ил. - (Научно-техническая серия). - Библиогр.в конце ст. - ISBN 978-5-88070-368-5 : 1287-00 (3 шт.).

6.2. Справочно-библиографическая литература

— учебники и учебные пособия

- 6.2.1. Справочник по радиолокации : В 2-х кн.:Пер.с англ. Кн.2 / Олтер Д.Дж. [и др.]; Под ред.М.И.Сколника. - М. : Техносфера, 2014. - 672 с. : ил. - Библиогр.в конце гл. - ISBN 978-5-94836-381-3;978-0-07-148547-0(англ.) : 980-00 (7 шт.).
- 6.2.2. Антенны и функциональные узлы СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Методы расчёта и технология изготовления / С.А. Бабунько [и др.]; Под ред. А.Ю. Седакова. - М. : Радиотехника, 2011. - 112 с. : ил. - Библиогр.в конце гл. - ISBN 978-5-88070-277-0 : 40-00 (4 шт.).
- 6.2.3. Устройства СВЧ и антенны : Учебник / Д.И. Воскресенский [и др.]; Под ред.Д.И.Воскресенского. - 3-е изд. - М. : Радиотехника, 2008. - 384 с. : ил. -

- (Учебник для вузов). - Прил.:с.377-379. - Библиогр.:с.380. - ISBN 978-5-88070-180-3 : 387-50 (30 шт.).
- 6.2.4. Справочник по расчёту и конструированию СВЧ полосковых устройств / Под ред. В.И. Вольмана. - М. : Радио и связь, 1982. - 328 с. : ил. - Библиогр.:с.314-326. - 38-81 (13 шт.).

6.3.Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.3.1. Журнал “Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника”.
<https://re.eltech.ru/jour/index>
- 6.3.2. Журнал “Известия высших учебных заведений России. Радиофизика”.
<https://radiophysics.unn.ru/>
- 6.3.3. Журнал “Радиотехника и электроника”.
<https://sciencejournals.ru/journal/radel/>
- 6.3.4. Журнал “Ural Radio Engineering Journal”.
<https://journals.urfu.ru/index.php/urj>

6.4.Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторной работы и практических заданий по дисциплине «Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона» находятся в открытом доступе и могут быть изучены студентами в любое время подготовки к очередному занятию. Электронные варианты методических указаний по выполнению лабораторной работы при необходимости могут быть отправлены на электронные адреса групп.

- 6.4.1. Моделирование и синтез микрополосковых устройств : Учебно-метод.пособие к лаб.работам по дисц."Устройства СВЧ и антенны", "Интегральная СВЧ схемотехника", "Микроэлектронные устройства СВЧ" для студ.по направлениям 210400 "Радиотехника", 210700 "Инфокоммуникационные технол.и системы связи" и спец.210600 "Радиоэлектронные системы и комплексы" / НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Каф."Физика и электротехника"; Сост.А.Д.Волгунов. - Н.Новгород : [Б.и.], 2013. - 37 с. : ил. - Прил.:с.32-37. - Библиогр.:с.31. - 0-00 (10 шт.).
- 6.4.2. Устройства СВЧ и антенны : Учеб.пособие. Ч.2 / Ю.А. Иларионов, Е.П. Тимофеев; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2012. - 86 с. : ил. - Библиогр.:с.84. - ISBN 978-5-502-00012-3 : 69-07 (247 шт.).
- 6.4.3. Устройства СВЧ и антенны : Учеб.пособие / Е.И. Нефедов. - М. : Академия, 2009. - 376 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Предм.указ.:с.368-371. - Библиогр.:с.363-367. - ISBN 978-5-7695-4710-2 : 402-60 (30 шт.).
- 6.4.4. Устройства СВЧ и антенны : Комплекс учебно-метод.материалов. Ч.1 / Ю.А. Иларионов, Е.П. Тимофеев; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2007. - 95 с. : ил. - Библиогр.:с.95. - 57-32 (238 шт.).

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1.Перечень информационных справочных систем

Таблица 8 -Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Лань	https://e.lanbook.com/
2	Юрайт	https://biblio-online.ru/

7.2.Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

Таблица 9.1 - Программное обеспечение, используемое студентами очного обучения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Windows 7 Pro SP1 (подписка Dream Spark Premium, договор от 21.10.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html Linux https://www.linux.com/ Программа для ЭВМ в составе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14)

Таблица 9.2 - Программное обеспечение, используемое студентами очно-заочного, заочного обучения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
WindowsXP, Prof, S/P3 (подписка DreamSparkPremium, договор от 21.10.14)	GNU Linux Slackware 14.2
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296)	Adobe Acrobat Reader
Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020)	MATLAB. Simulink

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице10 указанперечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной си-	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной
---	---	---

	стемы	сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице11 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 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
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

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

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры и проведения лабораторных работ для студентов очного обучения, включает в себя компьютерные классы НГТУ им. Р.Е.Алексеева (5 корпус НГТУ, аудитория 5414), оснащенные необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами обучения и контроля знаний студентов: 10 рабочих мест, оборудованных:

- процессор: CPU IntelCore i3-2120 3.3 GHz;
- материнская плата: Asusp8h61-MLX2;
- оперативная память: 4 Gb (2*2Gb) DDR 3;
- жесткий диск: 500 Gb.

Пакеты ПО общего назначения (аудитория 5414):

- Windows 7;
- Linux;
- OpenOffice.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. 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.

При преподавании дисциплины «Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе вопросы и сложности в понимании материала курса подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. При необходимости возможно проводить индивидуальные и групповые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций применяется рейтинговая (балльная) система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с заданиями, вопросами, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически излагает учебный материал; справляется с заданиями, вопросами, требующими применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий. При всем при этом, студент с точки зрения полученных знаний держится в рамках данного курса и может столкнуться с определенными трудностями при требованиях задействовать знания из других дисциплин, что не несут проявления серьезных пробелов в общей подготовке студента.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс по дисциплине «Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона» не предусматривается учебным планом

10.3. 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 подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

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

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на курсовой работе

Курсовая работа по дисциплине «Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового диапазона» не предусматривается учебным планом

10.5. 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, указанных в Разделе 9. 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.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- выполнение и защита лабораторной работы;
- выполнение практических заданий в процессе обучения;
- зачет для студентов в 3 учебном семестре.

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ и курсовой работы

Типовые задания для лабораторной работы и практических заданий приведены в учебно-методических пособиях и в качестве примеров в учебной литературе.

11.1.2. Защита курсового проекта/ работы

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

11.1.3. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

1. Основные типы антенн. Достоинства и недостатки
2. Механизм излучения э/м волны антенной
3. Основные параметры антенн. Первичные и вторичные параметры
4. Области поля антенны
5. Радары с низкой вероятностью перехвата. Основные параметры и особенности работы
6. Основные типы зондирующих сигналов в миллиметровом диапазоне
7. FMCWсигнал. Определение. Основные параметры. Достоинства и недостатки
8. FMCWсигнал. Формирование пилюобразного сигнала
9. FMCWсигнал. Формирование сигнала треугольной формы
10. Принципы обработки FMCW сигнала
11. Особенности приемо-передающих устройств FMCWрадара. Усилители. Смесители. Преобразователь частоты
12. Микрополосковая линия передачи. Коэффициент отражения в линии. КСВ. Входное сопротивления линии
13. Виды нагрузок в линии. Примеры. Четвертьволновый преобразователь
14. Согласующие цепи на сосредоточенных элементах. Пример согласования
15. Согласующие цепи на распределенных элементах. Пример согласования
16. Делители мощности. Т-образный делитель. Равномерный делитель
17. Делитель Вилкинсона
18. Направленные ответвители. Квадратурный ответвитель. Ответвитель на связанных линиях
19. Основные методы и подходы к построению патча и столбца антенной решетки
20. Способы реализации заданного амплитудно-фазового распределения
21. Реализация заданного амплитудно-фазового распределения с учетом потерь в линии

передачи

22. Особенности построения делителей мощности и направленных ответвителей в миллиметровом диапазоне
23. Дополнительные каналы подавления боковиков (ПБЛ). Применение экранирующих поверхностей. Два способа запитывания столбцов.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИРИТ

“ ____ ” 2021 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Б1.В.ДВ.3.2Радиолокационные системы ближнего действия миллиметрового
диапазона»
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ **магистров**

Направление: {шифр – название} **11.04.01 Радиотехника**

Направленность: **Техника СВЧ и антенны**

Форма обучения: **очная**

Год начала подготовки: **2021**

Курс**2**

Семестр **3**

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2021 г. начала подготовки.

Разработчик (и): **Шабалин С.А., ассистент**
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«__» 20 __ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ГИС

протокол № _____ от «__» 20 __ г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ИРС _____ «__» 20 __ г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» 20 __ г.